



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE
VEHÍCULO ELÉCTRICO MONOPLAZA ALIMENTADO POR
ENERGÍA SOLAR MEDIANTE PANELES SOLARES**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

EDISON ROBERTO DÁVILA PURUNCAJAS

DIRECTOR: MSC. IVÁN YÁNEZ

Quito, junio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172000803-4
APELLIDO Y NOMBRES:	Dávila Puruncajas Edison Roberto
DIRECCIÓN:	Alejandro Noboa E5-153 y Luis Rodríguez
EMAIL:	echon_sen@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2661-993
TELÉFONO MOVIL:	0987622701

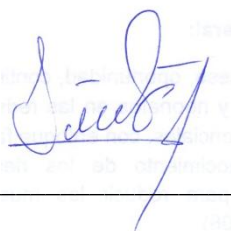
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO MONOPLAZA ALIMENTADO POR ENERGÍA SOLAR MEDIANTE PANELES SOLARES.
AUTOR O AUTORES:	Edison Roberto Dávila Puruncajas
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	2016/06/21
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Iván Yáñez, M.Sc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	Este proyecto de diseño y fabricación de un prototipo de vehículo eléctrico monoplaza energizado por energía solar mediante paneles solares con estructura de bambú se llevó a cabo para el desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas de combustibles renovables en el ámbito automotriz. El prototipo solar fue impulsado por un motor eléctrico brushless de 1000 Watts de potencia, 48 V, 12 A. El cual estuvo alimentado por energía alternativa solar por medio de paneles solares fotovoltaicos Exmork de 50 Watts 12 V, 3 A, que fueron expuestos al sol en la superficie del prototipo. Los paneles solares transformaron las

	<p>radiaciones solares en electricidad, la electricidad fue enviada por los paneles solares hacia el pack de batería de Ion- Litio de 48 V, 12 Ah para su uso. El pasó y acumulación de electricidad fue posible por un sistema de alimentación tanto de forma normal de carga por enchufe de corriente de 110 V, como de carga continua por parte de los paneles solares, dichos sistemas estaban conectados a un sistema eléctrico que permitía el correcto funcionamiento del prototipo, el sistema de paneles solares cargo continuamente la batería al ser expuesto a la presencia de luz solar, mientras que el sistema de carga común se realizaba por medio de un enchufe. A diferencia de otros vehículos eléctricos este prototipo fue construido con bambú por sus propiedades mecánicas y físicas con las que cuenta este material como el módulo de compresión de 4.18 N/mm², Tensión 18 N/mm², Modulo Cortante 1.1 N/mm² y Peso específico 790 Kg/m³ este material hizo posible que el prototipo VSB sea liviano y resista deformaciones y tensiones. La autonomía del prototipo VSB fue de 27 a 36 km a 20 km/h en un tiempo de 2h35 min y 3h54 min respectivamente. El prototipo tuvo una mayor autonomía, rendimiento y movilidad al realizarle diferentes cambios tanto en el sistema de transmisión como en el sistema de frenos y en todo su aspecto, facilitando estabilidad, comodidad y manejo.</p>
PALABRAS CLAVES:	<p>Diseño, Construcción, Paneles solares VSB (Vehículo solar de bambú)</p>
ABSTRACT:	<p>This project will design and manufacture of a prototype electric vehicle solar-powered car</p>

using solar panels with bamboo structure was carried out for the development of new technologies and systems of renewable fuels in the automotive field. The solar prototype was powered by an electric motor brushless 1000 Watts of power, 48 V, 12 A. Which was powered by solar alternative energy using photovoltaic solar panels Exmork 50 Watts 12 V, 3 A, who were exposed to sun on the surface of the prototype. Solar panels solar radiation transformed into electricity, electricity was sent by the solar panels toward the pack of lithium-ion battery 48 V, 12 Ah for use. He went and accumulation of power was made possible by a feeding system both normal load power socket 110 V, as continuous load from solar panels, these systems were connected to an electrical system that allowed the correct operation of the prototype, the solar panel system continuously charge the battery when exposed to the presence of sunlight, while the common charging was by a plug. Unlike other electric vehicles this prototype was built with bamboo for their mechanical and physical properties that account this material as the compression modulus of 4.18 N / mm², voltage 18 N / mm², shear modulus 1.1 N / mm² and specific weight 790 Kg / m³ this material made it possible for the VSB prototype is lightweight and resist strains and stresses. VSB autonomy prototype was 27 to 36 km to 20 km / h in a time of 2h35 min and 3h54 min respectively. The prototype had greater autonomy, performance and mobility When performing different changes in both the transmission system and the brake system and in all its aspect, providing stability,

	comfort and handling.
KEYWORDS	Design, Construction, Solar panels VSB (solar vehicle bamboo)

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

DÁVILA PURUNCAJAS EDISON ROBERTO

172000803-4

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **DÁVILA PURUNCJAS EDISON ROBERTO**, CI 1720008034 autor/a del proyecto titulado: **TITULO (únicamente los nombres propios con mayúscula)** previo a la obtención del título de **GRADO ACADÉMICO COMO APRECE EN EL CERTIFICADO DE EGRESAMIENTO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 21 de Junio del 2016



f: _____

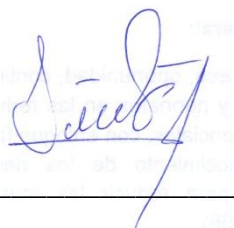
DÁVILA PURUNCAJAS EDISON ROBERTO

172000803-4

DECLARACIÓN

Yo **EDISON ROBERTO DÁVILA PURUNCAJAS**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Edison Roberto Dávila Puruncajas

C.I. 172000803-4

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y Construcción de un Prototipo de Vehículo Eléctrico monoplaza alimentado por energía solar mediante paneles solares**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Edison Dávila**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Iván Yáñez, M.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 170871379-5

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación fue el esfuerzo de largas horas de dedicación y sacrificios con el único objetivo de finalizar un sueño en mi vida y una etapa más, que me ayudará a ser un gran profesional y cumplir muchas metas a futuro.

Dedico este trabajo con especial cariño a mis padres Edison Dávila y Rosa Puruncajas quienes no se detuvieron en su esfuerzo para que pueda concluir feliz y satisfactoriamente este período de mi vida, a mi familia que estuvo apoyándome a cada instante, dándome ánimos y fuerzas para nunca rendirme y siempre salir adelante; ahora me doy cuenta que todas las palabras de aliento que me brindaron cada uno de ellos valieron la pena para cumplir con mi objetivo y ser un profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mi familia, mi madre Rosa Puruncajas, mi padre Edison Dávila y hermanas Betty Dávila y Verónica Dávila que me apoyaron en cada momento que lo necesitaba, dándome una mano en los malos momentos de mi vida, mis padres que con el tiempo han sacrificado muchas cosas para que pueda seguir adelante y culminar todas mis etapas estudiantiles con éxito hasta el momento, ellos me enseñaron todos los valores para ser una buena persona, ser humilde, cumplir con todo lo que uno se propone en la vida, siempre dar todo de sí y nunca rendirse ante ninguna adversidad que se presente en el camino, por todo eso gracias familia.

Agradezco a mis profesores que en todos estos años de educación me brindaron su conocimiento y sabiduría para poder aplicarlos en la práctica y en mi vida laboral, gracias a mi tutor por la guía y apoyo para finalizar con éxito esta etapa de mi vida estudiantil.

Agradezco a la Universidad Tecnológica Equinoccial por una educación de calidad a un alto nivel académico, gracias a su educación podré destacarme en el ámbito laboral como un excelente profesional y un gran emprendedor en todos los trabajos y áreas en las cuales me desempeñe.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 VEHÍCULO ELÉCTRICO (V.E).....	3
2.1.1 HISTORIA	3
2.2 NUEVAS TECNOLOGÍAS	6
2.2.1 TIPOS DE VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	7
2.2.2 TREN MOTRIZ.....	9
2.2.3 MOTORES ELÉCTRICOS	10
2.2.4 BATERÍAS	17
2.2.5 SISTEMA DE FRENO VE	22
2.2.6 SISTEMA DE SUSPENSIÓN VE	23
2.2.7 SISTEMA DE DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	24
2.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	26
2.4 PANELES SOLARES	27
2.4.1 TIPOS DE PANELES SOLARES	29
2.5 CELDAS FOTOVOLTAICAS	30
2.5.1 FUNCIONAMIENTO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS Y EFECTO DE ABSORCIÓN	30
2.5.2 TIPOS DE CÉLULAS O CELDAS FOTOVOLTAICA.....	31
2.5.3 CÉLULA FOTOVOLTAICA POLI CRISTALINO	33
2.6 CARGA DE BATERÍA.....	34
2.7 ESTRUCTURA VE	35

2.7.1	CARROCERÍA Y CHASIS.....	35
2.7.2	BAMBÚ	36
2.7.3	VEHÍCULO CON FIBRA VEGETAL.....	37
2.7.4	BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	38
2.7.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	39
3.	METODOLOGÍA	41
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	DISEÑO DEL VEHÍCULO V.S.B (VEHÍCULO SOLAR DE BAMBÚ)	43
4.2	SIMULACIÓN	44
4.2.1	SIMULACIÓN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL V.S.B	44
4.2.2	ESTRUCTURA DEL VEHÍCULO V.S.B.	55
4.3	DISEÑO DEL PROTOTIPO	58
4.4	SIMULACIÓN DE DEFORMACIONES Y ENSAMBLE	59
4.4.2	ENSAMBLAJE PROTOTIPO VSB2	70
4.4.3	DISEÑO DEL TREN MOTRIZ.....	72
4.4.4	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CARGA.....	74
4.5	FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO (VSB) VEHÍCULO SOLAR DE BAMBÚ.....	77
4.5.1	FABRICACIÓN DE BASES, ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SISTEMAS.....	77
4.5.2	ESTRUCTURA DE BAMBÚ	82
4.5.3	PINTURA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA Y DEL BAMBÚ	83
4.5.4	UNIÓN DE PARTES METÁLICAS Y BAMBÚ	84
4.5.5	MONTAJE DE ELEMENTOS EN LA ESTRUCTURA	86
4.5.6	CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	88
4.5.7	CAMBIOS EN EL PROTOTIPO VSB	91

4.6	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	95
4.6.1	VOLTAJES E INTENSIDADES REALES Y CIRCUITOS DE CARGA	95
4.6.2	TABLAS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	95
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1	CONCLUSIONES	99
5.2	RECOMENDACIONES	101
	GLOSARIO	102
	BIBLIOGRAFÍA	104
	ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Tabla comparativa VE	9
Tabla 2. Características Batería Plomo-Acido	20
Tabla 3. Características Batería Níquel- Metal	21
Tabla 4. Características Batería Ion- Litio.	21
Tabla 5. Tabla comparativa de baterías.	22
Tabla 6. Tabla de Características celda Mono cristalino.	32
Tabla 7. Tabla de Características celda Poli cristalino.	34
Tabla 8. Simulación del cálculo de la potencia	45
Tabla 9. Motores de 500 W y 1000 W.	46
Tabla 10. Baterías	46
Tabla 11. Paneles Solares.	47
Tabla 12. Simulación de selección de motor, baterías y paneles	48
Tabla 13. Equipos eléctricos a utilizar	49
Tabla 14. Cálculos con respecto al ángulo y velocidad	54
Tabla 15. Cálculos con respecto al ángulo y velocidad	54
Tabla 16. Comparación de materiales.....	55
Tabla 17. Propiedades físicas y mecánicas del bambú	56
Tabla 18. Propiedades físicas y mecánicas del acero.....	57
Tabla 19. Dimensiones Estructura.....	58
Tabla 20. Medición Reales de Voltaje e Intensidad.....	95
Tabla 21. Autonomía del VSB Modo Eléctrico.....	96
Tabla 22. Autonomía del VSB Modo Paneles Solares	96
Tabla 23. Velocidad máxima carga de batería modo eléctrico	96
Tabla 24. Velocidad máxima carga de batería modo paneles solares.....	97
Tabla 25. Distancia recorrida a 10 km/h	97
Tabla 26. Distancia recorrida a 15 km/h	97
Tabla 27. Distancia recorrida a 20 km/h	98
Tabla 28. Diferencias entre Autonomía y Velocidad máxima	98

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Evolución histórica del vehículo eléctrico	3
Figura 2. Vehículo eléctrico de Thomas Alva Edison	4
Figura 3. Experimental EV-1	5
Figura 4. Vehículo Eléctrico Think city	6
Figura 5. Tipos de Vehículos eléctricos	7
Figura 6. Partes Principales de un V.E.	8
Figura 7. Esquema de funcionamiento de tren motriz horizontal	9
Figura 8. Esquema de funcionamiento de tren motriz posterior en cada rueda.	10
Figura 9. Diagrama de Bloque Propulsión del VE	11
Figura 10. Clasificación de Motores Eléctricos.....	11
Figura 11. Motor C.C.....	12
Figura 12. Motores de Corriente Continua	13
Figura 13. Curva Características del Motor Serie	14
Figura 14. Curva Características del Motor de Excitación Derivación e Independiente	15
Figura 15. Comparación de las características mecánicas de tres motores Eléctricos.....	15
Figura 16. Fundamentos básicos de una batería	18
Figura 17. Esquema de Batería	19
Figura 18. Funcionamiento Freno Regenerativo.	23
Figura 19. Suspensión vehículos eléctricos	24
Figura 20. Motor de dirección electrónica	25
Figura 21. Esquema del funcionamiento circuito de dirección electrónica	26
Figura 22. Funcionamiento de la energía solar fotovoltaica	27
Figura 23. Paneles solares fotovoltaicos.....	28
Figura 24. Paneles solares fotovoltaicos.....	29
Figura 25. Como se genera la energía en la celda fotovoltaica.	30
Figura 26. Efecto de Absorción	31

Figura 27. Celda de silicio mono cristalino	32
Figura 28. Celda poli cristalina	33
Figura 29. Curva de carga y descarga (Batería)	35
Figura 30. Vehículo eléctrico.....	35
Figura 31. Bambú.....	36
Figura 32. Vehículo con fibra vegetal.....	38
Figura 33. Características del bambú	39
Figura 34. Procedimiento a realizar.	43
Figura 35. Simulación para la obtención de motor, baterías y panel solar.....	44
Figura 36. Diagrama esquemático de conexión eléctrica.....	48
Figura 37. Gráfico de la rueda VSB	50
Figura 38. Grafica fuerza tangencial y de rodadura	53
Figura 39. Grafica de medidas	58
Figura 40. Estructuras.....	59
Figura 41. Análisis de estructuras.....	60
Figura 42. Estructura #1.....	61
Figura 43. Estructura #2.....	62
Figura 44. Estructura #3.....	63
Figura 45. Estructura #4.....	64
Figura 46. Base de estructura.....	65
Figura 47. Deformación de base de estructura	65
Figura 48. Base de estructura con soporte en forma de arco.	66
Figura 49. Ensamblaje prototipo VSB1	66
Figura 50. Partes del prototipo VSB 1	67
Figura 51. Dimensiones prototipo VSB1	68
Figura 52. Bambú en remojo.....	68
Figura 53. Ruptura de Bambú	69
Figura 54. Estructura #5 VSB2.....	70
Figura 55. Ensamblaje prototipo VSB2	70
Figura 56. Partes del prototipo VSB2.....	71
Figura 57. Dimensiones prototipo VSB2	72

Figura 58. Piñón conductor y conducido	73
Figura 59. Cargador (110 V – 48 V 2 A).....	75
Figura 60. Elementos del cargador	75
Figura 61. Diagrama de Circuito Modo eléctrico de batería	76
Figura 62. Diagrama de Circuito modo carga panel solar	76
Figura 63. Diagrama de circuito de carga paneles solares - plug in.....	77
Figura 64. Bases de tubo de acero, motor y batería VSB	78
Figura 65. Base de batería y motor	78
Figura 66. Fabricación de guías metálicas.....	79
Figura 67. Construcción de bases para amortiguador	79
Figura 68. Fabricación de estructura metálica	80
Figura 69. Eje de transmisión (fresa, torno y sus componentes)	81
Figura 70. Sistema de dirección y frenos	81
Figura 71. Corte y lijado de bambú	82
Figura 72. Aplicación de fondo y pintura en acero	83
Figura 73. Aplicación de laca y pintura en bambú.....	84
Figura 74. Unión de la estructura	85
Figura 75. Unión y pintura de todos los elementos de la estructura	86
Figura 76. Montaje de los elementos a la estructura.....	87
Figura 77. Conexiones Eléctricas.....	89
Figura 78. Lectura del controlador de carga	90
Figura 79. Prototipo VSB terminado.....	90
Figura 80. Primeros cambios en el prototipo VSB.....	92
Figura 81. Cambio sistema de freno	92
Figura 82. Cambio del sistema de dirección	93
Figura 83. Angulo de viraje de la rueda delantera.....	94
Figura 84. Inclinación de los paneles solares y prototipo terminado	94

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Motor brushless hub 48v 1000W.....	108
ANEXO 2. Bateria tipo botella de 48v 12 ah Li-ion	111
ANEXO 3. Bambú.....	115
ANEXO 4. Catalogo acero a 36.....	119

RESUMEN

Este proyecto de diseño y fabricación de un prototipo de vehículo eléctrico monoplaza energizado por energía solar mediante paneles solares con estructura de bambú se llevó a cabo para el desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas de combustibles renovables en el ámbito automotriz. El prototipo solar fue impulsado por un motor eléctrico brushless de 1000 Watts de potencia, 48 V, 12 A. El cual estuvo alimentado por energía alternativa solar por medio de paneles solares fotovoltaicos Exmork de 50 Watts 12 V, 3 A, que fueron expuestos al sol en la superficie del prototipo. Los paneles solares transformaron las radiaciones solares en electricidad, la electricidad fue enviada por los paneles solares hacia el pack de batería de Ion- Litio de 48 V, 12 Ah para su uso. El pasó y acumulación de electricidad fue posible por un sistema de alimentación tanto de forma normal de carga por enchufe de corriente de 110 V, como de carga continua por parte de los paneles solares, dichos sistemas estaban conectados a un sistema eléctrico que permitía el correcto funcionamiento del prototipo, el sistema de paneles solares cargo continuamente la batería al ser expuesto a la presencia de luz solar, mientras que el sistema de carga común se realizaba por medio de un enchufe. A diferencia de otros vehículos eléctricos este prototipo fue construido con bambú por sus propiedades mecánicas y físicas con las que cuenta este material como el módulo de compresión de 4.18 N/mm², Tensión 18 N/mm², Modulo Cortante 1.1 N/mm² y Peso específico 790 Kg/m³ este material hizo posible que el prototipo VSB sea liviano y resista deformaciones y tensiones. La autonomía del prototipo VSB fue de 27 a 36 km a 20 km/h en un tiempo de 2h35 min y 3h54 min respectivamente. El prototipo tuvo una mayor autonomía, rendimiento y movilidad al realizarle diferentes cambios tanto en el sistema de transmisión como en el sistema de frenos y en todo su aspecto, facilitando estabilidad, comodidad y manejo.

ABSTRACT

This project will design and manufacture of a prototype electric vehicle solar-powered car using solar panels with bamboo structure was carried out for the development of new technologies and systems of renewable fuels in the automotive field. The solar prototype was powered by an electric motor brushless 1000 Watts of power, 48 V, 12 A. Which was powered by solar alternative energy using photovoltaic solar panels Exmork 50 Watts 12 V, 3 A, who were exposed to sun on the surface of the prototype. Solar panels solar radiation transformed into electricity, electricity was sent by the solar panels toward the pack of lithium-ion battery 48 V, 12 Ah for use. He went and accumulation of power was made possible by a feeding system both normal load power socket 110 V, as continuous load from solar panels, these systems were connected to an electrical system that allowed the correct operation of the prototype, the solar panel system continuously charge the battery when exposed to the presence of sunlight, while the common charging was by a plug. Unlike other electric vehicles this prototype was built with bamboo for their mechanical and physical properties that account this material as the compression modulus of 4.18 N / mm², voltage 18 N / mm², shear modulus 1.1 N / mm² and specific weight 790 Kg / m³ this material made it possible for the VSB prototype is lightweight and resist strains and stresses. VSB autonomy prototype was 27 to 36 km to 20 km / h in a time of 2h35 min and 3h54 min respectively. The prototype had greater autonomy, performance and mobility When performing different changes in both the transmission system and the brake system and in all its aspect, providing stability, comfort and handling.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de diseño y construcción de un prototipo de vehículo eléctrico monoplace alimentado por energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos con estructura de bambú, se desarrolla con la finalidad de dar a conocer propuestas diferentes sobre la obtención de energías alternativas no perjudiciales para el medio ambiente en el ámbito automotriz y en el medio ecológico, ya que no se utiliza combustibles fósiles como energía para la movilidad del prototipo si no energía renovable como la energía solar, en la propuesta del proyecto se ha considerado importante y de gran utilidad el uso de energía solar mediante paneles fotovoltaicos, ya que en la actualidad este tipo de energía se está convirtiendo en una gran alternativa para diferentes usos, es una energía no contaminante para el medio ambiente y se la encuentra a disposición todo el día mientras los rayos del sol se encuentren permanentes. Un automóvil solar es un vehículo impulsado por uno o varios motores eléctricos, los cuales son energizados por energía solar obtenida de paneles solares ubicados en diferentes partes del prototipo, de esta manera se obtiene una fuente de energía alternativa. Este tipo de vehículos puede ser beneficioso para la humanidad debido a que no generaría más contaminación en el medio ambiente por el mismo hecho de utilizar energía renovable y ayudar a disminuir el daño constante al planeta por la contaminación, de esta manera este tipo de vehículos o prototipos son una nueva herramienta de trabajo para los profesionales de la especialidad de Ingeniería Automotriz y de igual forma un tema de investigación para nuevas tecnologías. En la última década la contaminación ambiental ha causado mucha controversia y mucha preocupación alrededor del mundo, principalmente por vehículos de combustión interna como: automóviles, motocicletas, buses, camiones, motores estacionarios, maquinaria pesada, etc. La contaminación producida por automóviles de combustión interna han generado varios problemas, de los cuales los más escuchados son: emanación de gases, aumento de temperatura en el planeta y ruptura de la capa de ozono, todos estos problemas se dan a causa de la contaminación al medio ambiente. El

problema de la contaminación ambiental y daños al medio ambiente causado por la energía producida por combustibles fósiles tanto en vehículos o maquinarias de combustión ha sido un tema de preocupación para toda la humanidad es por eso que se ha decidido implementar otro tipo de energías alternativas para poder suplantar las funciones que realiza la energía de combustibles fósiles en maquinarias y vehículos y de esa manera poder eliminar la contaminación ambiental. Se debe tomar en cuenta que el combustible más común en los vehículos es la gasolina que a su vez es de los combustibles más contaminantes con componentes como el azufre o el plomo, que al ser inducidos a la combustión es perjudicial para el organismo humano, adicionalmente se emite al ambiente óxido de nitrógeno que se eleva cuando el vehículo está en frío. Los vehículos de motor a combustión interna son la fuente de mayor contaminación ambiental. Son los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero. Por esta razón se desarrollan diferentes tipos de vehículos de energías renovables y alternativas como en este caso desarrollar un prototipo de vehículo eléctrico alimentado por energía solar mediante paneles solares con estructura de bambú.

El objetivo general del presente proyecto es:

- Diseñar y Construir un Prototipo de Vehículo Eléctrico monoplace alimentado por energía solar mediante paneles solares con estructura de bambú.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Analizar el avance a lo que se refiere a vehículos eléctricos y tecnología solar.
- Diseñar el vehículo eléctrico solar con estructura de bambú.
- Construir el prototipo de vehículo eléctrico solar con la estructura de bambú.
- Realizar pruebas de funcionamiento del vehículo eléctrico solar de Bambú.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 VEHÍCULO ELÉCTRICO (V.E)

2.1.1 HISTORIA

Como se muestra en la figura 1, La historia de los vehículos eléctricos ha ido evolucionando prósperamente desde año de 1832 hasta la actualidad y se estima que para el año 2020 habrá más vehículos eléctricos en las calles.

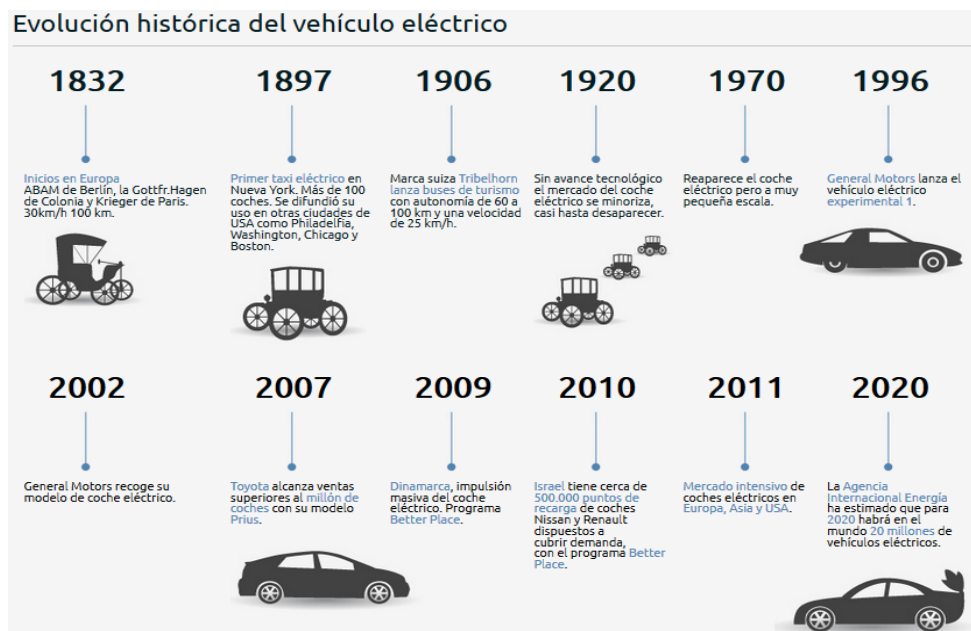


Figura 1. Evolución histórica del vehículo eléctrico (MotorGiga, 2014)

En el año de 1832 y 1839 Robert Anderson construyó el primer carruaje de tracción eléctrica, que constaba con una batería de energía no recargable. Después de algún tiempo se inventó la línea electrificada que era utilizada más para trenes eléctricos, la línea electrificada no era apta para vehículos eléctricos, únicamente para trolebuses o trenes. Las primeras pilas o baterías que tenían la capacidad de recargarse se fabricaron antes de 1880 lamentablemente no eran muy fiables para los automóviles eléctricos de la época (motorpasion, 2010).

En el año de 1900 cuando los automóviles eléctricos entraban en su apogeo eran los más vendidos en la época más que los vehículos a combustión interna y que los vehículos a vapor muy famosos y utilizados (autolibre, 2011).

Al inicio los primeros automóviles que funcionaban a gasolina no eran muy confiables tenían diferentes aspectos que no los hacían muy atractivos, por el simple hecho de necesitar gasolina para su funcionamiento que en la época no era muy fácil de conseguir, de igual manera por el ruido que hacían y la contaminación que emitían los hacían vehículos menos atractivos. Mientras que los vehículos a gasolina se hundían los vehículos eléctricos surgían con gran fuerza en la época por sus características que no eran ruidosos, no contaminaba, ni consumían gasolina y eran rápidos, el problema era su autonomía que no se comparaba con la de un carro a gasolina pero era razonable además su costo era moderado para la clase media y alta en algunos años los automóviles eléctricos superaban en ventas a los vehículos a gasolina y vapor (motorpasion, 2010).

En la figura 2 se observa a thomas Edison con su vehículo eléctrico.



Figura 2. Vehículo eléctrico de Thomas Alva Edison
(motorpasion, 2010)

El auge de los vehículo eléctricos fueron decayendo tanto por las grandes corporaciones petroleras de la época ya que se empezaba a destilar

derivados de petróleo en grandes cantidades y comenzaba de esa manera el auge de los vehículos a combustión interna como los de gasolina, nafta y diesel, de igual manera con la constante desaparición de los vehículos eléctricos por causa de las baterías recargables ya que eran de baja tecnología con respecto a la época (MotorGiga, 2014).

El Impact fue el precursor de los vehículo eléctrico más famoso de la Historia una versión mejorada alcanzando una velocidad de 295 km/h, fue fabricado por la General Motors conocido también como el Experimental EV-1 como se observa en la figura 3, y actualmente la versión mejorada como el Chevrolet volt vehículo completamente eléctrico (motorpasion, 2010).

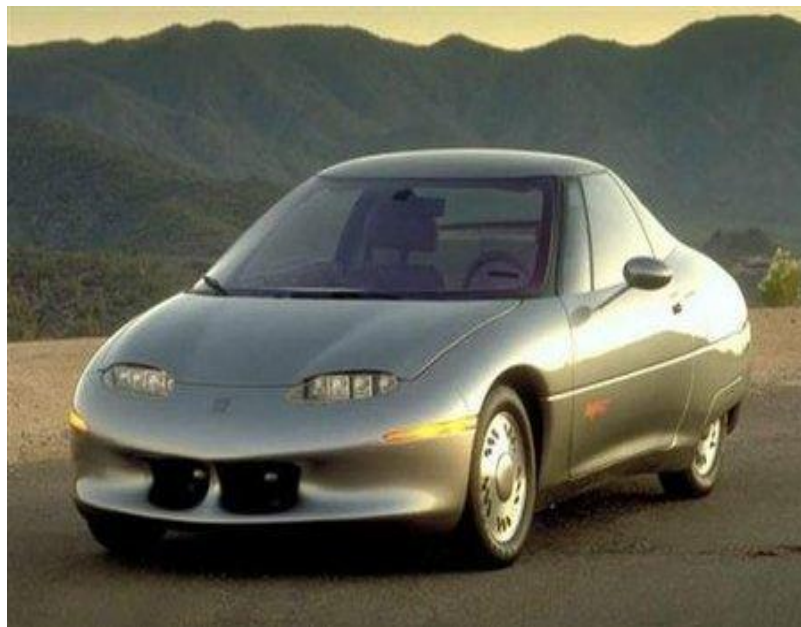


Figura 3. Experimental EV-1
(MotorGiga, 2014)

La mayor parte de los vehículos eléctricos desaparecieron con el transcurso de los tiempos, pero el impacto ecológico y económico que se sufre en la actual sociedad, tanto por la escases de petróleo y como por el cuidado del medio ambiente han dado como paso para el renacer de los vehículos eléctrico, al principio se empezó a ver vehículos híbridos que funcionaban con motor de combustión interna y motor eléctrico, con el paso del tiempo la mayoría de las marcas fabricantes de vehículos en el mundo, han optado por desarrollar vehículos completamente eléctricos (Croxwell, 2014).

2.2 NUEVAS TECNOLOGÍAS

Un vehículo eléctrico es un vehículo autónomo impulsado por uno o varios motores eléctricos alimentados por baterías para poder trasladarse de un lugar a otro disminuyendo la contaminación ambiental.

Un vehículo eléctrico obtiene su torque y potencia de los motores eléctricos, mediante la energía que puede ser adquirida de diferentes maneras como por ejemplo durante todo su recorrido por frenos regenerativos, esto quiere decir que mientras el vehículo frena genera electricidad y carga las baterías, por medio de energía solar mediante paneles solares y por medio de conexión directa a un toma corriente mientras el vehículo se encuentra estacionado, este tipo de suministro de energía puede darse gracias a módulos de carga o baterías en el interior del vehículo, en el figura 4, se podrá observar uno de los nuevos vehículos eléctricos de última generación, el think city es un vehículo eléctrico económico y de fácil adquisición además de contar con una gran autonomía y cero emisiones de monóxido de carbono que ayuda en el proceso de eliminación de la contaminación ambiental (endesavehiculoelectrico, 2013).



Figura 4. Vehículo Eléctrico Think city
(automovilhibrido, 2014)

2.2.1 TIPOS DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

- Vehículos híbridos eléctricos.
- Vehículos híbridos enchufables.
- Vehículos totalmente eléctricos.

Todos los automóviles eléctricos funcionan con uno o varios motores eléctricos energizados por baterías como se muestra en la figura 5, además de vehículos, se pueden energizar motocicletas y bicicletas, Estos pueden ser cargados directamente de una fuente de alimentación por enchufe. Este tipo de vehículos eléctricos ayudan tanto al medioambiente y evita la contaminación ya que no produce emisiones de monóxido de carbono hacia la atmósfera terrestre (endesavehiculoelectrico, 2013).



Figura 5. Tipos de Vehículos eléctricos
(endesavehiculoelectrico, 2013)

2.2.1.1 VEHÍCULOS COMPLETAMENTE ELÉCTRICOS

La limitada capacidad que cuentan las baterías en la mayoría de los vehículos que son completamente eléctricos se demuestra en su autonomía y en el tiempo que se demoran en realizar la carga, esto dependerá del número de baterías que cuente el vehículo (autoavance, 2012).

En la figura 6, se podrá observar cada uno de los elementos que componen el sistema de carga, sistema motriz de un vehículo eléctrico.

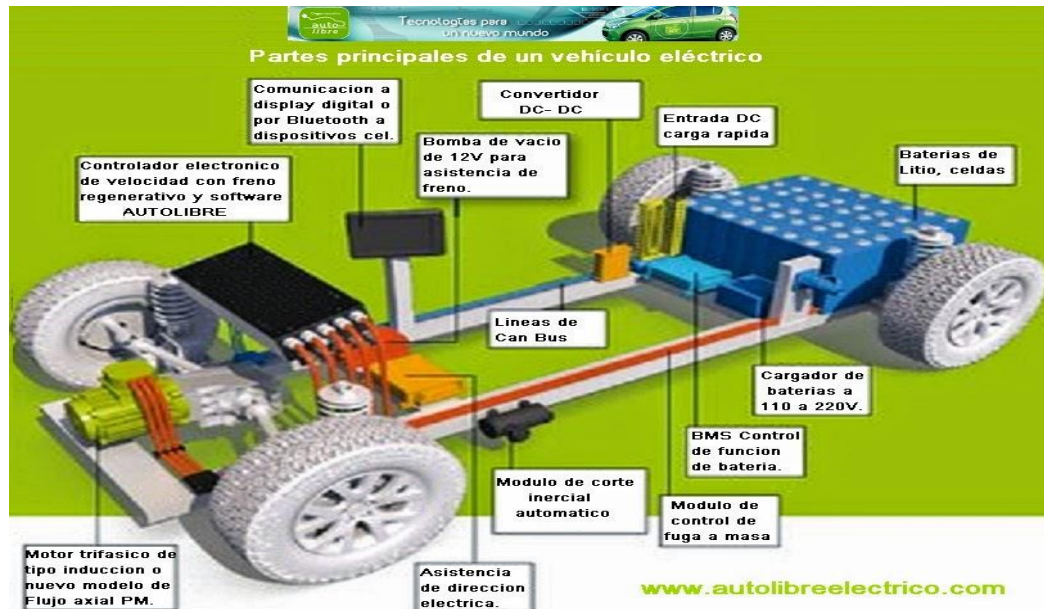


Figura 6. Partes Principales de un V.E.
(autolibre, 2011)

El consumo y autonomía que cuenta un automóvil eléctrico por cada recarga que se realice es insignificante para las propiedades que este cuenta, como son: vehículo completamente ecológico no emite emisiones de CO₂ a la atmósfera, un vehículo ligero, claro que eso depende de cuantas baterías cuenta en su interior ya que el número de baterías se basa tanto en la autonomía que se quiere tener en el vehículo eléctrico, si se cuenta con mayor capacidad de carga mayor será su autonomía, en la ciudad un automóvil eléctrico es fiable más que uno a gasolina, el problema es en la carretera ya que no desarrollan como un motor a gasolina o diesel por falta de potencia dada por su motor eléctrico (endesavehiculoelectrico, 2013).

2.2.1.2 Cuadro de características técnicas de vehículos eléctricos

A diferencia de muchos vehículos de combustión interna, los vehículos eléctricos presentan grandes ventajas como la autonomía de recorrido, el peso total del vehículo y el consumo, en la tabla 1, se observara diferentes

marcas de vehículos eléctricos que existen hoy en día en el mercado automotriz.

Tabla 1. Tabla comparativa VE (autolibre, 2011)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS									
Marcas	Modelo	(Kw)	(Km)	(Kg)	0 - 100 Km/h(s)	pasajeros	(K Wh)	(kWh/ 100km)	GLC L(100)
Peugeot	308 Hdi 120	90	1800	1300	11.6	5	530	29.4	2.5
Ford	Focus Electric	107	160	1450	9.5	5	23	14.4	1.4
Nissan	Leaf	80	199	1525	10	5	24	12.1	1.2
Renault	Zoe	65	210	1468	13.5	5	22	10.5	1
VW	e-Golf	85	190	1407	10	5	24	12.7	1.1
Mini	e-Golf	150	160	1660	8	4	35	21.9	2.2
Conversión	100%eléctrico	60	170	1300	14	5	20	13.1	1.3
Nissan	e-NV200	80	170	1660	14	7	24	14.1	1.4
Renault	Kangoo ZE	44	160	1483	20	5	22	13.8	1.4

2.2.2 TREN MOTRIZ

En la actualidad existen varios tipos de vehículos eléctricos algunos son híbridos que cuentan con un motor eléctrico y uno de combustión en este caso se hablara de automóviles eléctricos a baterías denominados también como automóviles eléctricos puros, son aquellos que usan baterías para almacenar la energía que será transformada en energía mecánica por uno o varios motores eléctricos. En la figura 7, el esquema de un tipo de tren motriz de un vehículo eléctrico puro. La ubicación del motor esta dado de forma horizontal, la tracción de este vehículo eléctrico es posterior por la ubicación de su diferencial dándole mayor torque y potencia (ecconex, 2011).

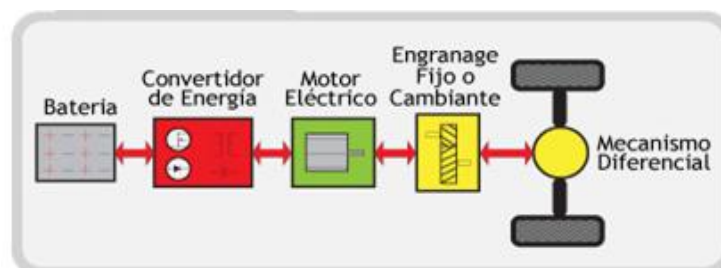


Figura 7. Esquema de funcionamiento de tren motriz horizontal (ecconex, 2011)

La tracción en el esquema de tren motriz en la figura 8, se da en cada una de las ruedas posteriores.

El sistema de propulsión de un vehículo eléctrico también depende del tipo de motor y la ubicación del mismo en el sistema y además hay que recordar que el sistema más importante es el controlador de energía el cual ayuda al motor eléctrico a su correcto funcionamiento dotándolo de corriente cada vez que el motor eléctrico lo necesita (MotorGiga, 2014).

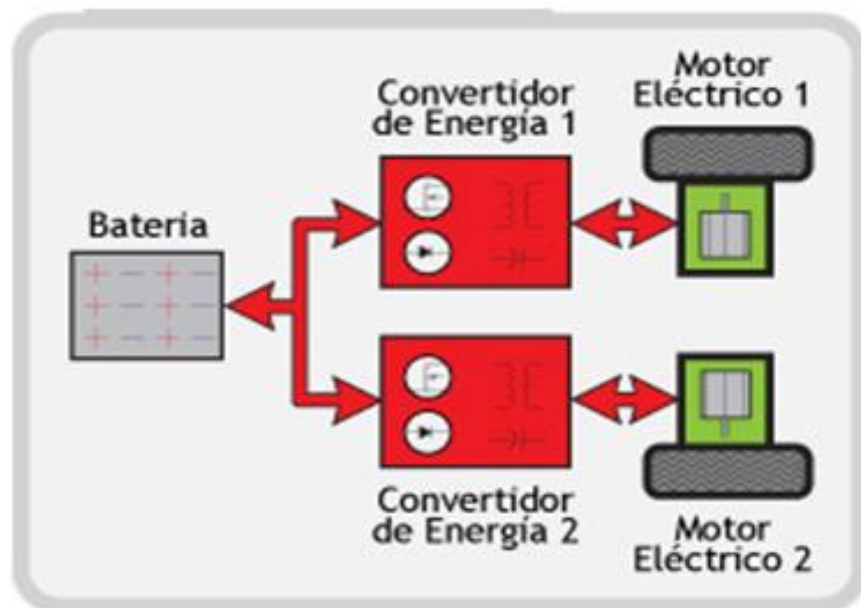


Figura 8. Esquema de funcionamiento de tren motriz posterior en cada rueda.
(econex, 2011)

2.2.3 MOTORES ELÉCTRICOS

En la figura 9, se muestra el diagrama de los diferentes componentes que cuenta un vehículo eléctrico puro.

- Controlador eléctrico
- Batería
- Convertidor de potencia
- Motor
- Transmisión
- Dispositivos diferenciales

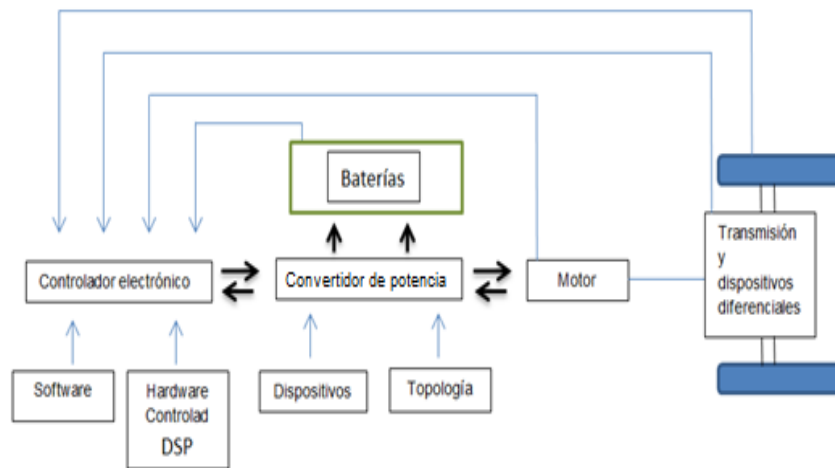


Figura 9. Diagrama de Bloque Propulsión del VE

Existen dos grupos de motores eléctricos que se han utilizado en VE (vehículos eléctricos) con el paso de la historia y se clasifican como se muestra en la figura 10, estos son: Motores (conmutados) o Motores de Corriente Continua y (no conmutados) o Motores de Corriente Alterna.

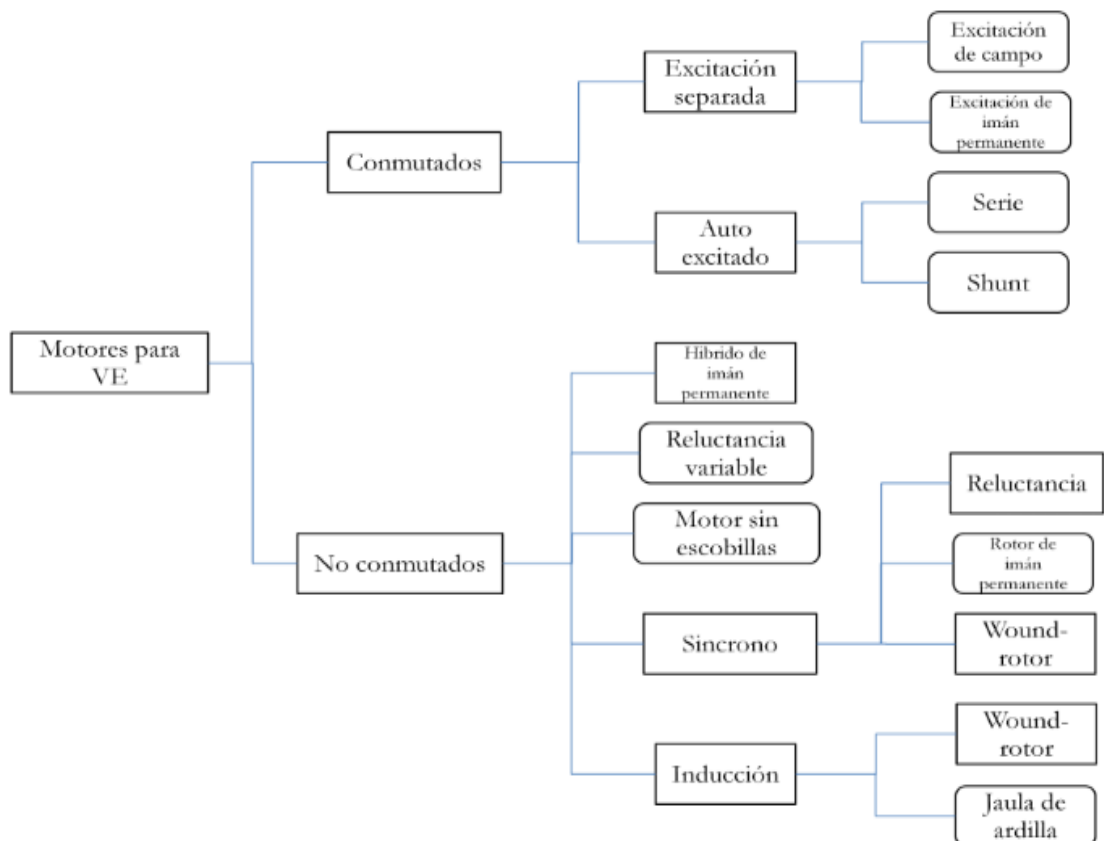


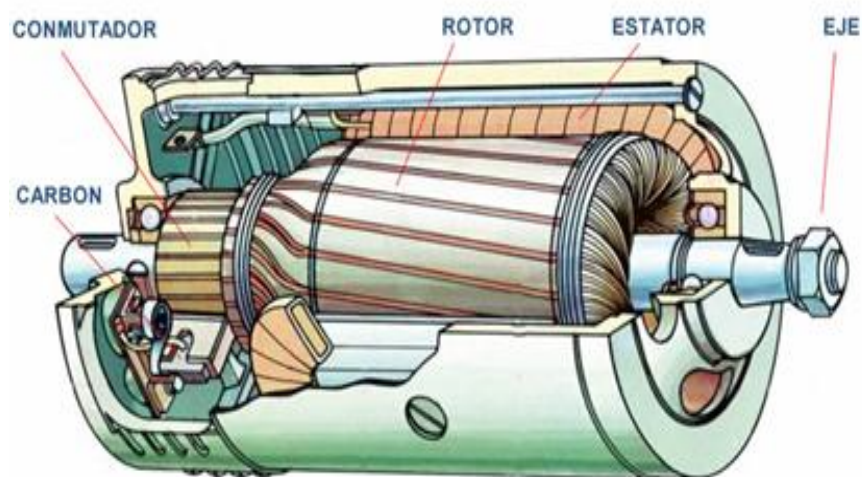
Figura 10. Clasificación de Motores Eléctricos

2.2.3.1 Motores de corriente continua (C.C)

Existen motores C.C (Corriente Continua) como se observa en la figura 11, que cuentan con diferentes cualidades que los hacen motores muy diferentes a los motores C.A (Corriente Alterna). Su principal diferencia es que este tipo de motor puede funcionar a la inversa puede funcionar tanto como un generador y como un transformador de energía si se lo requiere. Esto se da por sus componentes y su diseño dando como resultado que se puede utilizar tanto como un generador de energía como un motor eléctrico (nichese, 2013).

Los motores de C.C están conformados por los siguientes componentes:

1. **Estator.** En el estator se encuentra la bobina del motor. Aguanta la culata, la cual es una fina lámina de acero, donde se colocan los polos y los núcleos y donde se encuentre el bobinado dando como resultado el campo
2. **Rotor.** Conformado por placas de acero magnetizase estas se encuentran una sobre la otra
3. **Colector.** Es el lugar donde se unen los bobinados del inducido.
4. **Eje.** Es el lugar donde se genera la tracción o movimiento.
5. **Escobillas.** Es el lugar donde se acumula la electricidad (nichese, 2013).



Motor eléctrico moderno.

Figura 11. Motor C.C
(Croxwell, 2014)

2.2.3.2 Tipos de motores de corriente continua

Una de las ventajas del motor de corriente continua es permitir varios tipos de conexiones como se muestra en la figura 12, conexiones de motores de Corriente Continua (autoavance, 2012).

1. Excitación independiente.
2. Excitación derivación.
3. Excitación serie.
4. Excitación compuesta.

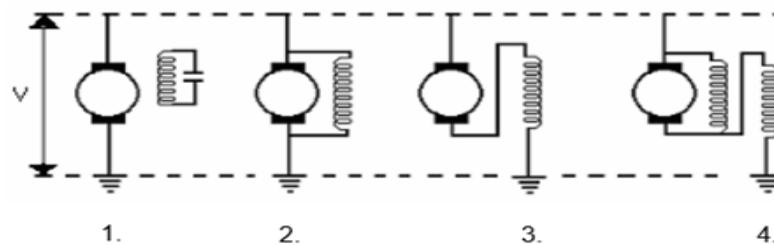


Figura 12. Motores de Corriente Continua
(autoavance, 2012)

Las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 (Pellicer, 1977) generales que definen el comportamiento de un motor de corriente continua, independientemente del tipo de excitación, son:

$$E = K \cdot N \cdot \Phi \quad [1]$$

$$M = K1 \cdot I \cdot \Phi \quad [2]$$

$$V = E + I \cdot r \quad [3]$$

$$E = V - I \cdot r \quad [4]$$

$$N = \frac{V - I \cdot r}{K \Phi} \quad [5]$$

Donde:

E: Fuerza contra electromotriz

K: Constante del motor para la fuerza electromotriz.

N: Número de vueltas por minuto.

Φ : Flujo magnético inducido.

M: Par mecánico del motor.

K_1 : Constante del motor para el par.

I : Intensidad de inducción.

- **Motor de excitación serie**

Se podrá describir analizando las curvas características que se muestra en la figura 13, Siendo I la Intensidad, N el número de revoluciones del motor en r.p.m, M es el Par motor

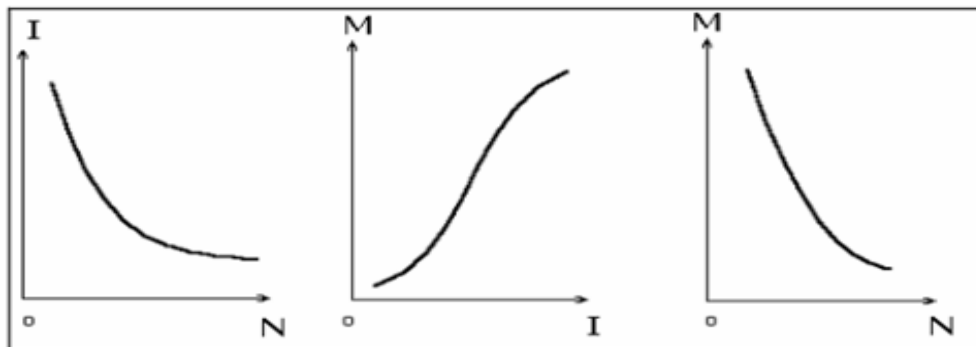


Figura 13. Curva Características del Motor Serie
(Pellicer, 1977)

Estas curvas se deducen de las fórmulas 1, 2, 3, 4, 5, fundamentales de los motores de corriente continua. Al tratarse de un motor de excitación serie la intensidad que pasa por el inducido es la misma que la del inductor, y conforme ésta se incrementa y de igual manera lo hace el flujo ϕ , como se observa la curva M (I) figura 13, se deduce de la fórmula 2, y por último la curva M(N) figura 13 se obtiene del análisis de las curvas I(N) y M(I) anteriores (Enriqueiro, 2013).

- **Motor de excitación derivación e independiente**

Las curvas características del motor de excitación derivación coinciden prácticamente con la de los motores de excitación independiente ya que ambos casos son muy similares (Enriqueiro, 2013).

La curva $I(N)$ (Numero de vueltas por minuto) se convierte de esta forma en una recta vertical ya que al ser independiente la tensión de inducido y de inductor, el flujo permanece prácticamente constante. Por este mismo motivo la curva $M(I)$ como se observa en la figura 14, tiene menos pendiente que en los motores de excitación serie, ya que ahora un incremento de intensidad en el motor no supone un aumento de flujo (Pellicer, 1977).

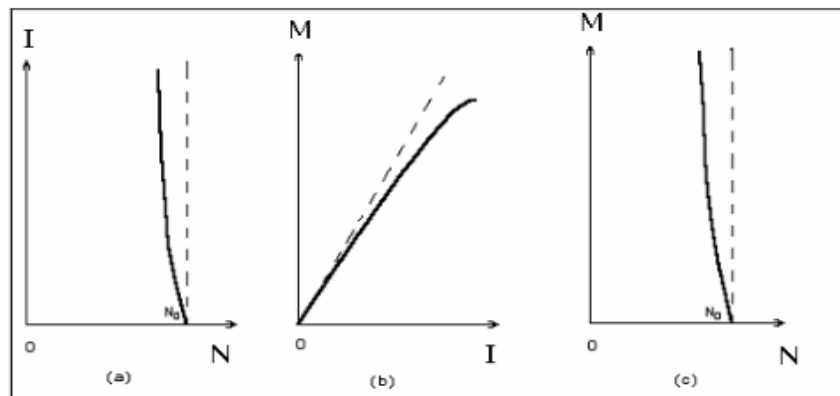


Figura 14. Curva Características del Motor de Excitación Derivación e Independiente (Pellicer, 1977)

- **Motor excitación compuesta**

La característica M (Par Mecánico del Motor), N (Numero de vueltas por minuto) se deduce de la excitación independiente, debido al efecto de la parte de inductor montada en serie, es más inclinada que la de la excitación independiente. En la figura 15, se muestra una comparación mecánica entre los tres tipos de motores:

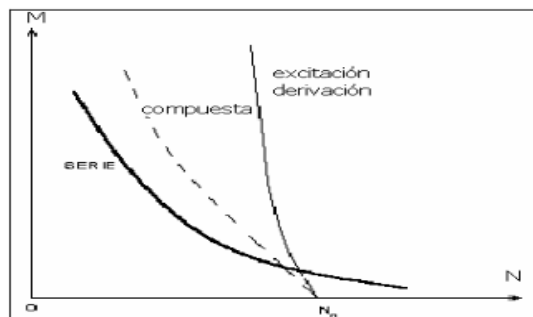


Figura 15. Comparación de las características mecánicas de tres motores Eléctricos (Pellicer, 1977)

- **Comparando los diferentes tipos de motores**

En la comparación se encontró que el motor de derivación no tiene aplicación en reacción eléctrica debido a su característica “dura” de velocidad. El motor de excitación independiente tiene características similares. El motor compuesto tiene margen de regulación de velocidad superior, pero el más apropiado es el motor serie (Pellicer, 1977).

2.2.3.3 Tipos de motores de corriente alterna

A los motores de corriente alterna se los puede clasificarlos de diferentes formas, por su velocidad de giro o rpm, por el rotor y por las diferentes fases de alimentación (autolibre, 2011).

- **Por su velocidad de giro**

Según (Weinbissinger, 2012). Se dividen en dos grupos Asíncronos y Síncronos.

Asíncronos. Se denomina asincrónico cuando la velocidad el campo magnético del estator supera a la del giro del rotor.

Síncronos. Se denomina sincrónico cuando la velocidad el campo magnético del estator es igual al giro del rotor y se dividen en:

- Motores eléctricos síncronos trifásicos.
- Motores eléctricos asíncronos sincronizados.
- Motores eléctricos con rotor de imán permanente.

- **Por su rotor**

- Motores eléctricos de anillos rozantes.
- Motores eléctricos con colector.
- Motores eléctricos de jaula de ardilla

- **Por número de fases de alimentación**

- Motores eléctricos monofásicos.
- Motores eléctricos bifásicos.
- Motores eléctricos trifásicos.
- Motores eléctricos con arranque auxiliar bobinado.
- Motores eléctricos con arranque auxiliar bobinado y con condensador.

2.2.4 BATERÍAS

Un acumulador eléctrico o batería es un mecanismo o dispositivo de almacenamiento de energía, para realizar el proceso de cargar se realizan procedimientos electroquímicos, los cuales le devuelve cargar parcial o total a la batería en su fase de carga; las recargas se pueden repetir un cierto número de veces dependiendo de la vida útil de la batería, de sus componentes, su mantenimiento y el trato que se le da a la misma, la batería es un generador eléctrico siempre y cuando se le haya suministrado la energía previamente ya que por sí sola no puede generar energía necesita de una fuente de alimentación para proveerse de energía (Tinoco, 2011).

Las baterías son elementos fundamentales de los vehículos eléctricos. En ellas está el éxito de su viabilidad técnica, económica y de igual manera del principal problema que es el tiempo de carga y su consumo (endesavehiculoelectrico, 2013).

- **Principio de funcionamiento**

La utilización de la batería como una fuente de energía se da gracias a una doble conversión de energía como se mencionó anteriormente esto se da gracias un proceso electroquímico dentro de las baterías por sus componente, la primera conversión se da haciendo que pase de energía eléctrica a energía química este fenómeno se da al momento de realizar la carga de la batería respectivamente, la segunda conversión cuando la

energía química se transforma en energía eléctrica es el momento de descarga de la batería, cuando la batería provee al dispositivo la energía necesaria para su funcionamiento (regenbat S.A, 2012).

En una batería se encuentra un conjunto de células en donde se realiza el fenómeno electroquímico en el cual se intercambian electrones e iones entre sus polos positivos y negativos. Como se observa en la figura 16 (Diariomotor, 2012).

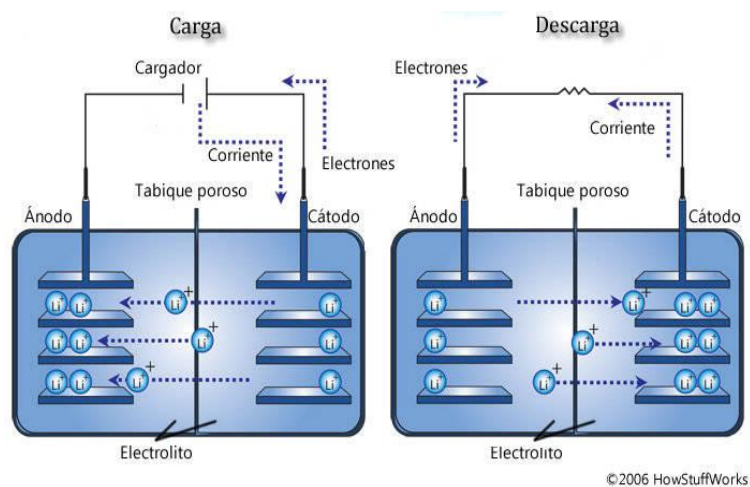


Figura 16. Fundamentos básicos de una batería
(Diario motor, 2012)

En la reacción de descarga se produce la corriente eléctrica para hacer funcionar el dispositivo que provee de energía a la batería, mientras que en la reacción de carga los electrones e iones vuelven a su estado original.

Existen 2 características que establecen la conducta, rendimiento y durabilidad de la batería, los elementos químicos que conforman la batería dan lugar a la reacción química en cada célula y al sistema que es el encargado del proceso de carga y descarga (Diariomotor, 2012).

Esta unión que conforma una celda de acumulación, se representa en una batería de plomo ácido, ligeramente de los 2 V, dependiendo de su carga. En la fase electrolítica cada uno de los electrodos van a una polaridad diferente como se observa en la figura antes mencionada. La batería cuenta con una polaridad positiva y otra negativa como se muestran en cada una de las baterías que se conocen tanto por sus símbolos + y - como por su color, rojo para positivo y negro para negativo (regenbat S.A, 2012).

Estas celdas están separadas por segmentos dentro de la carcasa de la batería. Cada celda cuenta con varias placas positivas y negativas, las cuales contienen separadores internos. Las placas que cuentan con la misma polaridad se encuentran conectadas en paralelo. La utilización de diversas placas de la misma polaridad permite extender la superficie activa de una celda, en figura 17, se observa la constitución de una batería (regenbat S.A, 2012).



Figura 17. Esquema de Batería
(regenbat S.A, 2012)

2.2.4.1 Tipos de baterías utilizadas en VE

Encontramos 3 tipos de baterías en el mercado para vehículos eléctricos dependiendo de sus componentes eléctricos y de sus componentes químicos, cuyo proceso actual las hace apropiadas para alimentar el motor de un vehículo eléctrico tanto por sus propiedades de acumulación de energía, como de descarga en su proceso de funcionamiento estas son: baterías de Plomo-Ácido, baterías de Metal-Níquel y las baterías de Ion-Litio. Para determinar qué tipo de batería es la adecuada se debe tener en consideración varios aspectos como: densidad, durabilidad, vida útil potencia, seguridad y costo (Ecured, 2016).

- **Baterías de plomo-ácido**

Las baterías de plomo-ácido son las más utilizadas en los vehículos en la actualidad y la opción de más bajo coste en el mercado, y se han utilizado durante muchos años en motores de combustión interna. Entre sus ventajas, además del bajo coste y ser las más comunes alrededor del mundo automotriz, se encuentran su potencia, excelente comportamiento en altas temperaturas, buen comportamiento en recarga y reciclables. Cuentan con la capacidad de almacenar 40 wh/kg, una densidad energética demasiado alta, las características principales de las baterías de plomo-ácido se encuentran en la tabla 2 donde consta tanto su costo de adquisición que es muy importante en el momento de tomar en cuenta que tipo de baterías obtener para los vehículos eléctricos (econex, 2011).

Tabla 2. Características de la Batería Plomo-Ácido

Batería plomo-ácido	Características
Costo	Bajo costo
Voltaje	Voltaje por celda medio(2 v)
Tecnología	Tecnología madura pero aun mejorable
Densidad	Alto peso densidad de energía baja
Toxico	El plomo es elemento elevadamente toxico, se recicla al 100%
Eficiencia	Eficiencia inferior al 100% no se utiliza la totalidad de las celdas
Durabilidad	Baja durabilidad
Descarga	Grado de auto descarga alto

- **Baterías de níquel-metal**

Las baterías de níquel – metal son utilizadas por varios vehículos híbridos en la actualidad, sus principales características son: su potencia, su vida útil, apta para reciclar, sus contras son: cuentan con un índice de descarga alto del 30% si no se la utiliza en un mes y su alto costo de elaboración ya que lleva en su interior componentes que son muy costos. Cuenta con 60 Wh/kg de densidad energética lo que le hace mejor batería que la de Plomo-Ácido, pero las mantiene todavía a cierta distancia de las de Ion Litio, son baterías muy peligrosas al momento de manipularlas por sus componentes, las

características principales de las baterías de níquel - metal encuentran en la tabla 3 (Diariomotor, 2012).

Tabla 3. Características Batería Níquel- Metal

Batería níquel-metal	Características
Costo	Costo superior a la energía de la batería de plomo
Voltaje	Voltaje por celda bajo(1.2v)
Tecnología	Tecnología muy madura
Densidad	Densidad de energía y potencia superior a la de plomo
Toxico	Altamente peligroso para el medio ambiente(Cd)
Eficiencia	Mayor eficiencia que las de plomo
Durabilidad	Buena durabilidad
Descarga	Alta auto descarga

- **Baterías de ion-litio**

Este tipo de baterías existen en diferentes variedades, sus características son superiores a las anteriores baterías, Su voltaje nominal, potencia específica, densidad energética, eficiencia de recarga, carga utilizable y su vida útil, ya que su índice de descarga es mucho menor que las anteriores. Como inconveniente, su menor vitalidad ante variaciones de voltaje obliga a incorporar costosos sistemas de gestión en las baterías para su protección y correcto funcionamiento, en el momento de carga y descarga de energía se utiliza varios componentes de alto costo, las características principales de las baterías de ion-litio se encuentran en la tabla 4 (Escotel, 2013).

Tabla 4. Características Batería Ion- Litio.

Características de Baterías Ion-Litio	
Costo	Bajo costo
Voltaje	Voltaje de la celda (3.2 v)
Capacidad	1 Ah de 20 Ah +
Temperatura	De baja temperatura - 40 a alta temperatura + 60 C
Tecnología	Tecnología madura pero aun mejorable
Densidad (E)	90 + horas vatio /Kilogramo
Toxico	Toxico para el ambiente

En la tabla 5, se podrá observar las comparaciones que existen entre estos tres tipos de baterías que son muy utilizadas en el ámbito automotriz para vehículos eléctricos.

Tabla 5. Tabla comparativa de baterías.

Tabla comparativa	Níquel- cadmio	Plomo- Acido	Ion-litio
Gravimétrico densidad de energía	95-80	30-50	150-190
Resistencia interna	100 a 200 (6 v)	< 100 (12 v)	150-130 x celda
Ciclo de vida	1500	200 a 300	300 a 500
Tiempo de carga rápida	1 h	8 a 16 h	1.5 a 3 h
Tolerancia de carga	moderada	alta	baja
Auto-descarga/mes	20%	5%	<10%
Voltaje de la célula	1.25 v	2 v	3.6 v
Corriente de carga	20 c	0.2 c	1 c
Temperatura de funcionamiento	-40 a 60 C	-20 a 60 C	-20 a 60 C
Requisitos de mantenimiento	30 a 60 días	3 a 6 mes	no requiere
Uso comercial desde que año	1950	1970	1991
Toxicidad	Alta	leve	baja

2.2.5 SISTEMA DE FRENO VE

- **Frenos regenerativos**

Los frenos regenerativos son un nuevo sistema que ayuda a disminuir la velocidad de un vehículo y de igual manera transforma una parte de la energía de movimiento o cinética en energía eléctrica como se observa en la figura 18, la energía es acumulada en las baterías para su posterior uso (Ecured, 2016).

En automóviles completamente eléctricos y vehículos híbridos, la energía es almacenada en bancos de baterías dependiendo de cuantas baterías tenga el vehículo se sabrá cuanta acumulación de energía tiene para su futuro uso. El freno regenerativo es un freno dinámico, donde la energía eléctrica que se genera al momento de realizar el frenado es eliminada en forma de calor pero hay que tomar en cuenta que siempre un sistema de freno regenerativo debe ir a la par con un sistema de frenos convencional del vehículo. Por estas dos razones (Ecured, 2016).

- a) El frenado regenerativo no reduce la velocidad de una manera eficiente cuando el vehículo se encuentra en bajas revoluciones.
- b) La cantidad de energía a eliminar está limitada a la capacidad que tenga el sistema de almacenamiento del vehículo esto quiere decir de la capacidad de carga con que cuentan las baterías, de igual manera si las

baterías se encuentran completamente cargadas no se podrá suministrar energía a las mismas por medio del freno regenerativo en ese caso tendrá que eliminarlo o a su vez actuar el sistema de frenos convencional para no producir energía. Por esta razón es necesario contar con un freno reostático que absorba el exceso de energía (Ecured, 2016).

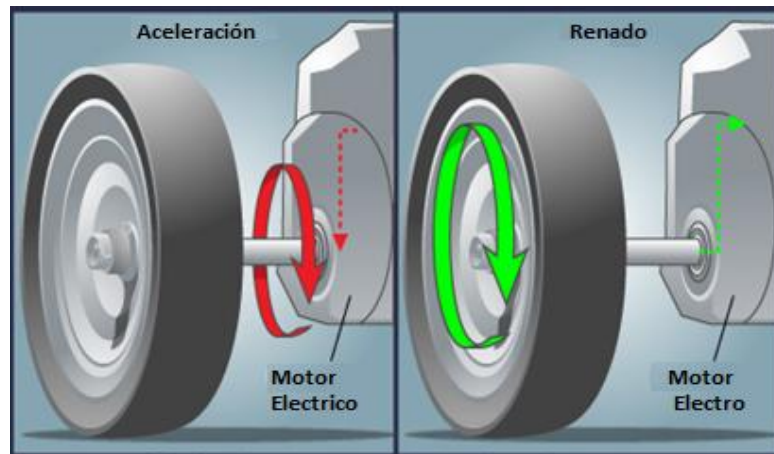


Figura 18. Funcionamiento Freno Regenerativo.
(hablandodeciencia, 2012)

2.2.6 SISTEMA DE SUSPENSIÓN VE

- **Suspensión pasiva**

El sistema de suspensión en vehículos eléctricos es el mismo que en un vehículo de combustión interna que se conoce. Se diferencian las suspensiones en las que dos ruedas de un eje están conectadas por medios elásticos, es decir que el movimiento de una rueda se transmite hacia la otra rueda este sistema de suspensión se denomina “rígida”, Por lo contrario con el otro sistema ambas ruedas cuentan con elementos de suspensión individuales se la llama suspensión independiente (Adrian Espinosa, 2011).

- **Suspensión activa**

Pero en la actualidad se está presentando un tipo de suspensión para vehículos eléctricos esta se denomina suspensión “Electro generadoras” la

cual se componen de un sistema hidráulico o neumático, capaz de generar fuerzas para compensar el balanceo y el cabeceo del vehículo. Un computador se encarga de recoger los datos tomados por sensores distribuidos estratégicamente para poder enviar las señales a los actuadores, en realidad estos reciben las señales de todos los sensores del automóvil, y que éstos actúen de forma que se mantenga un nivel máximo de estabilidad, en la figura 19 se observa el sistema de suspensión (Adrian Espinosa, 2011).



Figura 19. Suspensión vehículos eléctricos
(blogger, 2012)

La principal ventaja de la suspensión activa frente a la suspensión pasiva es que la suspensión activa permite un control de cada rueda independiente, gracias a este control se consigue mayor adherencia del vehículo al terreno, y mayor estabilidad al momento de conduciré con lo que se aumenta la seguridad en la conducción. La principal desventaja de la suspensión activa es su elevado costo, principalmente para el control sobre altas frecuencias, cuya implementación resulta demasiado costosa (blogger, 2012).

2.2.7 SISTEMA DE DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

2.2.7.1 Sistema de direcciones eléctricas

Los sistemas de Direcciones eléctricas se encuentran cada día más utilizados en vehículos de pasajeros, estos modernos sistemas permiten al conductor, tener mayor desempeño y maniobrabilidad al momento de una

situación de riesgo, o simplemente mayor confort en una conducción cotidiana.

Básicamente la idea de este sistema es que la asistencia a la dirección no es Hidráulica, si no eléctrica, encontrándose una unidad de control electrónico denominada generalmente EPS (Electronic Power Steering), que comanda a un motor corriente directa sin escobillas generalmente, aunque pueden existir variantes. Este motor esta acoplado al sector de la dirección, y asiste al movimiento del conductor (IDAE, 2012).

2.2.7.2 Partes sistema de dirección electrónica

Motor de dirección electrónica: es un motor de corriente directa de dos cables, el cual trabaja con inversión de polaridad, la polaridad se coloca sobre el motor de acuerdo al sentido de giro de la dirección, para eso la unidad de control electrónico cuenta internamente con una serie de transistores de potencia para este fin, el motor de dirección electrónica se observa en la figura 20 (IDAE, 2012).

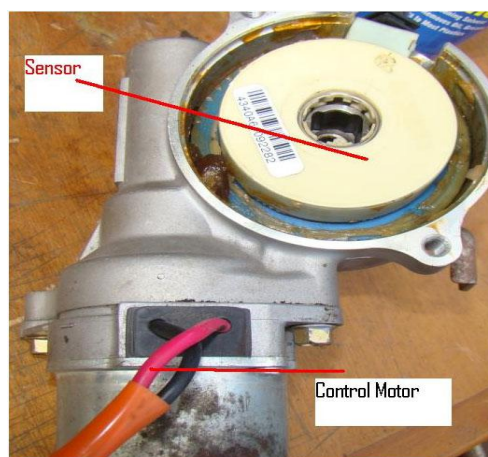


Figura 20. Motor de dirección electrónica
(autoavance, 2012)

Como se observa en la figura 21, el circuito de funcionamiento del motor de dirección electrónica, los transistores Q1, Q2, Q3, Q4 permiten colocar las polaridades necesarias sobre el motor MT1 (motor de la dirección),

básicamente la inversión es calculada por el microcontrolador que con señales de disparo a los transistores de potencia logra amplificar este control hasta el motor, la corriente que este motor maneja puede llegar hasta los 80 Ampere, de acuerdo al requerimiento de posición del sistema. Todo el comando es calculado por la unidad de control electrónico de la dirección EPS y este módulo tiene en cuenta las señales de requerimiento de asistencia, como por ejemplo la velocidad del vehículo VSS (autoavance, 2012).

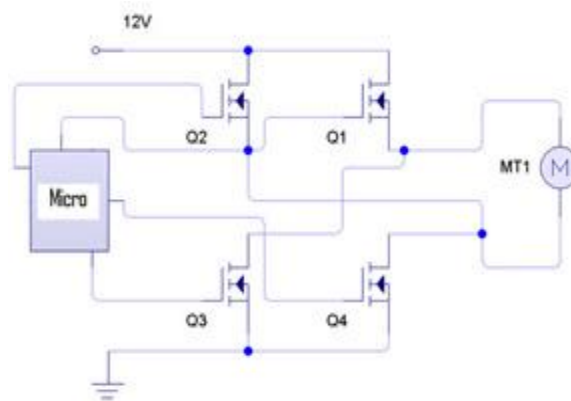


Figura 21. Esquema del funcionamiento circuito de dirección electrónica (autoavance, 2012)

2.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Energía solar fotovoltaica es aquella que produce energía eléctrica de origen renovable o de forma natural, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica o panel solar (Escotel, 2013).

La energía solar se utiliza para proveer de energía a diferentes aplicaciones como se muestra en la figura 22, para abastecer refugios o viviendas aisladas de la red eléctrica y para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución. Debido a la creciente demanda de energías renovables. La vida útil de los paneles fotovoltaicos es superior a 30 años, producen electricidad limpia durante más del 95 % de su vida útil, la energía solar fotovoltaica también se utiliza en otros ámbitos como en la de los vehículos eléctricos y la industria (Escotel, 2013).

Si se logra que los costos de fabricación de las células solares continúen disminuyendo, mediante su fabricación a gran escala, es probable que para los próximos años una buena parte de la electricidad consumida en los países con mayor cantidad de luz solar tenga su origen en la energía solar (Escotel, 2013).

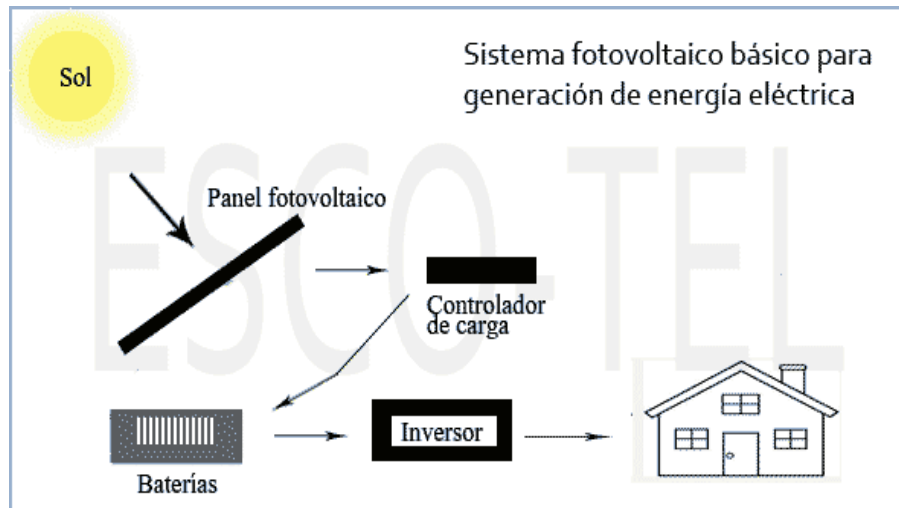


Figura 22. Funcionamiento de la energía solar fotovoltaica (Escotel, 2013)

La energía solar también puede complementarse con otras energías convencionales, para no tener que recurrir a grandes sistemas de acumulación, De esta forma, en una casa bien aislada se podría disponer de agua caliente y calefacción por energía solar y un sistema convencional a gas o eléctrico que funcionaría exclusivamente en los períodos en que no haya suficiente captación de luz solar (photaki, 2012).

2.4 PANELES SOLARES

El panel solar es un dispositivo fotovoltaico que ayuda a usar los rayos del sol como energía eléctrica. Lo que hacen estos elementos es recolectar la energía térmica o fotovoltaica del sol y transformarla en energía y pueda emplearse para producir electricidad o producir calor calentando algo como por ejemplo agua, los paneles solares cuentan con varias células dependiendo del tamaño y de la potencia que se requiera estas son las

encargadas del efecto fotovoltaico, y sirve para formar cargas positivas y negativas en semiconductores para formar el campo eléctrico que se necesita para producir electricidad (Eliseos, 2013).

El efecto fotovoltaico también puede funcionar cuando no existe presencia de sol únicamente los rayos uv que también ayudan con el proceso de producción de energía claro que en bajas cantidades, la constitución de los paneles solares es muy importante tanto por las celdas que cuenta ya que tienen que estar conectadas correctamente para su funcionamiento y el dimensionamiento del sistema solar deber ser el adecuado como se observa en la figura 23.

Un rendimiento con luz indirecto tienen paneles que cuentan con 36 celdas internamente conectadas en serie, porque producen una tensión más alta, que permite cargar las baterías con un promedio de 30 % de la potencia máxima (codeso, 2011).

Esta tipo de energía consiste en recibir la luz proveniente del sol por medio de un material semiconductor. La energía se debe almacenar en baterías, o bien puede ser inyectada directamente a la red eléctrica. Sin duda que aún queda mucho por avanzar en la tecnología de los paneles solares, especialmente en materia de eficiencia, pero esta energía es considerada una de las fuentes energéticas más limpias existentes hoy en día.



Figura 23. Paneles solares fotovoltaicos
(Eliseos, 2013)

2.4.1 TIPOS DE PANELES SOLARES

Existen principalmente 3 tipos de paneles Solares los más utilizados que son:

- Paneles solares termodinámicos
- Paneles solares térmicos
- Paneles solares fotovoltaicos

2.4.1.1 Paneles solares fotovoltaicos

Principalmente este tipo de paneles son los utilizados en los vehículos eléctricos con carga solar. Los paneles solares fotovoltaicos fueron éxito cuando salieron al mercado. Con su implementación se pudo apreciar la posibilidad de generar energía en un mismo sitio, Esta tipo de sistemas como se muestra en figura 24, consiste en que la energía de la radiación solar se transmite a los electrones de los materiales semiconductores de los paneles solares fotovoltaicos, creando una acumulación de energía y corriente eléctrica para abastecer a un mismo lugar la energía necesaria (Energías, 2015).



Figura 24. Paneles solares fotovoltaicos
(soltecnica, 2008)

2.5 CELDAS FOTOVOLTAICAS

Según (Yuba, 2015) Las Celdas Fotovoltaicas, figura 25, son sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico en su forma más simple, estos materiales se componen de un ánodo y un cátodo recubierto de un material fotosensible. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente de silicio. Las celdas fotovoltaicas, llamadas también celdas solares, están compuestas de la misma clase de materiales semiconductores que se usan en la industria microelectrónica, como por ejemplo el silicio.



Figura 25. Como se genera la energía en la celda fotovoltaica.
(Yuba, 2015)

2.5.1 FUNCIONAMIENTO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS Y EFECTO DE ABSORCIÓN

Según (Eliseos, 2013) La celdas solares fotovoltaicas funcionan bajo el principio de que la electricidad circulará entre dos semiconductores distintos al ponerlos en contacto uno con el otro y ser expuestos a la luz. Conectando un número de estas celdas entre sí, figura 26, se apreciará que se produce una útil y abundante circulación de corriente eléctrica. Un conjunto de dos o

más unidades de celdas fotovoltaicas de iguales características constituyen un módulo fotovoltaico.

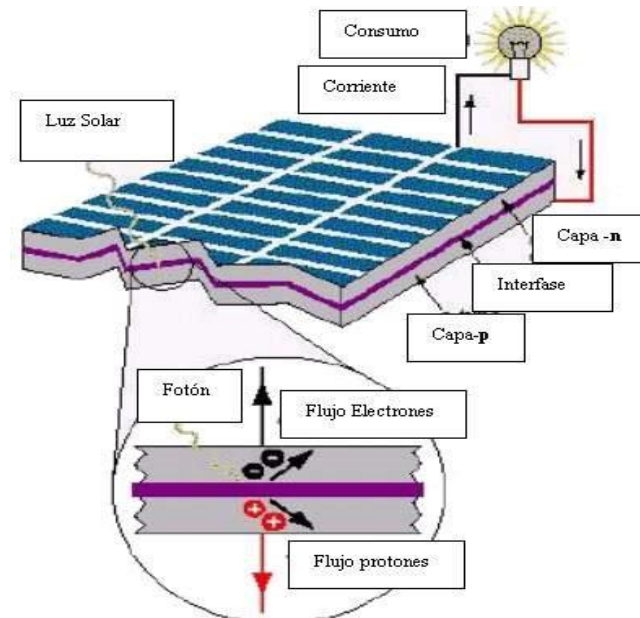


Figura 26. Efecto de Absorción
(blogspot, 2008)

2.5.2 TIPOS DE CÉLULAS O CELDAS FOTOVOLTAICA

Existen dos tipos de celdas fotovoltaicas que se usan comúnmente que son, mono cristalino y poli cristalino, pero en el mercado se encuentra otro tipo de celdas o células fotovoltaicas, Célula Tándem.

2.5.2.1 Célula fotovoltaica de silicio mono cristalino

Las células de silicio mono cristalinas figura 27, al enfriarse, el silicio fundido se solidifica formando solo un único cristal de grandes dimensiones. Luego se corta el cristal en delgadas capas que dan lugar a las células. Estas células generalmente son un azul uniforme (Escotel, 2013).

- **VENTAJAS:**

- Buen rendimiento de 14% al 16%.

- Buena relación Wp m² (~150 WC/m², lo que ahorra espacio en caso necesario)
- Número de fabricantes elevado.



Figura 27. Celda de silicio mono cristalino (pueblosolar, 2012)

Las características principales de las celdas mono cristalinas se presentan a continuación en la tabla 6, donde se podrá observar cada una de las características especificadas.

Tabla 6. Tabla de Características celda Mono cristalino.

Celdas Mono cristalinas	Características
Características	Cristal templado de alta transmisión, perdurable, excelente resistencia al clima
Garantía de vida útil	Vida útil de 25 años
Utilización	Sistema de generación de energía eléctrica
Voltaje a circuito abierto	37.62 V
Voltaje de operación	31.30 V
Corriente de corto circuito	8.53 A
Operación de Corriente	7.96 A
Poder máximo	250 Wp
Temperatura de operación	-40C a 85C
Voltaje máximo del sistema	100VDC(IEC)/600VDC(UL)
Tolerancia de poder	±3%
Especificación de la celda	Mono-cristalina 156x156mm
Cantidad de celdas	60(6x10)
Tamaño	1650x992x50mm
Especificaciones del cristal	Cristal templado
Marco	Aleación de aluminio
Temperatura de operación	45±2 C
Costo	us234

2.5.3 CÉLULA FOTOVOLTAICA POLI CRISTALINO

Una célula fotovoltaica basada en silicio poli cristalino figura 28, durante el enfriamiento de silicio en un molde se forman varios cristales. La fotocélula es de aspecto azulado, pero no es uniforme, se distinguen diferentes colores creados por los diferentes cristales (Escotel, 2013).

- **Ventajas:**

- Células cuadradas (con bordes redondeados en el caso de poli cristalino) que permite un mejor funcionamiento en el módulo.
- Eficiencia de conversión óptima, alrededor de 100 Wp/m², pero un poco menor que en el poli cristalino.
- Lingote más barato de producir que el poli cristalino.



Figura 28. Celda poli cristalina
(pueblosolar, 2012)

Las características principales de las celdas poli cristalinas se presentan a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Tabla de Características celda Poli cristalino.

Celdas Poli cristalino	Características
Voltaje a circuito abierto	37 V
Voltaje de operación	30 V
Corriente de corto circuito	8.18 A
Operación de la corriente	7.66 A
Poder máximo	230Wp
Temperatura de operación	-40C a 85C
Voltaje máximo del sistema	100VDC(IEC)/600VDC(UL)
Valor de fusible en serie	16 A
Especificación de la celda	Poli-cristalina 156x156 mm(6in)
Cantidad de celdas	60(6x10)
Tamaño	1650x992x50mm(65x39.1x2.0in)
Especificación del cristal	3.3mm(0.13in) vidrio templado
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Temperatura de operación	45±2 C
Costo	299us panel solar

2.6 CARGA DE BATERÍA

Se debe tomar en cuenta la carga de la batería por la constante variación de carga y descarga que sufre, ya que la curva de carga de una batería es irregular como se muestra en la figura 29 (Leica Geosystems AG , 2010).

La carga de una batería es el factor más importante a tomar en cuenta al momento de utilizar baterías recargables. El desempeño y la vida útil de las baterías serán afectados por la eficiencia del cargador utilizado o los métodos de carga que se utilicen (Leica Geosystems AG , 2010).

Ya que la batería se encuentra totalmente cargada aún sigue recibiendo carga constantemente, en ese caso es una carga mínima. Puede ser que exista un corte de carga automático (Pellicer, 1977).

Una vez cortada la carga de energía, la batería se queda en estado Nulo, no conduce ni recibe carga. Debido a la auto descarga, el cargador siempre está en constante actividad, si la carga de la batería baja, el cargador vuelva a ceder corriente a la batería para que puede cargase nuevamente con normalidad. Este ciclo se denomina estado de flotación hay que tomar en cuenta el tiempo de carga de la batería (Pellicer, 1977).

No es lo mismo una carga lenta de 10 a 20 horas, que una carga en media hora o una hora solo para que pueda funcionar en ese momento el elemento, se debe llevar muy en cuenta el tiempo de carga de la batería ya que de eso dependerá la vida útil de la misma (IDAE, 2012).

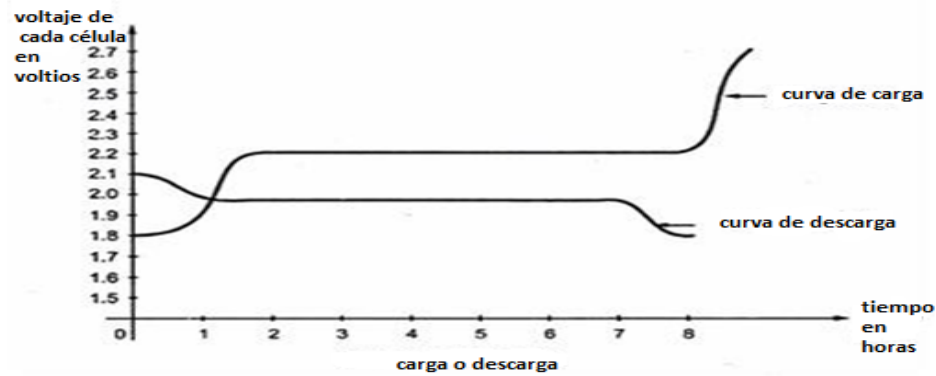


Figura 29. Curva de carga y descarga (Batería)
(TODOPRODUCTIVIDAD, 2012)

2.7 ESTRUCTURA VE

2.7.1 CARROCERÍA Y CHASIS

Los vehículos eléctricos tienen formas muy especiales y no hay normas establecidas de diseño. Se trata de minimizar la resistencia del aire, minimizar el peso y hacer los vehículos lo más seguro posible como se muestra en la figura 30. En los diseños de chasis el propósito es maximizar la rigidez y la seguridad. Hay tres tipos de chasis (blogspot, 2008):



Figura 30. Vehículo eléctrico
(Coast pink, 2014)

- Estructura espacial
- Semi-monocasco
- Monocasco

La estructura espacial usa tubos soldados que soportan la carrocería de resina como fibra de vidrio, fibra de carbono y kevlar (Croxwell, 2014).

El chasis semimonocasco usa las vigas y cabeceras de resina como fibra de vidrio, fibra de carbono y kevlar para soportar el peso y está integrado en la parte inferior, con las secciones superiores a menudo unidas a la carrocería

La estructura monocasco usa la carrocería como una estructura que soporta la carga (Hinostroza, 2001).

Las resinas compuestas se usan ampliamente en los automóviles solares. La fibra de carbono, el Kevlar y la fibra de vidrio son los materiales estructurales más frecuentes (blogspot, 2008).

2.7.2 BAMBÚ

Las nuevas alternativas para la construcción de edificaciones y estructuras en general han revolucionado en el siglo XXI este es el caso del el Bambú como se observa en la figura 31. La enorme capacidad del bambú para soportar alto esfuerzo de compresión, flexión y tracción lo hacen óptimo para reemplazar al metal y maderas en estructuras (Hinostroza, 2001).



Figura 31. Bambú
(Hinostroza, 2001)

El Bambú y la Guadua son el acero del siglo XXI, debido a sus características y propiedades. Representa una oportunidad de negocio sustentable, teniendo un gran potencial en el futuro, ya que se trata de un material renovable que es barato y resistente. Se puede usar en diversas actividades económicas, destacando la construcción, fabricación de muebles, estructuras y artesanías (Cantero, 2012).

El bambú es una especie vegetal que crece principalmente en climas tropicales en diversa regiones del mundo. Existen una amplia variedad de bambús distribuidos en América, África y Asia, Actualmente se conocen más de 90 géneros y 1040 especies, por lo que cuentan con diversos tamaños y diámetro, ampliando sus posibilidades de uso en diversos sectores Su rápido crecimiento es una característica distintiva que favorece su renovación y su reproducción es sencilla (Croxwell, 2014).

La flexibilidad y resistencia de los bambús son dos propiedades que hacen posible su utilización como material de construcción. La durabilidad y resistencia que poseen han hecho que se le compare con el acero, razón por la cual se le ha denominado como el acero vegetal (Hinostroza, 2001).

En los últimos años se ha observado su potencial como material de construcción, ya que evidentemente es más barato que otros materiales y posee características similares en cuanto a resistencia, dureza y flexibilidad. Además al ser renovable, se aumentan las ventajas de su uso, ya que no se daña severamente al contacto con el ambiente (Hinostroza, 2001).

Es claro el atractivo del bambú en la industria de la construcción. Su resistencia, flexibilidad, durabilidad y capacidad de renovación, contribuyen a que sea viable económica, ambiental y ecológico (Cantero, 2012).

2.7.3 VEHÍCULO CON FIBRA VEGETAL

Vehículos de tecnologías sustentables: Los modelos de vehículos realizados en materiales no convencionales, como bambú, plástico y cartón, entre otros figura 32, se encuentran en todo el mundo. Son amables, sustentables y con conciencia social. Cada vez más personas están buscando una alternativa

de movilidad amigable con el ambiente. Tienen las características de ser silenciosas, fuertes, seguras, elegantes, livianas y vistosas, además de la innovación en la movilidad de las personas (karii-ortega, 2012).



Figura 32. Vehículo con fibra vegetal
(karii-ortega, 2012)

2.7.4 BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

En la Bioarquitectura el bambú constituye una alternativa eficaz a la madera tradicional y al acero, es mucho más fuerte que el roble, más ligero que el hormigón, flexible y estéticamente agradable (Torres, 2015).

El Bambú es una planta de mil usos que se emplea en: Arquitectura, Muebles, Tecnología, Transporte. Este material puede ser utilizado no sólo para construir puentes y catedrales, sino también para cubrir los pisos, paredes, crear ropa, papel, vinagre, estructuras, cosmética, alimentación animal y también ser consumidos por los seres humanos (Hinostraza, 2001). Se ha clasificado el bambú como una hierba y no un árbol. Proviene principalmente de Asia, África y América, 50° de latitud norte (Japón Septentrional) y 47 ° latitud sur (Chile meridional). Uno de los países pioneros en utilizar el bambú a 360° es la China, son especialistas en construir súper andamios para los rascacielos entre otras estructuras (Torres, 2015).

El bambú crece a una velocidad sorprendente, en un solo día, es capaz de desarrollarse dentro de un metro o más dependiendo de la especie. Alcanza alturas de hasta 30 metros o más, con un diámetro máximo de 25 cm. No necesita ser replantado después de la cosecha, por su extensa red de raíces que produce continuamente nuevos brotes, visibles a simple vista. Vive esencialmente de la luz del sol y de las partículas contaminantes presentes en la atmósfera, convirtiéndolas en su alimento, purificando el ambiente. No requiere de plaguicidas tóxicos ni de fertilizantes o del petróleo para maquinarias que sustenten su cuidado, es una planta que se cuida prácticamente sola sin intervención del ser humano (Hinostroza, 2001).

2.7.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

En la figura 33, se puede observar el bambú y sus características principales (Hinostroza, 2001).



Figura 33. Características del bambú (Hinostroza, 2001)

- Propiedades especiales: Ligeros, flexibles.
- Aspectos económicos: Bajo costo.

- Estabilidad: Baja a mediana.
- Capacitación requerida: Mano de obra tradicional para construcciones de bambú.
- Equipamiento requerido: Herramientas para cortar y partir bambú.
- Resistencia sísmica: Buena.
- Resistencia a huracanes: Baja.
- Resistencia a la lluvia: Baja (Las estructuras de bambú deben contar con un buen volado para protegerlo de la humedad, y darle mayor durabilidad)
- Resistencia a los insectos: Baja (El bambú se debe preservar y secar ya que está maduro, para evitar la presencia de insectos y hongos)
- Idoneidad climática: Climas cálidos y húmedos.

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Con el fin de obtener los objetivos planteados al inicio del proyecto de titulación, se determinó utilizar el método Inductivo – deductivo, donde se logró indicar los requerimientos necesarios para la realización del proyecto. Al realizar el análisis de cada uno de los elementos y componentes que forman parte del diseño y construcción del prototipo se obtuvo los resultados esperados. Al diseñar y Construir un Prototipo de Vehículo Eléctrico monoplaza alimentado por energía solar mediante paneles solares con estructura de bambú se logró conocer los diferentes procesos de fabricación de un prototipo de vehículo tanto de su estructura, componentes y fuentes de alimentación, de esta manera se consiguió desarrollar un prototipo ecológico que no afecte al medio ambiente ya que se trata de un vehículo eléctrico solar de bambú. Al realizar un estudio de las diferentes fases de diseño al prototipo, se logró determinar las ventajas y desventajas del diseño y construcción del prototipo de vehículo eléctrico y de esta manera facilitar su elaboración. Al realizar el análisis estructural del prototipo a construir se determina el material de la estructura con los elementos que se muestran en los anexos 3 y 4, El bambú fue uno de los materiales de la estructura por sus propiedades físicas y mecánicas que este material posee como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la deformación, elasticidad y ligereza, Para las bases se utilizó acero A 36 en platinas y tubos, para saber la ubicación de cada uno de los componentes que conformaron el prototipo de vehículo eléctrico se desarrolló una simulación en el programa de simulación solidworks. Para el diseño y análisis estructural se tomó en cuenta la ayuda del mismo programa de simulación software solidworks como un asistente de diseño, en el cual se determinó las dimensiones del prototipo, así como la simulación de deformación del material, aplicando la fórmula de esfuerzo y deformación por medio del módulo de elasticidad $E = \delta/\epsilon$ con diferentes fuerzas y pesos. El análisis de cargas se realizó para determinar cuanta deformación y carga soportaba el prototipo, En el caso de carga eléctrica tanto por la conexión de enchufe de

110 V y por medio de paneles solares fotovoltaicos se determinó, tiempo que tomo para realizar una carga completa de la batería y cuáles fueron las condiciones óptimas para que se produzca la carga, para esto se utilizó fórmulas como; Potencia de la batería $P = V \times I$, Energía de la batería $E = P \times t$, El tiempo de carga del cargador $T_c = (I \text{ Batería}) / (I \text{ Cargador})$, Tiempo de carga del Panel solar $T_c = (I \text{ Batería}) / (I \text{ Panel solar})$, Tiempo de duración de la energía de la batería $t = E / P$, Para el tema del tren motriz se utilizó fórmulas como la de Relación de transmisión $i = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$, Torque $T = (HP \times 716) / \text{Rpm}$, Longitud que recorre la rueda $L = 2 \times \pi \times r$, Velocidad $v = L \times \text{rpm}$, Potencia $P(cv) = \mu r \times Q \times V / \eta \times 270$, Autonomía $d = v \times t$, con los resultados que se obtuvieron de estas fórmulas se consiguió la velocidad y el torque del prototipo VSB.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DISEÑO DEL VEHÍCULO V.S.B (VEHÍCULO SOLAR DE BAMBÚ)

Para la realización del análisis y resultados del proyecto se tomará en consideración realizar los siguientes puntos como se observa en la figura 34.



Figura 34. Procedimiento a realizar.

Donde se explica el procedimiento a realizar desde la simulación para seleccionar el motor, baterías y paneles solares, la selección de materiales que conformarán la estructura pasando por el diseño del prototipo en el asistente de diseño, solidworks ,simulación de deformaciones en la estructura, calculo estructural hasta llegar a la fabricación del prototipo, al realizar cada uno de estos pasos se podrá dar cuenta que tipo de materiales y componentes son necesarios para la fabricación y se analizará el comportamiento del material con el cual será fabricada la estructura, de esa manera se realizará la correcta construcción del prototipo.

Al realizar los diferentes procedimientos se podrá observar el desarrollo del proyecto de titulación tanto en la parte práctica como en la parte teoría esto se refiere de igual manera a la simulación que se realizará y será indispensable para la construcción final del prototipo a construir.

4.2 SIMULACIÓN

4.2.1 SIMULACIÓN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL V.S.B

Para la obtención del motor eléctrico D.C., número de Baterías y Paneles solares que son necesarios para el correcto funcionamiento del prototipo se a toma en cuenta realizar una simulación en el programa Excel con los siguientes parámetros como se observa en la figura 35, se necesitará saber que motor eléctrico D.C cumple con las siguientes características, que pueda recorrer una distancia de 40 km con un cierto peso que sería el peso total del prototipo incluido el peso del conductor aproximadamente 130 kg a una velocidad máxima de circulación de 40 km/h, dependiendo de los resultados obtenidos se podrá seleccionar el tipo de motor que más se aproxime a las necesidades requeridas.



Figura 35. Simulación para la obtención de motor, baterías y panel solar.

Para la obtención del motor, número de baterías y número de paneles solares se ha desarrollado una simulación en el programa Excel.

Con los parámetros antes mencionados y la fórmula 6, dada a continuación se logró encontrar la potencia del motor que se requiere para este proyecto.

$$P(cv) = \frac{\mu r \times QT \times V}{\eta \times 270} \quad [6]$$

Donde:

P: Potencia del motor (CV) “Caballos de Vapor”

μ_r : Coeficiente de rodadura

QT: Peso total (Kg)

V: Velocidad (Km/h)

η : Rendimiento

El Coeficiente de rodadura es un coeficiente adimensional que se obtendrán de diferentes factores como el estado y la presión de los neumáticos, de la naturaleza y estado del piso, de la velocidad del vehículo, etc. Para cálculos generales, se puede usar un valor medio de $\mu_r = 0,02 - 0,03$. En este caso se tomó un promedio de las dos medidas entre 0,02 y 0,03, que da como resultado un $\mu_r = 0,025$, que se utilizó en la fórmula 6.

Para el rendimiento se tomó en cuenta características técnicas de varios motores eléctricos de corriente continua, dando como resultado un rendimiento del 78% como se puede observar en la tabla 8, donde se realiza la simulación del cálculo de la potencia del motor eléctrico que se necesitara.

Tabla 8. Simulación del cálculo de la potencia

Calculo de la Potencia		
μ_r coeficiente de rodadura	0.025	
Peso Total	125	Kg
Velocidad	40	Km/h
Rendimiento	75%	
Potencia	0.62	CV
	454.01	W

$$P(cv) = \frac{0,025 \times 125 \times 40}{78 \times 270}$$

$$P(cv) = 0,593cv$$

$$P(w) = 0,593(CV) \times 735.39875 (w)$$

$$P(w) = 436,091w$$

Con el resultado obtenido es necesario un motor con una potencia mayor a 450W, para que pueda cumplir con todas las expectativas necesarias del prototipo, en el mercado existen motores de 500 W y 1000 W que se muestran en la tabla 9, donde se encuentran sus características técnicas y serán los adecuados para la construcción del prototipo.

Tabla 9. Motores de 500 W y 1000 W.

Motores				
Marca o Modelo	Ebike	Bafang	Turnigy	Brushless
Potencia [W]	500	500	500	1000
Voltaje Nominal	36	48	14.8	48
Corriente Nominal [A]	13.80	10.41	33.00	12.00
Velocidad Nominal [rpm]	370	340	350	480
Autonomía [Km/h]	50	42	40	60
Carga Máxima [Kg]	130	135	135	140
Peso Motor [Kg]	6	4,9	6	6,2
Eficiencia Motor [%]	78%	78%	78%	85%
Torque [Nm]	0.80	1.91	3.00	25.00
Precio [Us]	450	500	480	400
Dimensión [mm]	127X95	130X135	125x90	250x250

Dependiendo del tipo de motor a utilizar se sabrá el número de baterías y el número de paneles solares, por ello se realizará una simulación con cada uno de los motores para saber qué tipo de elementos a utilizar para el correcto funcionamiento de motor eléctrico.

En las tablas 10 y 11 se tendrá los diferentes tipos de baterías y paneles solares, con sus características.

En el mercado existen varios tipos de baterías que funcionan perfectamente con nuestro propósito, entre ellos se tendrá 3 tipos los que se detallan a continuación.

Tabla 10. Tipos de baterías

Baterías			
Tipo	Agm	Ion-litio	Seca
Voltaje [V]	12	48	12
Corriente [Ah]	35	12	12
Peso [Kg]	1.50	3.00	2.00
Precio [Us]	69	500	46

Para la selección de la batería a utilizar se debe tomar en cuenta, para que objetivo se necesita la batería, en este caso alimentar el motor eléctrico seleccionado y para un sistema de almacenamiento de energía generada por paneles solar fotovoltaicos.

Para la selección del panel solar se debe tomar en cuenta, que tipo de dispositivo se necesita que funcione con el panel solar y dependiendo de eso saber cuánta potencia, voltaje e intensidad es necesaria. En este caso dependiendo de las baterías a utilizar se escogerá el panel solar adecuado para un sistema de almacenamiento de energía, entre ellos se tendrá 3 tipos de paneles solares que se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Tipos de paneles solares.

Panel Solar			
Fabricante	Luxury	Exmork	EcoSolar
Tecnología	monocristalino	policristalino	policristalino
Número de células	único cristal de silicio	144 silicio	36 silicio
Potencia máxima [W]	150	50	140
Corriente [A]	8.5	3.07	7.97
Voltaje [V]	48.00	12,00	21.90
Voltaje con circuito abierto [V]	22.90	22,00	21.90
Temperatura [°C]	-40 +85	-40 +86	-40 +87
Vida útil de panel [años]	25	10 a 25	25
Alto [cm]	150	54	148
Largo [cm]	60	67	67
Ancho [cm]	2.50	3.00	3.50
Peso [Kg]	11.40	4.00	10.50
Precio [Us]	388	100	340

4.2.1.1 Simulación selección de motor, baterías y panel solar.

La simulación que se realizó determinó que el motor Brushless hub que cuenta con una potencia de 1000 W, Voltaje 48 V, Corriente 12 A, Autonomía 40 km/h, Eficiencia del motor 78%, Velocidad 480 rpm y un Torque de 25 Nm es el más adecuado, ya que cumple con todas las especificaciones necesarias para el correcto funcionamiento del VSB a construir.

Para buen funcionamiento del motor Brushless Hub de 1000 W es necesario una batería de Ion- Litio, de Voltaje 48 V, Corriente 12 - 20 Ah y 4 paneles

solares EXMORK de Potencia 50 W cada uno, Voltaje 12 V, Corriente 3 A, con una conexión en serie se obtendrá 200 W de potencia, 48 V y 3 A para poder cargar las baterías, con las especificaciones tanto del motor como de las baterías y los paneles solares, el funcionamiento del prototipo será el correcto. Como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Simulación de selección de motor, baterías y paneles

Simulación		
Motor	Brushless	
Seleccionar Baterías	Ion-litio	
Seleccionar Panel Solar	Exmork	
Calculo de Baterías		
	Serie	Paralelo
Número de baterías Ion-litio	1	1
Cumple corriente	Si cumple	Si cumple
Cumple Voltaje	Si cumple	Si cumple
Calculo Panel Solar		
	Serie	Paralelo
Número de Paneles Solares Exmork	4	4
Cumple Voltaje	Si cumple	Si cumple

La figura 36, se podrá observar el diagrama didáctico de la conexión eléctrica, para esto es necesario los 4 paneles solar conectados en serie al regulador de carga mediante cables positivo y negativo 12AWG-MCM/5,216mm²/55A.

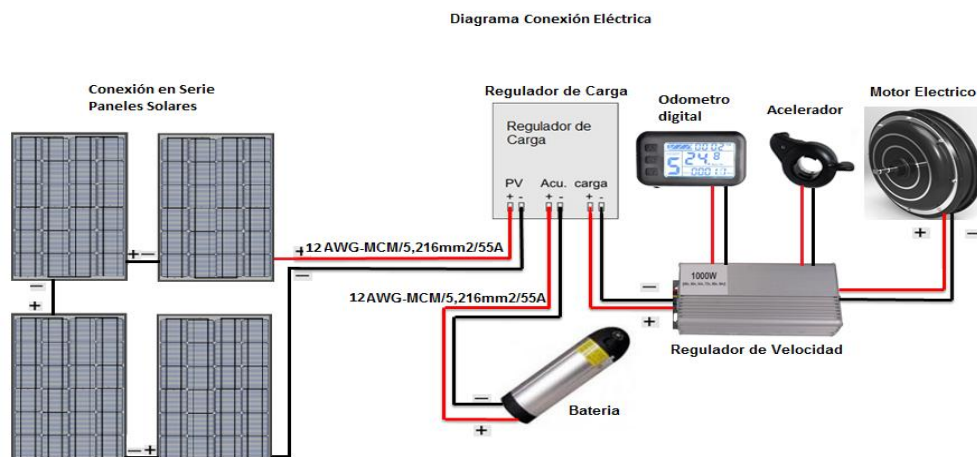


Figura 36. Diagrama esquemático de conexión eléctrica

La batería va conectada al regulador de carga para poder recibir la carga de energía de los paneles solar y recargar a la batería correctamente, El regulador de carga distribuye la carga de la batería hacia los demás componentes en este caso el modulo, el cual controla la velocidad, el acelerador eléctrico, el odómetro digital y este a su vez va conectado al motor eléctrico para su funcionamiento.

4.2.1.2 Cálculos con respecto al Motor eléctrico, batería y panel solar seleccionados

Con los datos mencionados en la tabla 13 y las fórmulas dadas a continuación 7, 8, 9 se realizará los cálculos correspondientes de la potencia de la batería, energía de la batería y Tiempo de duración de la energía en la batería.

Tabla 13. Equipos eléctricos a utilizar

	Motor Eléctrico	Batería ion-litio	Panel Solar
Voltaje (V)	48	48	48
Intensidad (A)	12	20	3
Potencia(W)	1000	?	200

- Potencia de la batería

$$P = V \times I \quad [7]$$

$$P = 48v \times 12A = 576 w$$

$$P = 0,576kw$$

- Energía de la batería

$$P = \frac{E}{t} \quad [8]$$

$$E = P \times t$$

$$E = 0,576kw \times 1h$$

$$E = 0,576 kwh$$

- Tiempo de duración de la energía de la batería

$$t = \frac{E}{P} \quad [9]$$

$$t = \frac{0,576 \text{ kwh}}{1 \text{ kw}}$$

$$t = 0,576 \text{ h}$$

Dónde:

t: Tiempo (h)

E: Energía (kw h)

V: voltaje (v)

I: Corriente (A)

P: Potencia (Kw)

4.2.1.3 Longitud, Velocidad y autonomía con y sin panel solar que alcanza el VSB

- Calculo de la Longitud que recorre la rueda con respecto al radio de la misma figura 37, utilizando la fórmula 10.

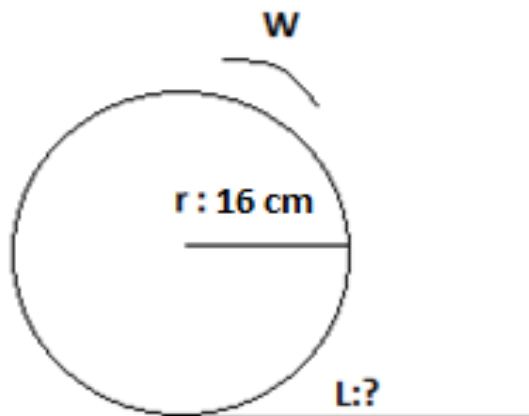


Figura 37. Gráfico de la rueda VSB

$$L = 2 \times \pi \times r \quad [10]$$

$$L = 2 \times 3,1416 \times 0,16\text{m}$$

$$L = 1,0053 \text{ m/vuelta}$$

- La Velocidad que alcanza el VSB con respecto a las rpm del motor y la longitud se calcula con la fórmula 11.

$$v = L \times rpm \quad [11]$$

$$v = 1,0053 \frac{m}{vueltas} \times 480 \frac{vuelta}{min} \times \frac{1 min}{60 s}$$

$$v = 8,04 \frac{m}{s}$$

$$v = 8,04 \frac{m}{s} \times \frac{1 km}{1000 m} \times \frac{3600 s}{1 h}$$

$$v = 28,944 \frac{km}{h}$$

- La autonomía o distancia que recorre el VSB sin panel solar se calcula con la fórmula 12.

$$d = v \times t \quad [12]$$

$$d = 28,944 \frac{km}{h} \times 0,576 h$$

$$d = 16,672 km$$

- El cálculo de la Energía con respecto al uso del panel solar y energía total sumadas entre (E Batería + E Paneles) se calcula con la fórmula 13 dada a continuación.

$$P = 200 w \times \frac{1kw}{1000w} \quad [13]$$

$$P = 0,2 kw$$

$$E_{pa} = P \times t$$

$$E_{pa} = 0,2kw \times 1h$$

$$E_{total} = E_{ba} + E_{pa}$$

$$E_{total} = 0,576kwh + 0,2kwh$$

$$E_{total} = 0,776 kwh$$

- La autonomía del VSB con panel solar se calcula con la fórmula 14.

$$d = v \times t \quad [14]$$

$$d = 28,944 \frac{km}{h} \times 0,776 h$$

$$d = 22,46 km$$

Donde:

t: Tiempo (h)

E: Energía (kw h)

V: voltaje (v)

I: Intensidad (A)

P: Potencia (Kw)

L: Longitud (m/vueltas)

d: distancia (Km)

v: Velocidad (Km/h)

Eba: Energía de la batería (kw h)

Epa: Energía del panel solar (kw h)

Al realizar los cálculos teóricos del VSB sin el panel solar se podrá observar una autonomía de 26 Km, únicamente con la energía de la batería por hora, mientras que al realizar los cálculos con el panel solar se tendrá una autonomía de 30,08 Km, dando como resultado un aumento de 4 km de recorrido por hora.

4.2.1.4 Cálculos con respecto a la pendiente

Para la obtención de los cálculos teóricos con respecto a la pendiente se tomará en cuenta los siguientes aspectos: el ángulo de la pendiente, la velocidad, el peso, coeficiente de rozamiento o rodadura, la potencia y las rpm. Para que el vehículo pueda rodar en el asfalto la fuerza tangencial debe ser menor a la fuerza de rodadura. Si la fuerza tangencial es mayor a

la fuerza de rodadura las neumáticas no rodarían sino que se deslizarían y patinarían por el asfalto

Para calcular la fuerza de rodadura y la fuerza tangencial se utiliza las fórmulas 15 y 16, que serán utilizadas en la simulación y que se representa en las tablas siguientes, donde indican hasta que Angulo de inclinación el prototipo podrá subir y a qué velocidad como se observa en la figura 38.

$$F_a = \mu_a \times Q_t \times \cos\alpha \quad [15]$$

$$F = \frac{75 \times n_t \times P}{v} \quad [16]$$

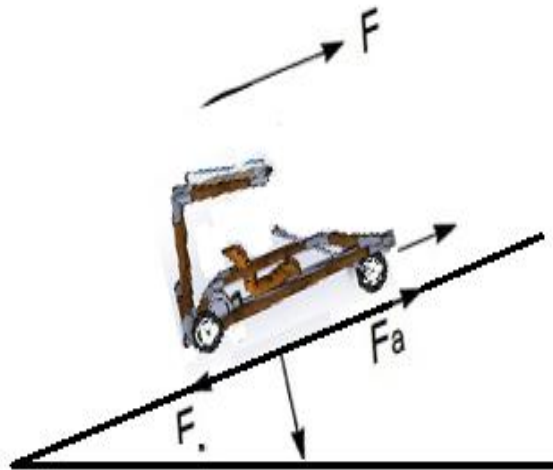


Figura 38. Grafica fuerza tangencial y de rodadura

Si $F < F_a \rightarrow$ condición de rodadura

Si $F > F_a \rightarrow$ deslizamiento (No deseado)

Donde:

Qt: peso total (Kg)

nt: rendimiento

P: Potencia (cv)

V: Velocidad

Ua: Coeficiente de rodadura

F: Fuerza Tangencial

Fa: Fuerza de rodadura

4.2.1.5 Simulación cálculos de velocidad con respecto al ángulo de la pendiente

En las siguientes tablas 14 y 15 se calculará el ángulo de la pendiente que el prototipo podrá subir y a qué velocidad.

Tabla 14. Cálculos con respecto al ángulo y velocidad

Potencia(CV)	1.36	1000(W)		Potencia(CV)	1.36	1000(W)	
Velocidad(m/s)	1.39	5 (km/h)		Velocidad(m/s)	2.78	10 (km/h)	
Coeficiente de rozamiento	0.5			Coeficiente de rozamiento	0.5		
Peso total(Kg)	130			Peso total(Kg)	130		
Angulo	Fr	F		Angulo	Fr	F	
0	65.00	55.06	Rueda	0	65.00	27.53	Rueda
10	64.01	55.06	Rueda	10	64.01	27.53	Rueda
20	61.08	55.06	Rueda	20	61.08	27.53	Rueda
30	56.29	55.06	Rueda	30	56.29	27.53	Rueda
40	49.79	55.06	Desliza	40	49.79	27.53	Rueda
50	41.78	55.06	Desliza	50	41.78	27.53	Rueda
60	32.50	55.06	Desliza	60	32.50	27.53	Rueda
70	22.23	55.06	Desliza	70	22.23	27.53	Desliza
80	11.29	55.06	Desliza	80	11.29	27.53	Desliza
90	0.00	55.06	Desliza	90	0.00	27.53	Desliza

Tabla 15. Cálculos con respecto al ángulo y velocidad

Potencia(CV)	1.36	1000(W)		Potencia(CV)	1.36	1000(W)	
Velocidad(m/s)	4.17	15 (km/h)		Velocidad(m/s)	5.56	20 (km/h)	
Coeficiente de rozamiento	0.5			Coeficiente de rozamiento	0.5		
Peso total(Kg)	130			Peso total(Kg)	130		
Angulo	Fr	F		Angulo	Fr	F	
0	65.00	18.35	Rueda	0	65.00	13.77	Rueda
10	64.01	18.35	Rueda	10	64.01	13.77	Rueda
20	61.08	18.35	Rueda	20	61.08	13.77	Rueda
30	56.29	18.35	Rueda	30	56.29	13.77	Rueda
40	49.79	18.35	Rueda	40	49.79	13.77	Rueda
50	41.78	18.35	Rueda	50	41.78	13.77	Rueda
60	32.50	18.35	Rueda	60	32.50	13.77	Rueda
70	22.23	18.35	Rueda	70	22.23	13.77	Rueda
80	11.29	18.35	Desliza	80	11.29	13.77	Desliza
90	0.00	18.35	Desliza	90	0.00	13.77	Desliza

4.2.2 ESTRUCTURA DEL VEHÍCULO V.S.B.

4.2.2.1 Estructura de bambú

Para la selección del material con el cual se va a fabricar la estructura del prototipo, se tomará en consideración el análisis comparativo de diferentes materiales como se observa en la tabla 16, donde se podrá observar las propiedades mecánicas de los materiales y llegar a la selección del material.

Tabla 16. Comparación de materiales

TABLA COMPARACIÓN						
Material	Resistencia de diseño	Masa por volumen	Relación de resistencia	Módulo de elasticidad	Relación de rigidez	Costo
	(R)	(M)	(R/M)	(E)	(E/M)	U/N
	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ³)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	2m
Fibra de Carbono	75	2400	1.60	2344000	65	40.00 us
Acero	1630	7800	0.209	214000	274	9.00 us
Aluminio	1150	2700	0.260	70000	72	7.50 us
Bambú	102	600	0.170	203000	340	1.75 us

Al realizar el análisis en la tabla comparativa se podrá observar diferentes aspectos que caracterizan a cada uno de los materiales que podrían trascender para la fabricación de la estructura, como su rigidez, resistencia al diseño esto quiere decir si maleable o manipulable para dar formas, densidad de los materiales, su módulo elástico, su resistencia y por último el costo.

El acero y el aluminio no entrarían como una opción para la fabricación ya que se tendrá que realizar una estructura ligera y rígida y estos dos materiales son los más pesados y densos, uno de los materiales más factibles para la construcción de la estructuras es la fibra de carbono, a diferencia de los metales, las fibras sintéticas como es la fibra de carbono se fabrican bajo especificaciones muy concretas. Esto es posible gracias a que

durante la conformación del tejido que dará como resultado el tubo de la estructura, se van superponiendo fibras artificiales en diferentes direcciones, para conseguir una resistencia multidireccional uniéndose con varias capas de resinas para unir los tejidos, aunque se eleva bastante el costo y ese es uno de los factores que ayudará en la fabricación de la estructura.

Otro de los materiales que sirve para la fabricación de la estructura por sus propiedades mecánicas es el bambú un material ecológico y renovable que aportaría con su alto grado de rigidez mayor que del acero, por tener la capacidad de ser muy liviano y de bajo costo, en conclusión el bambú será el material escogido para la fabricación de la estructura por todas sus propiedades mecánicas que lo caracterizan como se observa en la tabla 17, donde se describe sus características físicas y mecánicas.

Tabla 17. Propiedades físicas y mecánicas del bambú

Bambú		
Resistencia a compresión	(Kg/cm ²)	825
Resistencia a flexión	(Kg/cm ²)	856
Módulo de elasticidad	(Kg/cm ²)	203873
Resistencia a cortante paralelo a la fibra		23
Resistencia tensión	(Kg/cm ²)	2038-3058
Coefficiente de Poisson	(n/d)	0.35
Densidad de la Masa	(N/mm ²)	790
Límite de tracción	(N/mm ²)	19000
Límite de compresión	(Kg/m ³)	18400
Limite elástico	(N/mm ²)	18400
Modulo Cortante	(N/mm ²)	1.1

Para la fabricación de la estructura se tomará en cuenta la utilización de un material como el bambú como parte principal de toda la estructura por sus propiedades mecánicas y físicas como: Flexibilidad, Elasticidad, Ligereza, Resistencia a compresión, Resistencia a la tensión, Bajo costo.

4.2.2.2 Ángulos de acero

Los ángulos de unión de todas las partes de la estructura serán de tubos de acero, este tipo de acero es uno de los más utilizados en la industria del

diseño y construcción, ya que el acero de alta densidad es una variación de acero normal, el cual tiene menos cantidad de carbón en su aleación y por lo cual lo hace más resistente que otros tipos de aceros, por ello y por sus propiedades físicas y mecánicas como se observa en la tabla 18, se utilizará el acero para la fabricación de los ángulos de unión de la estructura.

Tabla 18. Propiedades físicas y mecánicas del acero

Propiedades Acero	
Propiedades	Valores
Densidad, g/cm ³	7.85
Resistencia a la tracción, Mpa	4000-552
Límite de Fluencia, Mpa	250
Módulo de Young, Mpa	200-000
Módulo de Corte, Mpa	70-300
Coefficiente de Poisson	0.26
Elongación %	18
Dureza Rockwell B	67-83
Dureza Brinell	119-159

Al analizar todas las propiedad tanto del bambú como del acero se decidirá fabricar la estructura de estos dos materiales, para alivianar pesos y darle una rigidez a la estructura, Las dimensiones que serán tomadas en consideran son los dados en la tabla 19, se detalla las dimensiones de los materiales que se van a utilizar en la estructura, tanto en la base de la estructura como en la parte superior, posterior, lateral y delantera.

Para la construcción de las partes metálicas se utilizará soldadura por arco eléctrico, con electrodo E6011 que es el recomendado para este tipo de metal, la soldadura entre los materiales metálicos será en junta, en esquina o junta de extremos para formar los ángulos necesarios, para la unión entre el bambú y los ángulos de acero se utilizará masilla epóxica, permitiendo que estos dos materiales no se desacoplen y permanezcan unidos, previamente a la unión entre el bambú y el acero se deberá desgastar las puntas del bambú con escofina, para poder unir las dos partes uniformemente, en la figura 39, se muestra un diseño de cómo serían las dimensiones de la estructura.

Tabla 19. Dimensiones Estructura

Dimensiones	Valor	Material
Alto Posterior	1.20 m	Bambú/Ángulo de Acero
Alto Delantero	0.05 m	Ángulo de Acero
Ancho Inferior Posterior	1.20 m	Bambú/Ángulo de Acero
Ancho Superior Posterior	1.20 m	Bambú/Ángulo de Acero
Ancho Delantero Superior	0.74 m	Bambú/Ángulo de Acero
Ancho Delantero Inferior	0.037 m	Ángulo de Acero
Largo	2 m	Bambú/Ángulo de Acero
Diámetro de Bambú Base	4 cm Ø	Bambú
Diámetro de Ángulo de Acero Base	4 cm Ø	Acero
Diámetro de Bambú estructura	3 cm Ø	Bambú
Diámetro de Ángulo de Acero	3 cm Ø	Acero
Largo de Ángulo de Acero	10 cm y 20 cm	Acero

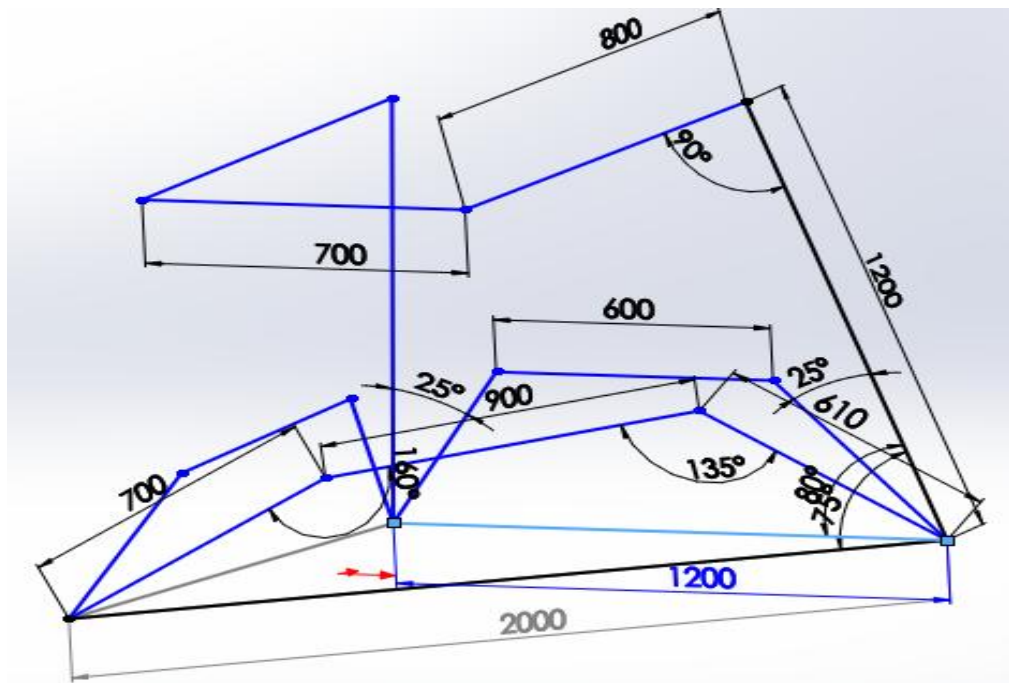


Figura 39. Grafica de medidas

4.3 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Se usa solidworks como asistente de diseño, donde se realizó 4 tipos de estructuras todas ellas elaboradas con bambú y ángulos de acero A 36 estos dos son los material principales que se utilizarán en la estructura para determinar cuál de todas sería la adecuada y más recomendable para el objetivo al que se quiere llegar, que es la construcción de un prototipo de vehículo monoplaza como se observa en la figura 40.

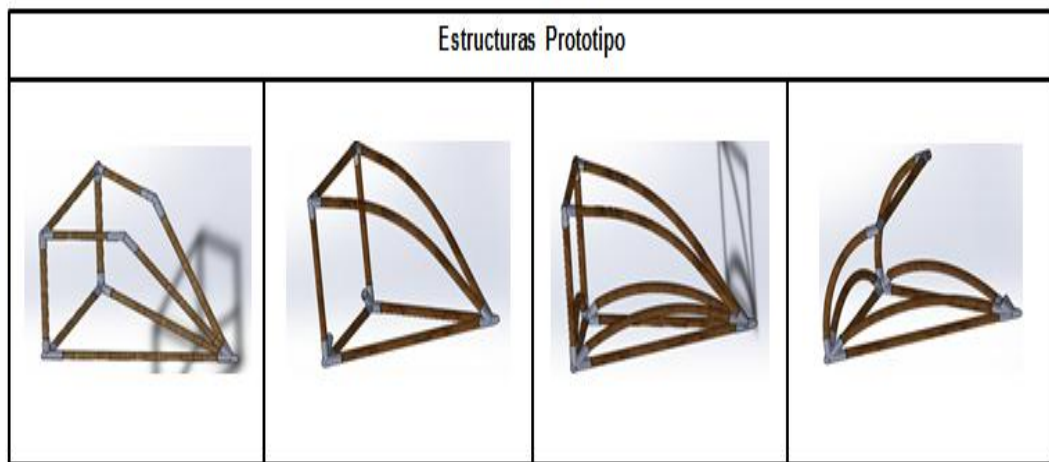


Figura 40. Estructuras

Las 4 estructuras se realizaron con los parámetros y medidas antes mencionados, están constituidas por tubos de bambú de un largo de 2 a 3 m y un diámetro de entre 4 a 3 cm dependiendo de la ubicación del tubo de bambú en la estructura, La base estará formada por un triángulo equilátero, el largo del tubo es de 2 m y un diámetro de 4 cm, mientras que los demás tubos de la estructura son variables en su largo pero tiene un mismo diámetro que sería de 3 cm, en el caso de los soportes de acero tendrán un largo de 20 cm a 10 cm y variará su diámetro entre 4 a 3 cm dependiendo del lugar en el que se encuentren ubicados, estas dimensiones se dan por la simulación de cargas en el asistente de diseño solidworks, de igual manera se observarán detalles de cada una de las estructuras, se decidió realizar diferentes estilos de estructuras para analizar los materiales a utilizar y saber si podrían soportar los esfuerzos, pesos y fuerzas que se aplicarán en la estructuras.

4.4 SIMULACIÓN DE DEFORMACIONES Y ENSAMBLE

Se realizó la simulación de fuerzas y pesos en el asistente de diseño solidworks con las 4 estructuras propuestas, dando como resultado cuál de todas podrá ser la estructura más factible a utilizar, dependiendo de los detalles del diseño, su forma, flexibilidad, tensiones máximas que soportan y su deformación.

En cada una de las estructuras como se observa en la figura 41, se han aplicado pesos y fuerzas en los lugares donde irán ubicados cada uno de los elementos a utilizar y de esa manera saber si la estructura resistirá y no sufrirá deformaciones máximas en sus componentes.

A continuación los resultados de los estudios realizados en cada una de las estructuras mediante la fórmula de esfuerzo y deformación por medio del módulo de elasticidad fórmula 17 ley de hooke, definiendo si sufrirá deformaciones y hasta qué punto podrá soportar el punto de ruptura, estos resultados dependen del tipo de material que se utilizó para la fabricación de la estructuras en el asistente de simulación solidworks.

$$E = \frac{\delta}{\varepsilon} \quad [17]$$

Donde:

E: Modulo

ε : Deformación

δ : Alargamiento

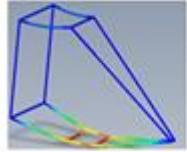
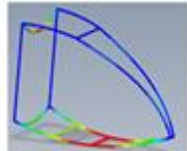
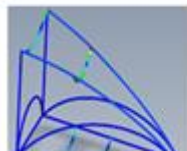

Estructuras	Flexibilidad	Numero de vigas	Tensión máxima	Deformación máxima
	Por la forma de su estructura tiene una flexibilidad en la base, Viga 8 y 15 de 91,0 cm	Estructura 1: Numero de vigas 15	La tensión máxima que soporta la estructura Es de 39.217 N/mm ²	Deformación máxima de la estructura Desplazamiento resultante de 910.339 mm
	Por la forma de su estructura tiene una flexibilidad en la viga superior 6 y base vigas 8 y 15 de 30,3cm	Estructura 2: Numero de vigas 12	La tensión máxima que soporta la estructura Es de 19.793 N/mm ²	Deformación máxima de la estructura Desplazamiento resultante 303.442 mm
	Por la forma de su estructura tiene una flexibilidad en las vigas 1, 3, 8 y 13 de 13,8cm, en su base no existe flexibilidad	Estructura 3: Numero de vigas 15	La tensión máxima que soporta la estructura Es de 12.0361 N/mm ²	Deformación máxima de la estructura Desplazamiento resultante 138.355 mm
	Por la forma de su estructura tiene una flexibilidad en las vigas 4, 6, 10 y 14 de 17,9cm, en su base no existe flexibilidad	Estructura 4: Numero de vigas 14	La tensión máxima que soporta la estructura Es de 15.7697 N/mm ²	Deformación máxima de la estructura Desplazamiento resultante 179.654 mm

Figura 41. Análisis de estructuras.

4.4.1.1 Estructura # 1 Resultados del estudio

Estructura # 1 como se muestra en la figura 42, al aplicar un peso total 120 kg a la estructura, transformándolos a fuerzas que serán (masa 120 kg x la gravedad 9.8 m/s²) dando como resultado 1176 N que se distribuyen en diferentes puntos de la estructura, obtenemos como resultado que existe una deformación máxima de 910.339 mm con una presión máxima de 39.217 N/mm², se podrá observar la parte de coloración roja de la estructura que indica que es ahí donde sufre la mayor deformación por las fuerzas y pesos aplicados.

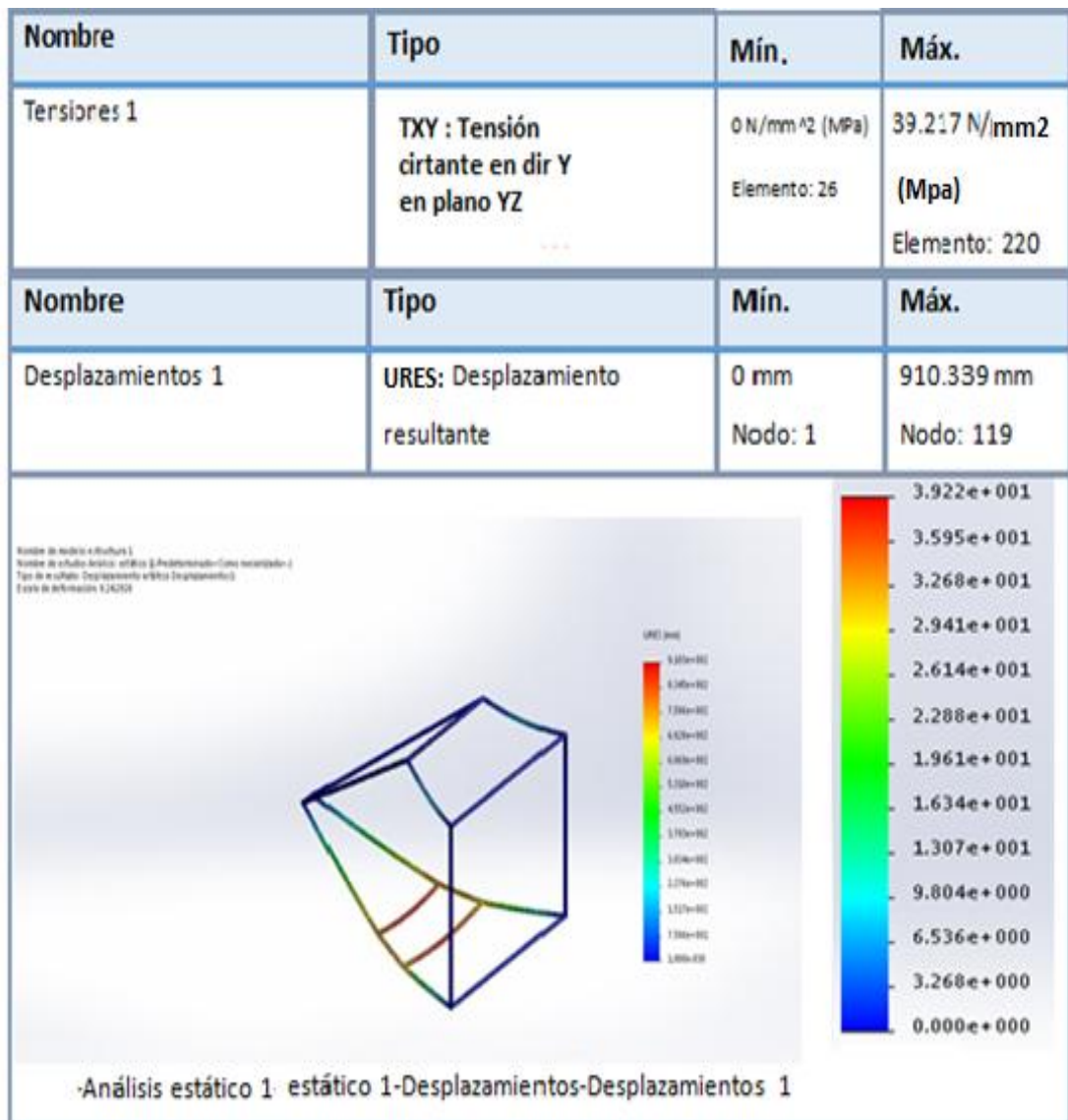


Figura 42. Estructura #1

4.4.1.2 Estructura # 2 Resultados del estudio

Estructura # 2 como se muestra en la figura 43, al aplicar un peso total 120 kg a la estructura, transformándolos a fuerzas que serán (masa 120 kg x la gravedad 9.8 m/s²) dando como resultado 1176 N que se distribuyen en diferentes puntos de la estructura, dando como resultado que existe una deformación máxima de 303.442 mm con una presión máxima de 19.793 N/mm², se podrá observar la parte de coloración roja de la estructura que indica que es ahí donde sufre la mayor deformación por las fuerzas y pesos aplicados.

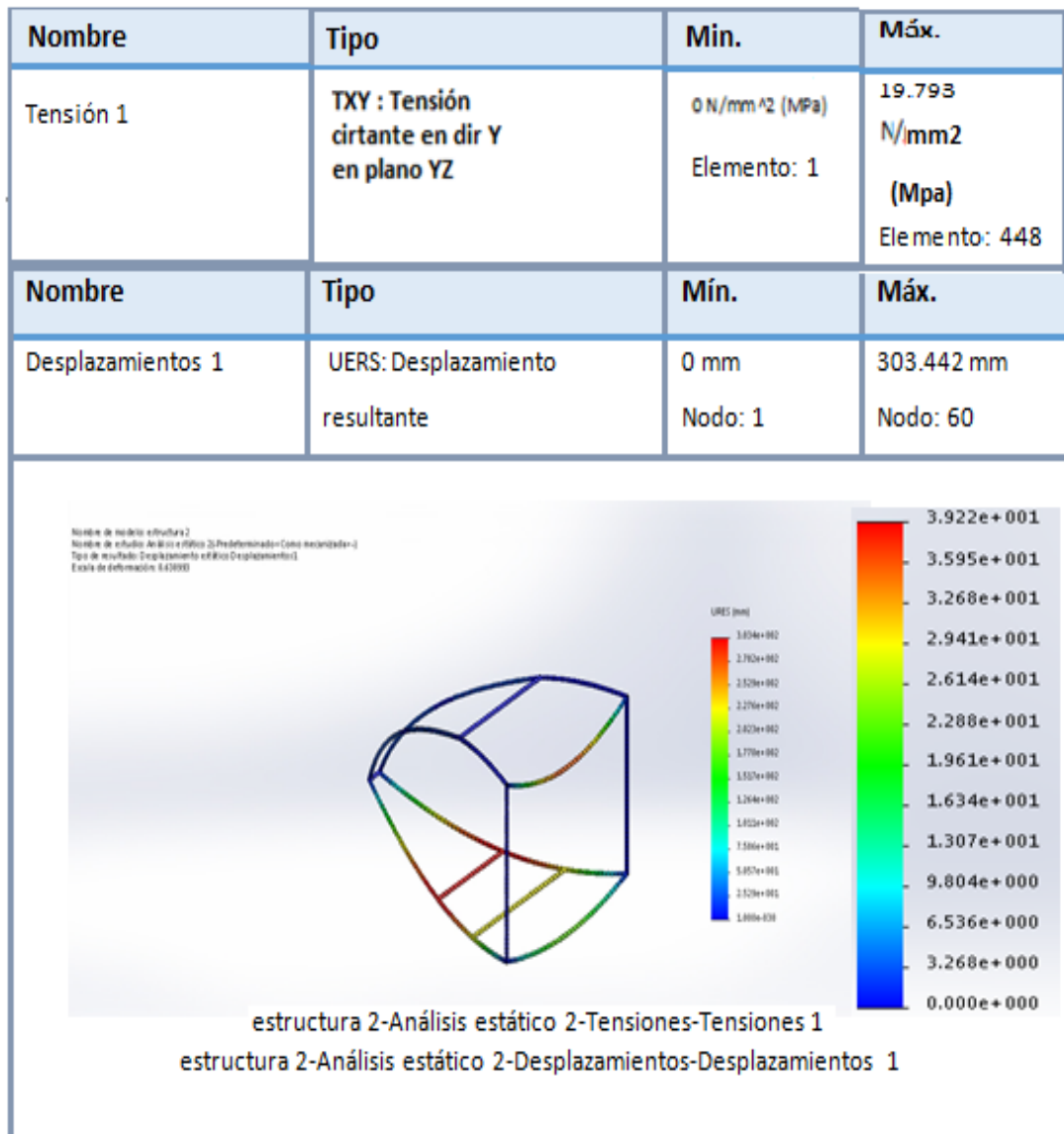


Figura 43. Estructura #2

4.4.1.3 Estructura # 3 Resultados del estudio

Estructura #3 como se muestra en la figura 44, al aplicar un peso total 120 kg a la estructura, transformándolos a fuerzas que serán (masa 120 kg x la gravedad 9.8 m/s²) dando como resultado 1176 N que se distribuyen en diferentes puntos de la estructura, dando como resultado que existe una deformación máxima de 138.355 mm con una presión máxima de 12.0361 N/mm², se podrá observar la parte de coloración roja de la estructura que indica que es ahí donde sufre la mayor deformación por las fuerzas y pesos aplicados.

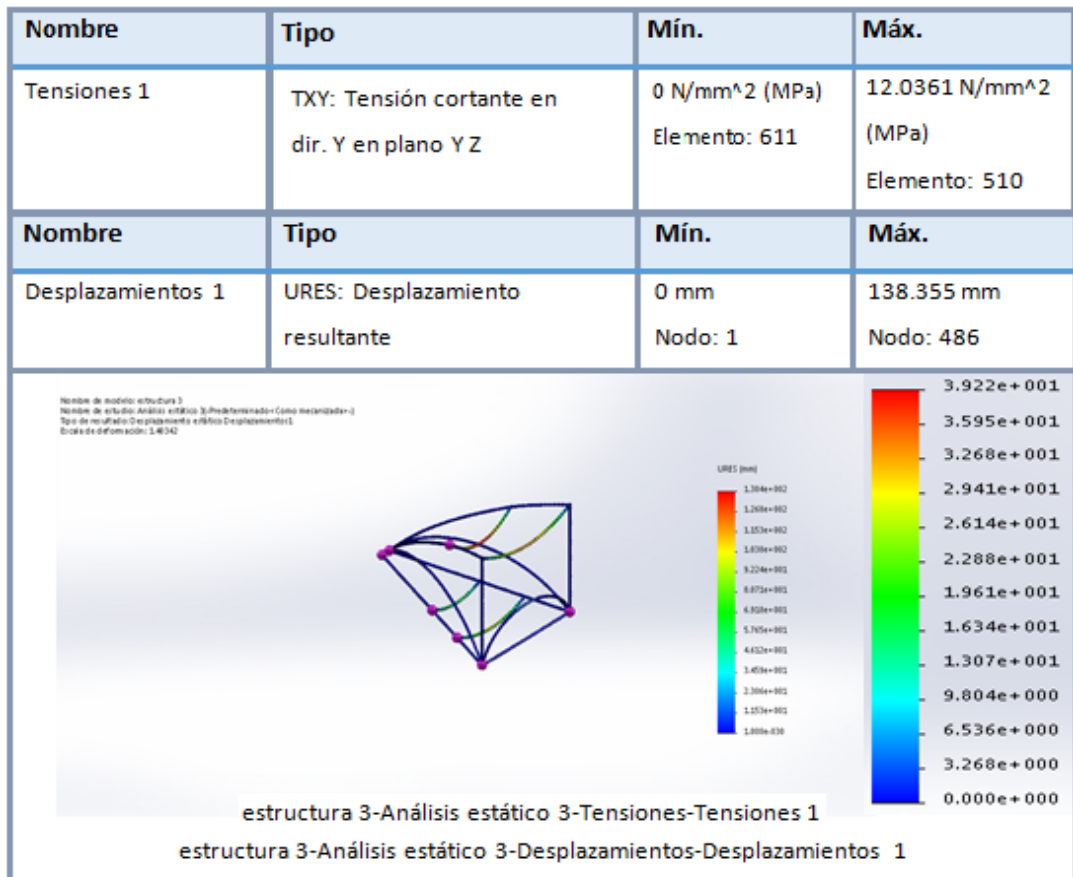


Figura 44. Estructura #3

4.4.1.4 Estructura # 4 Resultados del estudio

Estructura #4 como se muestra en la figura 45, al aplicar un peso total 120 kg a la estructura, transformándolos a fuerzas que serán (masa 120 kg x la gravedad 9.8 m/s²) dando como resultado 1176 N que se distribuyen en

diferentes puntos de la estructura, dando como resultado que existe una deformación máxima de 179.654 mm con una presión máxima de 15.7697 N/mm², se podrá observar las partes de coloración roja de la estructura que indica que es ahí donde sufre la mayor deformación por las fuerzas y pesos aplicados, en este caso existen mayores superficies de contacto en la estructura donde se podrá aplicar las fuerzas y pesos.

En conclusión existen solo dos tipos de estructuras que servirán para la fabricación del prototipo.

En las estructura número #3 y número #4 se colocan soportes en forma de arco a los largueros con un ángulo de 45 grados y un alto de 40 cm que conforman la base de la estructura y de esta manera se logra eliminar las deformación en la base, en las estructuras #1 y # 2 no existen estos soportes y es por ello que la base de la estructura se deforma por completo.

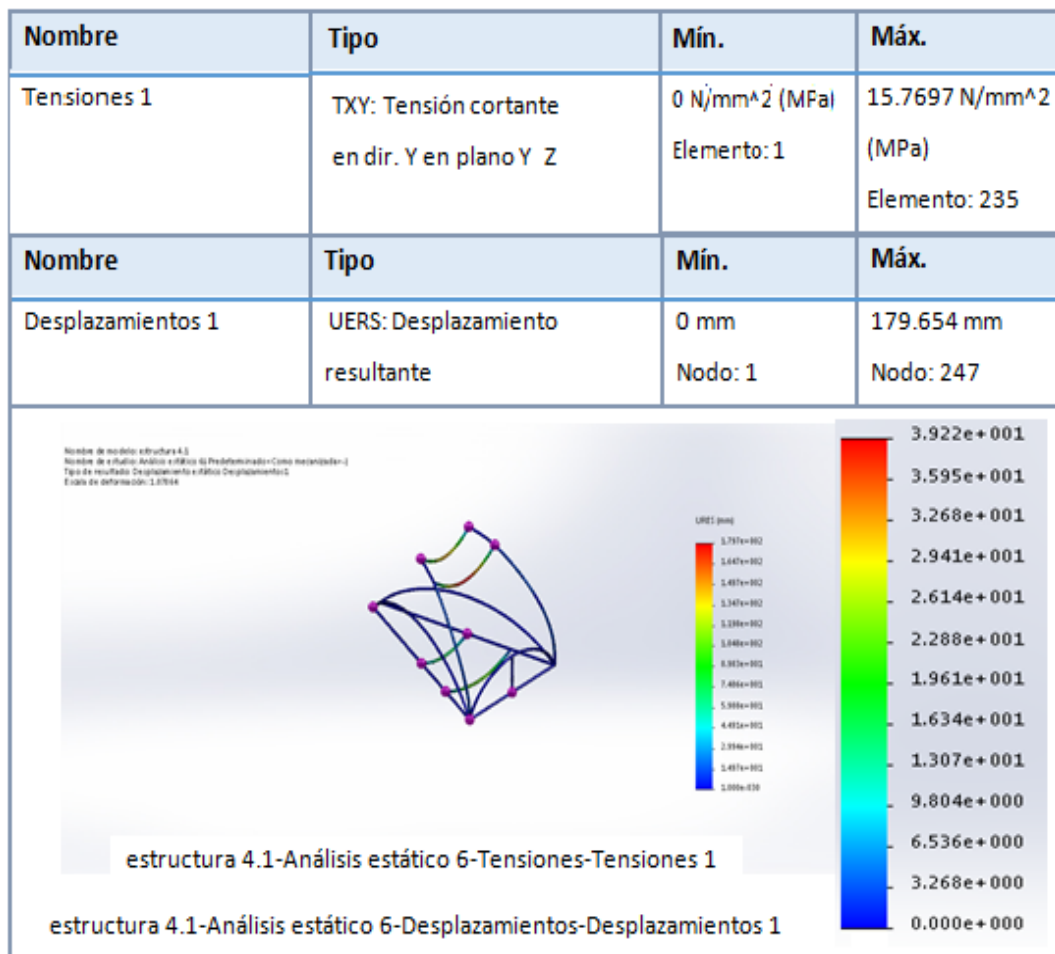


Figura 45. Estructura #4

A continuación en la figura 46 y 47 se realizará un análisis de como ayudan los largueros a no deformar la base de la estructura ya que al colocar los largueros laterales la tensión y cargas que se le aplican a la estructura se distribuyen por igual por toda la ella evitando la deformación excesiva de la base del prototipo.



Figura 46. Base de estructura

La base de la estructura está formada por un triángulo equilátero como se observa en la figura 46, donde se aplicación de peso total 120 kg que soportaría la estructura de todos los componentes que se utilizará y estos transformándolos a fuerzas que serían (masa 120kg x la gravedad 9.8 m/s²) dando como resultado 1176 N, esta fuerza fue distribuida en la base de la estructura como resultado existe una deformación de 410.993 mm o 41 cm en los largueros de la estructura, como se podrá observar en la figura 47.

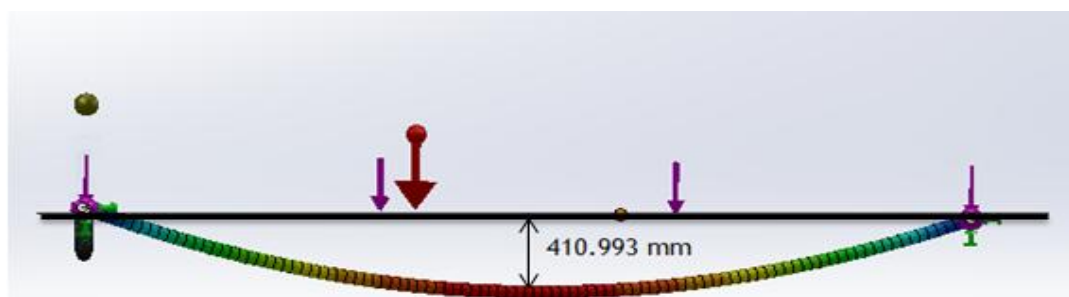


Figura 47. Deformación de base de estructura

Al colocar los soporte en forma de arco con la misma altura de la deformación este absorbe la carga evitando la deformación de la base como se observa en la figura 48.

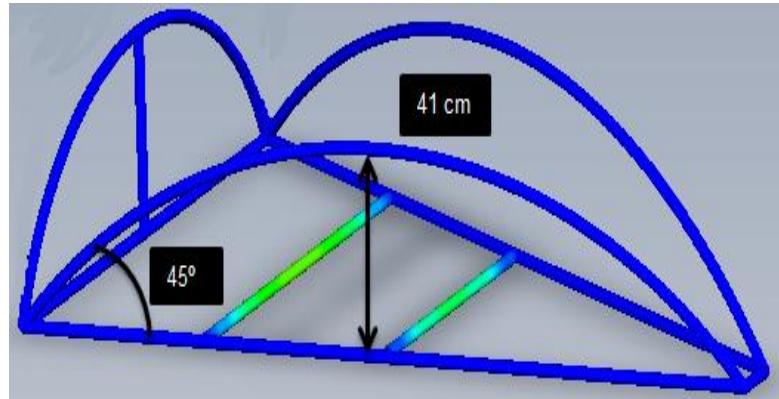


Figura 48. Base de estructura con soporte en forma de arco.

Al realizar los análisis correspondientes la estructura #4 es la indicada para realizar el prototipo de vehículo eléctrico monoplaza, por sus características físicas como tanto de diseño

4.4.1.5 Ensamblaje prototipo VSB 1 simulación

En la figura 49, se observa el ensamble del prototipo VSB1.

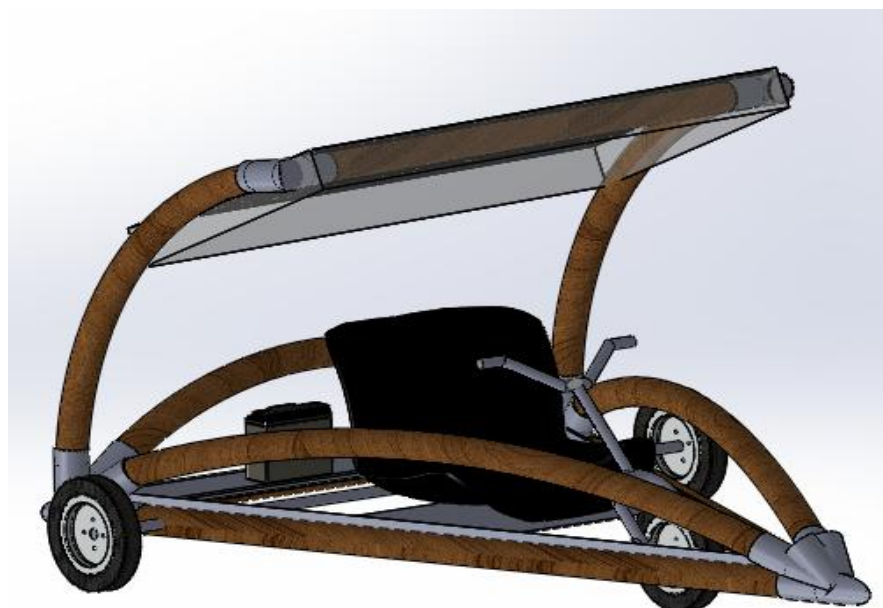


Figura 49. Ensamblaje prototipo VSB1

4.4.1.6 Partes del prototipo VSB 1 simulación

En la figura 50, se observa los diferentes elementos que conforman el VSB1.

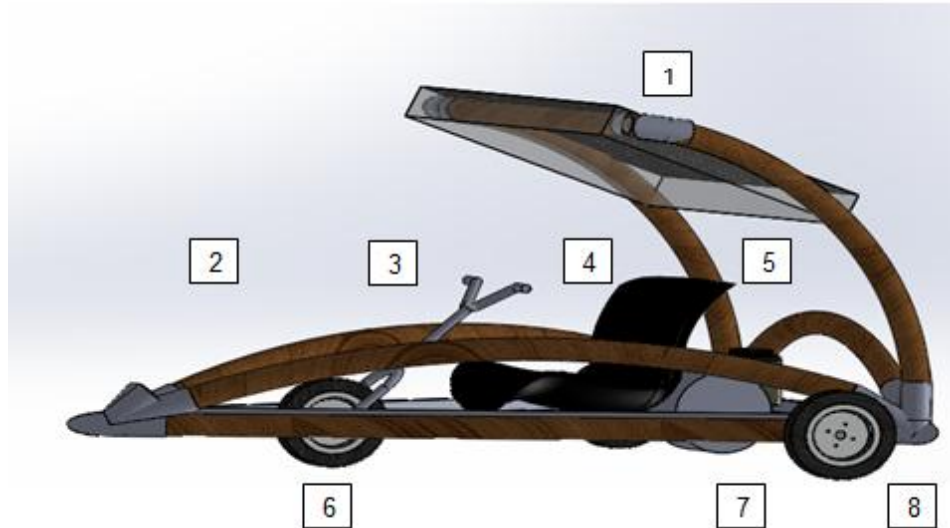


Figura 50 .Partes del prototipo VSB 1

1. Panel Solar
2. Estructura de Bambú y acero
3. Manubrio y sistema de aceleración
4. Asiento
5. Batería y conexiones eléctricas
6. Eje y llanta delantera
7. Motor Eléctrico
8. Eje y llantas posteriores

En el asistente de diseño y simulación solidworks se puede adaptar los diferentes elementos que irán ubicados en el prototipo para saber qué lugar sería el indicado para cada uno de los elementos y de igual manera para ubicar el punto de gravedad que tendría el prototipo,

4.4.1.7 Dimensiones del prototipo VSB 1 simulación

En la figura 51, se encuentra las dimensiones de VSB 1.

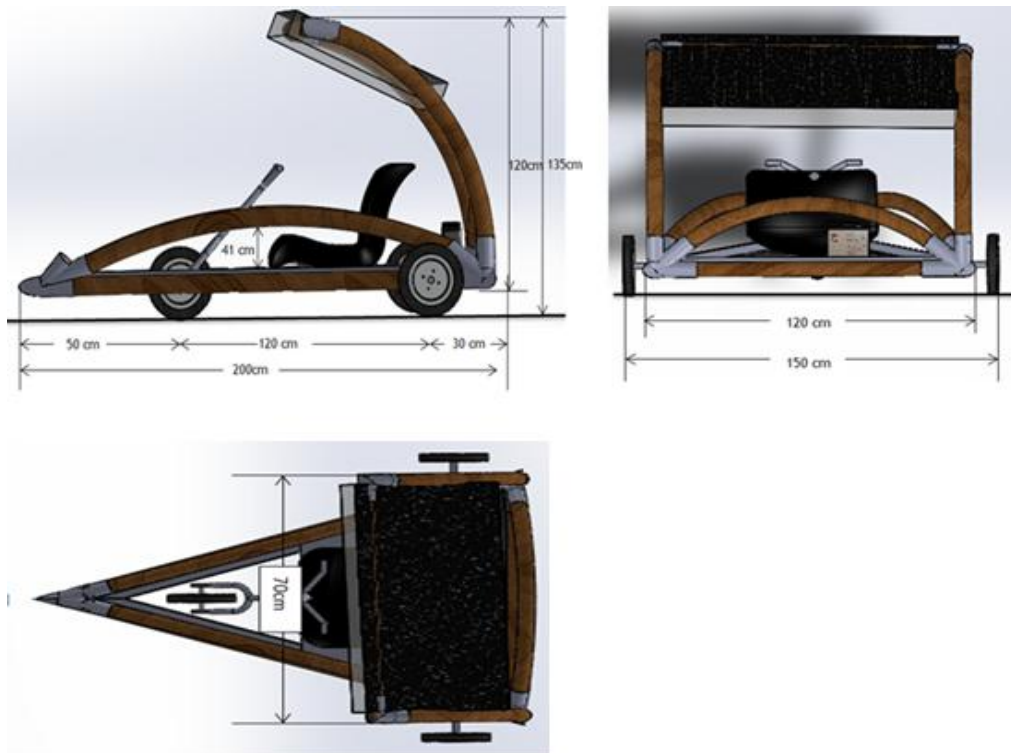


Figura 51. Dimensiones prototipo VSB1

Al realizar la deformación del bambú para darle la forma curva a ciertas partes de la estructura, se pudo observar que el bambú es un elemento demasiado resistente a la deformación, se realizó un procedimiento para doblar el bambú como se observa en la figura 52, colocando por 10 días las tubos de bambú en remojo para poder doblarlas, sin embargo no se logró doblar como estaba previsto, al momento de tratar de doblar se trizaba hasta romperse como se muestra en la figura 53.



Figura 52. Bambú en remojo

Existen otras formas para dar forma al bambú de manera artesanal, como aplicando una fuerza externa hasta deformar el bambú y colocándolo en matrices con la forma que uno quiere darle al bambú, Otra manera es colocando arena dentro del bambú calentarlo hasta un punto en el cual es maleable y al enfriar su forma queda como uno quiere.



Figura 53. Ruptura de Bambú

Por ese motivo se decidió dar forma recta a los tubos superiores (largueros) que en un principio serían curvos para evitar la deformación de la base de la estructura. Las barras rectas de bambú tendrán el mismo principio en el prototipo VSB2, que es evitar la deformación de la estructura, a continuación el estudio de la estructura del VSB2

4.4.1.8 Estructura # 5 Resultados del estudio VSB2

Estructura #5 como se muestra en la figura 54, al aplicar un peso total 120 kg a la estructura, transformándolos a fuerzas que serán (masa 120 kg x la gravedad 9.8 m/s^2) dando como resultado 1176 N que se distribuyen en diferentes puntos de la estructura, dando como resultado que existe una deformación máxima de 233.003 mm con una presión máxima de 20.953 N/mm^2 , se podrá observar las partes de coloración roja de la estructura que indica que es ahí donde sufre la mayor deformación por las fuerzas y pesos

aplicados, en este caso existen mayores superficies de contacto en la estructura donde se podrá aplicar las fuerzas y pesos.

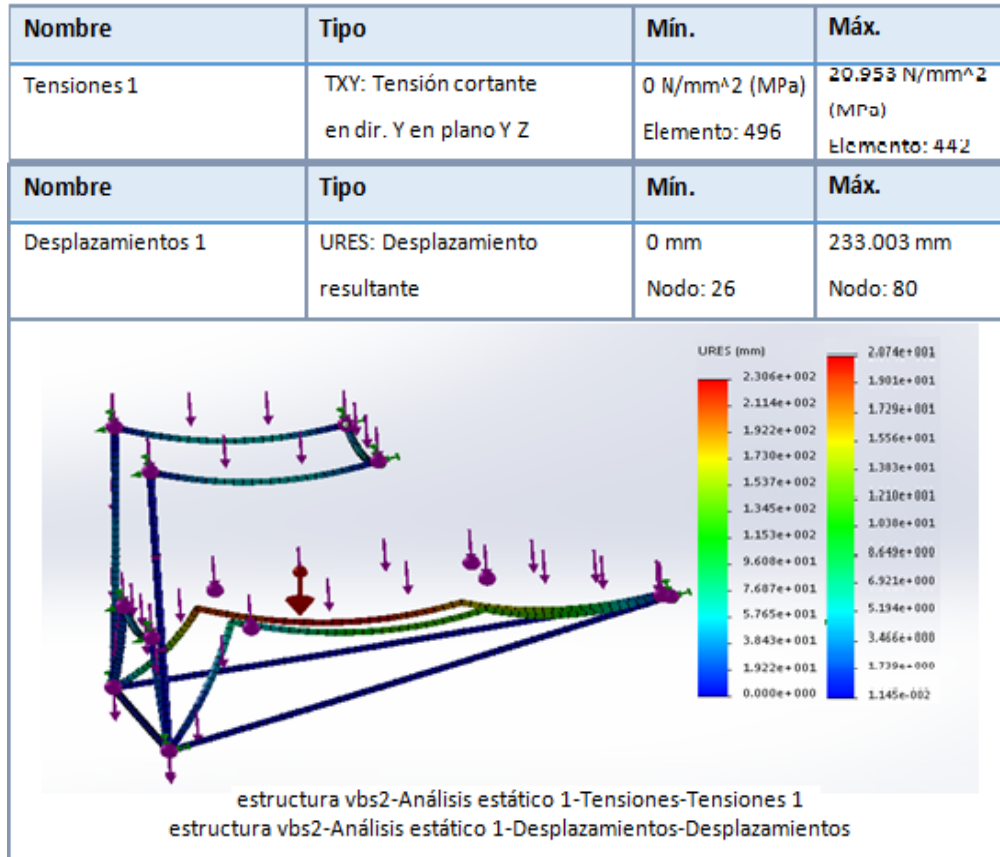


Figura 54. Estructura #5 VSB2

4.4.2 ENSAMBLAJE PROTOTIPO VSB2

En la figura 55, se observa el ensamble del prototipo VSB2.

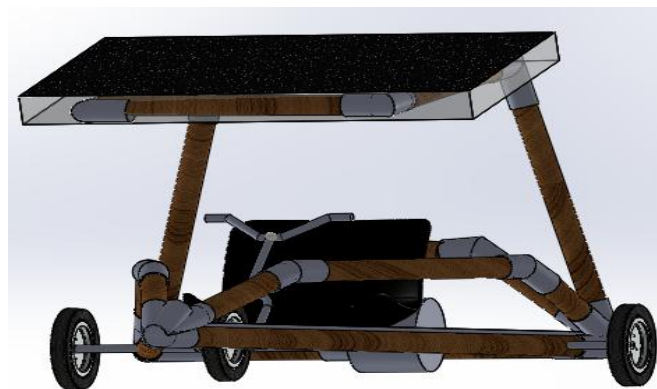


Figura 55. Ensamblaje prototipo VSB2

4.4.2.1 Partes del prototipo VSB

En la figura 56, se encuentra los diferentes elementos que conforman el VSB2.

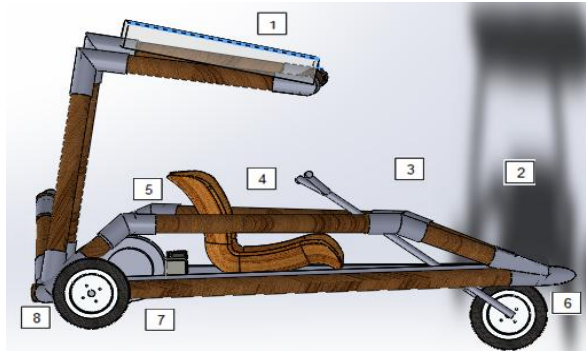
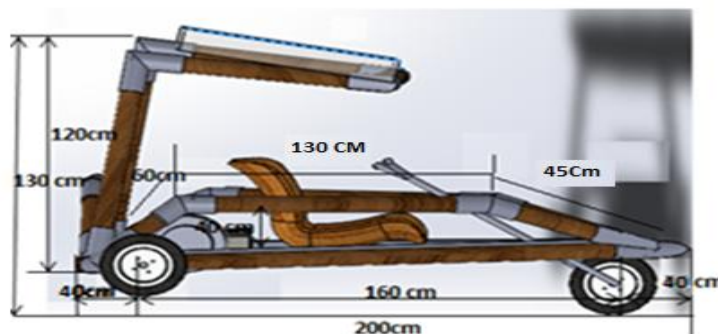


Figura 56. Partes del prototipo VSB2

1. Panel Solar
2. Estructura de Bambú y acero
3. Manubrio y sistema de aceleración
4. Asiento
5. Batería y conexiones eléctricas
6. Eje y llanta delantera
7. Motor Eléctrico
8. Eje y llantas posteriores

4.4.2.2 Dimensiones del prototipo VSB2 simulación

En la figura 57, se encuentra las dimensiones de VSB2.



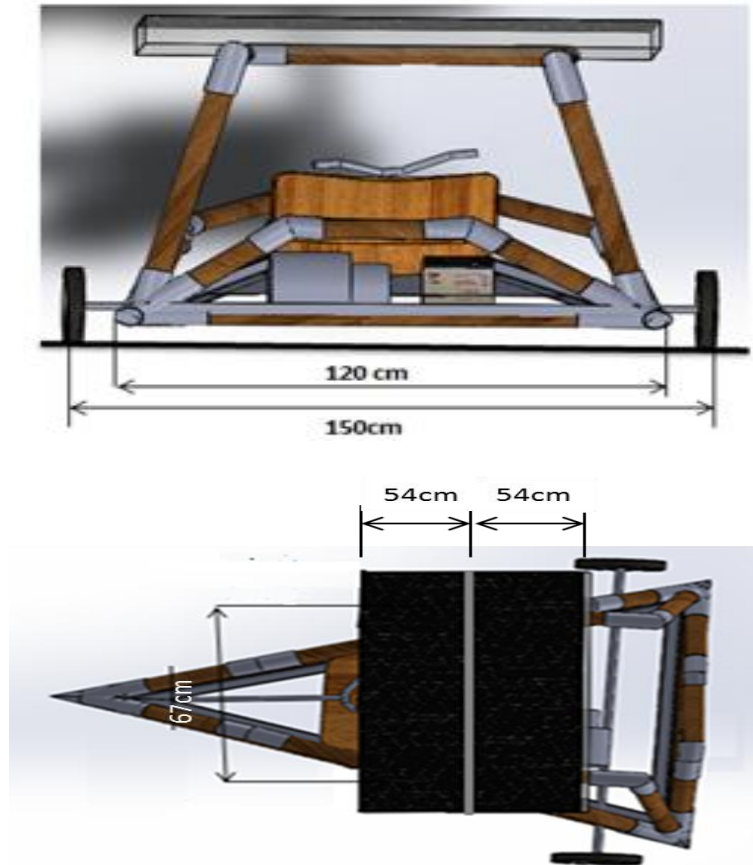


Figura 57. Dimensiones prototipo VSB2

4.4.3 DISEÑO DEL TREN MOTRIZ

Para el diseño del tren motriz se tomó en cuenta el sistema de transmisión que se utilizará en el prototipo VSB2 que consta de un sistema de cadena con piñón y catalina respectivamente, para el cálculo de relación de transmisión se utilizará la fórmula 18.

- Relación de transmisión

$$\text{Relacion de transmision} = \frac{\text{Piñón Conducido}}{\text{Piñón Conductor}} \quad [18]$$

$$\text{Relacion de transmision} = \frac{37}{17}$$

$$\text{Relacion de transmision} = 2,18$$

- Calculo del torque con respecto al motor y relación de transmisión fórmula 19.

$$T = \frac{HP \times 716}{Rpm} \quad [19]$$

$$T = \frac{4,18 \times 716}{240 \text{ RPM}}$$

$$T = 4,18 \text{ Kgm}$$

$$T = 40,99 \text{ Nm}$$

La relación de transmisión se entiende como el número de vueltas que debe dar el piñón conductor para que el piñón conducido o catalina de una sola vuelta, en este caso el piñón conductor debe dar 2,18 vueltas para que la catalina de 1 vuelta, mientras menor sea la relación de transmisión mayor será la velocidad final y menor la fuerza, al contrario cuando mayor sea la relación de transmisión menor será la velocidad final y mayor la fuerza y arranque o salida del prototipo, como es este caso el torque es de 40,99 Nm tiene una mayor potencia de salida y una menor velocidad final se da por la diferencia de dientes y tamaño de los piñones de la transmisión.

Como se observa en la figura 58, el piñón conductor se encuentra adaptado al motor y el piñón conducido al eje de transmisión, unido por cadena.



Figura 58. Piñón conductor y conducido

- Calculo de relación de la velocidad fórmula 20

$$N1 \times D1 = N2 \times D2 \quad [20]$$

$$N2 = N1 \times (D1/D2)$$

$$N2 = 480 \text{ rpm} \times (17/37)$$

$$N2 = 220,54 \text{ rpm}$$

Donde:

D1: N° de dientes piñón conductor

D2: N° de dientes piñón conducido

N1: Velocidad de giro piñón conductor

N2: Velocidad de giro piñón conducido

T: Torque (Nm)

En este caso se tomará en consideración el número de dientes tanto del piñón 17 y la catalina 37 dientes y la velocidad de giro del motor que es de 480 rpm ya que el piñón conductor va acoplado al motor.

4.4.4 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CARGA

Para el diseño de circuito de carga se tomó en consideración 3 aspectos, el circuito normal de carga a la batería, circuito de carga de paneles solares y circuito de carga solar y plug in (110 V), los tres diferentes circuitos de carga servirán para poder abastecer de energía al prototipo de vehículo eléctrico de bambú.

4.4.4.1 Diseño del circuito de carga

El tiempo de carga de la batería total es de 6 horas especificaciones dadas por el fabricante, ya que cuenta con un cargador de 48 V 2 A como se muestra en la figura 59, y sus componentes eléctricos como se muestra en

la figura 60, por medio de la fórmula 21, se obtendrá el tiempo de carga de la batería con respecto al cargador.



Figura 59. Cargador (110 V – 48 V 2 A)



Figura 60. Elementos del cargador

- Tiempo de carga por cargador

$$T_c = \frac{I_{\text{Bateria}}}{I_{\text{Cargador}}} \quad [21]$$

$$T_c = \frac{12 \text{ Ah}}{2 \text{ A}}$$

$$T_c = 6 \text{ h}$$

Dónde:

TC: Tiempo de Carga

IB: Intensidad de Batería

IC: Intensidad de Cargado

IP: Intensidad de Paneles Solares

En la figura 61, se observa el circuito eléctrico del funcionamiento del VSB.

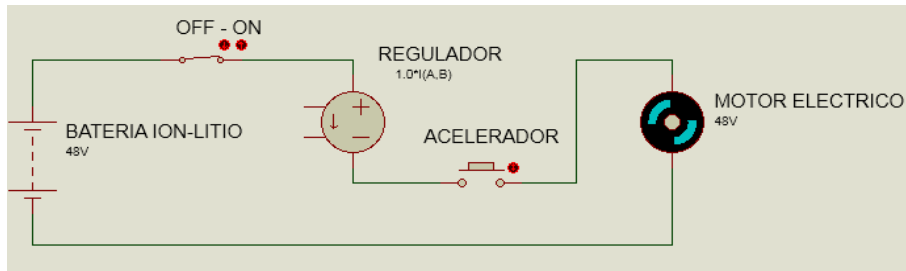


Figura 61. Diagrama de Circuito Modo eléctrico de batería

4.4.4.2 Diseño del circuito de carga solar

Para el diseño de carga de la batería por medio de los paneles solares como se muestra en la figura 62, se aplica la misma fórmula 21, Y se reemplaza los valores de los paneles solares que son 48 V 3 A, se deberá tomar en cuenta que los paneles solares estarán conectados en serie por lo que su voltaje se suma y su intensidad de corriente es la misma, se tendrá 4 paneles solares de 12 V 3 A.

- Tiempo de carga por paneles solares

$$T_c = \frac{I_{\text{Bateria}}}{I_{\text{Panel solar}}} \quad [21]$$

$$T_c = \frac{12 \text{ Ah}}{3 \text{ A}}$$

$$T_c = 4 \text{ h}$$

El tiempo de carga de la batería con respecto a los paneles solares es de 4 h aproximadamente.

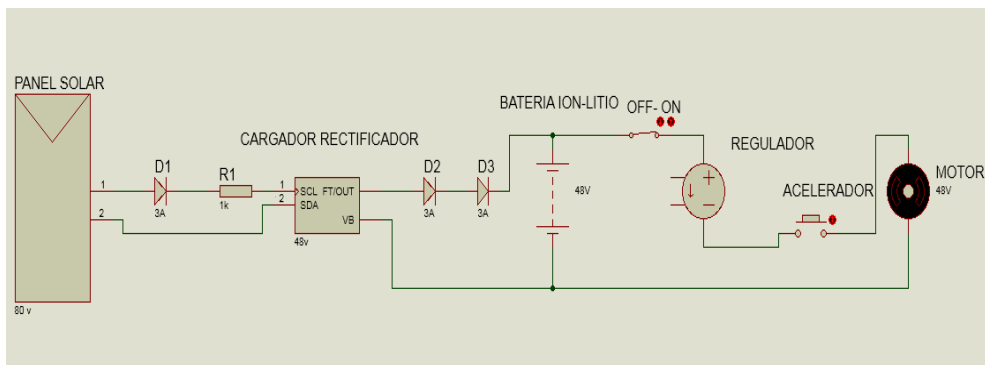


Figura 62. Diagrama de Circuito modo carga panel solar

4.4.4.3 Diseño de circuito de carga solar y plug in

Para el tema de carga se realizó un circuito como se muestra en la figura 63, que fue adaptar un cargador de (110 V – 48 V 2 A) y los paneles solares respectivamente al cargador para tener el voltaje y amperaje de la conexión en serie realizada en los paneles solares y de esa manera poder cargar la batería de ion- litio del prototipo VSB mediante luz solar y a su vez por el plug in de 110 V.

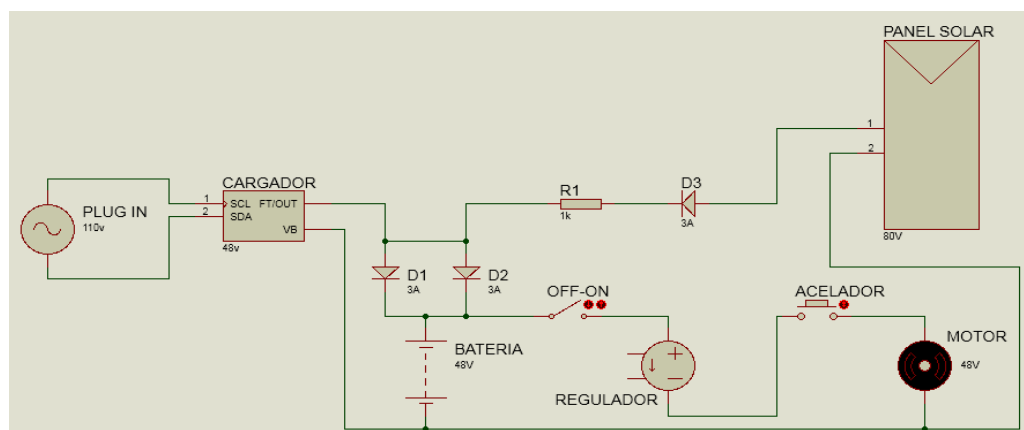


Figura 63. Diagrama de circuito de carga paneles solares - plug in

4.5 FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO (VSB) VEHÍCULO SOLAR DE BAMBÚ

4.5.1 FABRICACIÓN DE BASES, ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SISTEMAS

Para la fabricación del prototipo (VSB), se inicia con una base triangular conformada por un triángulo equilátero, formado por ángulos de tubo redondo de acero de $1\frac{1}{2} \times 1.5$, grosor 0,15 cm, diámetro externo 4,5 cm y diámetro interior de 4,2 cm y tubo redondo de acero $1\frac{3}{4} \times 1.5$, grosor 0,15 cm, diámetro externo de 3,8 cm y diámetro interior de 3,5 cm, como se muestra en la figura 64, estos tubos conformarán la base y las columnas de la estructura del (VSB) respectivamente, al igual que los tubos de bambú de diámetros externos de 4 cm y 3,5 cm, a diferencia del tubo redondo de acero

el bambú varia su forma y dimensiones por ese motivo se ha tomado en cuenta los que más se asemejen a tubos rectos y con dimensiones similares. Todo el proceso de soldadura se realizó con soldadora eléctrica de 110 V y electrodos E-6011.



Figura 64. Bases de tubo de acero, motor y batería VSB

En la figura 65, también se podrá observar la base del motor y batería que se realizó para el VSB.



Figura 65. Base de batería y motor

Para la fabricación de las guías metálicas que darán la forma a la estructura, se utilizó tubo redondo de acero 1 3/4 x 1.5, realizando cortes de 10 cm y realizando sesgos para poder formar los ángulos de inclinación de la estructura, en la figura 66, se podrá observar la fabricación de dichas guías.



Figura 66. Fabricación de guías metálicas

Para el sistema de suspensión se realizó bases para amortiguadores de bicicleta conformados por platinas de acero 30 x 3 mm como se observa en la figura 67,



Figura 67. Construcción de bases para amortiguador

En el caso de la base del motor, se fabricó una estructura metálica donde irían colocados cada uno de los elementos como motor eléctrico, batería, regulador de voltaje, regulador de velocidad y asiento, esta estructura fue fabricada con planitas de acero 30 x 6 mm y 38 x 6 mm figura 68.



Figura 68. Fabricación de estructura metálica

Para el sistema de transmisión del VSB que sería un sistema de poleas y banda, conformadas por: el motor, un eje de transmisión de una pulgada de diámetro, una polea, la cual fue necesario fabricar y un templador para que la fuerza motriz del motor eléctrico se transmita hacia el eje, para que la polea permanezca fija en el centro del eje se fabricó un chavetera en la fresadora como se muestra en la figura 69, en el eje se colocó bocines como topes para las ruedas, en dichos bocines se colocaron prisioneros para una mayor sujeción al eje de transmisión y en las puntas de cada eje se realizó roscas para ajustar las ruedas al eje por medio de pernos de rosca fina de 28 cm, en el caso de las ruedas se fabricaron bocines metálicos de una pulgada para que las ruedas calcen al eje a la perfección, en eje irán montadas las chumacera de una pulgada que permitirán el movimiento de transmisión del eje a las ruedas, las chumaceras irán a su vez unidas a las bases metálicas del VSB y a los amortiguadores.



Figura 69. Eje de transmisión (fresa, torno y sus componentes)

Para el sistema de dirección y frenos figura 70, se utilizó un manubrio de bicicleta con una llanta rin 12 y para los frenos un sistema de frenos hidráulico para bicicleta con disco de freno y palanca de freno.



Figura 70. Sistema de dirección y frenos

4.5.2 ESTRUCTURA DE BAMBÚ

Para la estructura de bambú se realizó diferentes cortes dependiendo de las medidas correspondientes a las dimensiones antes indicadas en el diseño del VSB, como se observa en la figura 71.



Figura 71. Corte y lijado de bambú

para la base triangular se necesitó tubos de bambú de diámetro de 4 cm y para la estructura tubos de bambú de diámetro de 3 a 3,5 cm, por la irregularidad que tiene el bambú se optó por colocar los más semejantes y que puedan ingresar en las guías y bases metálicas fabricadas, o a su vez reduciendo un poco su diámetro de los filos, lijando con una lija fina de madera y de esta forma poder introducir el bambú con mayor facilidad hacia las guías y bases de la estructura, se debe evitar reducir en exceso el diámetro del bambú ya que podría debilitarse y romperse.

De igual manera procurar no realizar orificios en la estructura ya que podría agrietarse y romperse mientras se están manipulado o colocado las piezas de bambú en la estructura.

4.5.3 PINTURA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA Y DEL BAMBÚ

4.5.3.1 Pintura en la estructura y piezas metálicas

En el caso de la estructura y piezas metálicas, para el procedimiento de pintura se realizó diferentes procesos, tales como: la mezcla del primer con catalizador y thinner, La pintura metálica con thinner, en la figura 72, se muestra el proceso de aplicación tanto del fondo o primer y de la pintura en cada una de las estructuras metálicas.

4.5.3.2 Pasos para aplicación de la pintura

1. Lijar la superficie de las piezas a pintar.
2. Limpiar la superficie de las piezas a pintar con un desengrasante.
3. Secar las superficies.
4. Aplicar primer en las piezas a pintar, este puede venir de diferentes colores el más común y el que se utilizó fue un primer para acabado de pintura para metal de color gris.
5. Aplicar la pintura, para esta estructura se utilizó pintura para metal de color azul.



Figura 72. Aplicación de fondo y pintura en acero

4.5.3.3 Pintura en bambú

Como se muestra en la figura 73, la aplicación de la pintura en el bambú.



Figura 73. Aplicación de laca y pintura en bambú

Para la aplicación de pintura en bambú se necesita otro tipo de procedimiento, se aplica una capa de laca transparente previamente preparada con thinner y la pintura, que en este caso es una pintura para madera, se realiza procesos similares a los anteriores, limpieza del bambú para eliminar alguna suciedad, se seca y aplica tanto la laca como la pintura de un color verde agua.

4.5.4 UNIÓN DE PARTES METÁLICAS Y BAMBÚ

El objetivo primordial de unir las parte metálicas con el bambú es que queden completamente unidas, para que en el momento que exista una carga, torsión o flexión entre estos dos materiales no se desacoplen o desprendan uno del otro, por ese motivo se utilizó un tipo de masilla epóxica adhesiva de rápido endurecimiento que es utilizada para pegar, montar, sellar y rellenar la mayoría de materiales en este caso el metal con el bambú, como se muestra en la figura 74,



Figura 74. Unión de la estructura

De igual manera en el interior de las puntas de bambú se introdujo tubo redondo de acero de 1 x 1.5, grosor de 0,15 cm, diámetro exterior de 2,5 cm y un diámetro interior de 2,2 cm, para darle mayor firmeza y evitar que se quiebre o sufra alguna ruptura por los esfuerzos que se aplicarán a la estructura, el tubo redondo fue pegado al bambú con la misma masilla epóxica para sellar y rellenar el espacio sobrante entre los dos elementos, al unir la parte metálica con el bambú se tuvo que lijar el sobrante de la masilla para que la unión entre estos dos materiales quedara uniforme, además se colocó cabuya en todas las uniones.

4.5.4.1 Unión y pintura en arcos laterales, posteriores y soportes

Así mismo la unión de los demás componentes de la estructura como los soportes de los paneles solares, los arcos laterales y posteriores que cumplen una gran función que es evitar la máxima deformación de la base y mantener la forma de la misma, como se muestra en la figura 75.



Figura 75. Unión y pintura de todos los elementos de la estructura

Estos elementos también fueron acoplados con la masilla epóxica antes mencionada y realizado el mismo procedimiento anterior, se decidió dar una segunda capa de fondo y pintura a toda la estructura que se encontraba ya ensamblada, para proceder al montaje de todos los elementos que conformarían el VSB.

4.5.5 MONTAJE DE ELEMENTOS EN LA ESTRUCTURA

El siguiente punto trata del montaje de los diferentes elementos que componen el VSB, la mayoría de componentes se ubicaron en la parte posterior del prototipo tanto por el punto de gravedad y por el peso que soportará la estructura, ya que en la parte posterior se transmitirá la fuerza motriz del VSB,

4.5.5.1 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL VSB

- Motor eléctrico de 1000 watts 48 V 12 A
- Batería de litio de 48 V 12 Ah
- Modulo regulador de velocidad de 1000 W
- Regulador de voltaje 48 V 30 A

- 4 Paneles solares 50 W 12 V 3 A
- Llantas posteriores R 16
- Llanta delantera R 12
- Frenos Hidráulico y manilla
- Mordaza, pastillas, disco de freno de bicicleta
- 2 amortiguadores de bicicleta
- 2 chumaceras de 1"
- Polea y banda
- Acelerador por manilla
- Odómetro digital
- Asiento de mimbre
- Templador

El motor va montado en su base metálica detrás del asiento de mimbre el cual va conectado a su izquierda al módulo o regulador de velocidad que es el encargado de controlar tanto la aceleración del motor y el odómetro digital que da la lectura de la velocidad a la que va el VSB, que kilometraje recorre y la carga de la batería además de diferentes funciones más como se muestra en la figura 76.



Figura 76 .Montaje de los elementos a la estructura

La batería por su parte se ubica en su base al lado izquierdo del prototipo este es el encargado de dotar de energía al motor para su correcto funcionamiento, El controlador de carga va colocado al lado derecho para mayor comodidad al momento de la instalación eléctrica, Mientras que los paneles solares van colocados en la parte posterior y superior del prototipo para recibir los rayos solares.

El sistema de transmisión está compuesto por un eje de transmisión con 2 ruedas de R16, el cual mediante un sistema de polea y banda conectada al motor trasmite el movimiento motriz hacia las ruedas posteriores del VSB, mediante un templador aumenta o disminuye la transmisión del motor hacia el eje dependiendo de qué tan ajustada se encuentre la banda.

El sistema de suspensión está conformado por 2 amortiguadores de bicicleta colocados en las bases posteriores del prototipo que por un lado conectan a las chumaceras y del otro lado a la base de la estructura por ende necesitan de unas barras estabilizadoras que se han soldado desde la base inferior del amortiguador a la estructura del VSB donde se encuentran colocados los demás elementos.

El sistema de dirección y Freno, constan de un manillar de bicicleta que consta de Manubrio, telescopio y tijera con una llanta R12 y sirve para dar dirección al prototipo, Mientras que el sistema de freno consta de un sistema hidráulico el cual se colocó una palanca de freno en el manubrio y este a su vez conectado por manguera hacia la mordaza que fue adaptada en la estructura atrás del asiento ya que el disco de freno fue ubicado en el motor eléctrico para poder frenarlo, la mayoría de los elementos fueron ajustados a la estructura mediante pernos y tuercas de $\frac{1}{4} \times 1$ y de $\frac{1}{2} \times 1$.

4.5.6 CONEXIONES ELÉCTRICAS

En base al diseño de circuito de carga se realizó las conexiones eléctricas, se realizó una conexión en serie con los 4 paneles solares ya que cada uno de los paneles solares es de 50 W 12 V 3 A, realizando la conexión en serie el voltaje y la potencia se suma pero la intensidad de corrientes es la misma

dando como resultado 200 W 48 V 3 A la conexión en serie va conectado al regulador de voltaje

La batería y módulo de velocidad está conectada directamente al controlador, independientemente los terminales del motor, odómetro digital y acelerador se conectan al módulo de velocidad respectivamente con cada uno de sus sockets.

Al realizar todas las conexiones al regulador de voltaje se podrá observar cómo en la figura 77, La carga que envían los paneles solares son reguladas por el controlador el cual actúa como un sensor y actuador que medir si la batería se está descargando y activa el sistema de recarga haciendo que la batería se cargue por medio del energía que envían los paneles solares además este regulador permite el paso de corriente de la batería hacia el modulo, permitiendo que el motor, el odómetro y el acelerador funcionen con normalidad.

El regulador de voltaje es el encargado de evitar que la batería reciba más energía de a necesaria realizando un corte de paso de energía al momento que la batería se encuentra completamente carga.



Figura 77. Conexiones Eléctricas

Como se muestra en la figura 78, al realizar las conexiones de los paneles solares, batería y modulo al regulador de carga o voltaje se observa su funcionamiento en este caso como los paneles solares dan un voltaje de 48.6 V para poder cargar la batería.



Figura 78. Lectura del controlador de carga

El prototipo de VSB como se muestra en la figura 79, fue presentado en la universidad y analizado por algunos ingenieros de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial los cuales decidieron realizar algunas modificaciones en el prototipo terminado.



Figura 79. Prototipo VSB terminado

4.5.7 CAMBIOS EN EL PROTOTIPO VSB

- Colocar resina o laca transparente en las cabuyas.
- Soporte de bambú para soportar el peso y movimiento de los paneles superiores.
- Barra estabilizadora de ruedas posteriores.
- Eliminar peso muerto de la estructura.
- Sistema de transmisión por piñón cadena y catalina en el eje.
- Sistema de freno de disco en el eje de transmisión.
- Cambio de sistema de dirección.
- Inclinar los paneles solares posteriores a 45°.

Se realizó los cambios indicados en el prototipo VSB como se indicó, se colocó laca transparente en todas las uniones donde se ubicó cabuya para evitar que se deshile y deteriore.

Se colocaron tubos de bambú de forma vertical a 45° como se indica en la figura 80, los cuales evitan el movimiento excesivo de los paneles solares superiores.

Para la barra estabilizadora se utilizó platina de acero 30 x 8 mm de 90 cm de largo y 11 cm en los topes para poder colocarlos en la base de cada amortiguador y de esa forma evitar el desplazamiento lateral de los amortiguadores y chumaceras.

Se eliminó el peso muerto de la estructura metálica recortando todas las platinas y colocando únicamente una sola barra metálica donde ira montado el soporte del motor que se volvió a adaptar para poder regular la altura del motor.

Para el nuevo sistema de transmisión por cadena se adaptó un sistema de motocicleta en el cual se adaptó un piñón de 11 dientes al motor eléctrico que por medio de una cadena trasmite la fuerza hacia una catalina de 37 dietes ubicada en el eje de transmisión que fue adaptada por una pieza metálica al eje para mantenerla fija y evitar la oscilación de la catalina y funcione correctamente la transmisión.



Figura 80. Primeros cambios en el prototipo VSB

Para el sistema de freno se adaptó un disco de freno de motocicleta al eje de transmisión acoplado conjuntamente con la catalina, se optó por realizar bases para la bomba de freno, pedal y la mordaza de freno con platinas de acero 30 x 8 mm y 30 x 6 mm como se muestra en la figura 81.

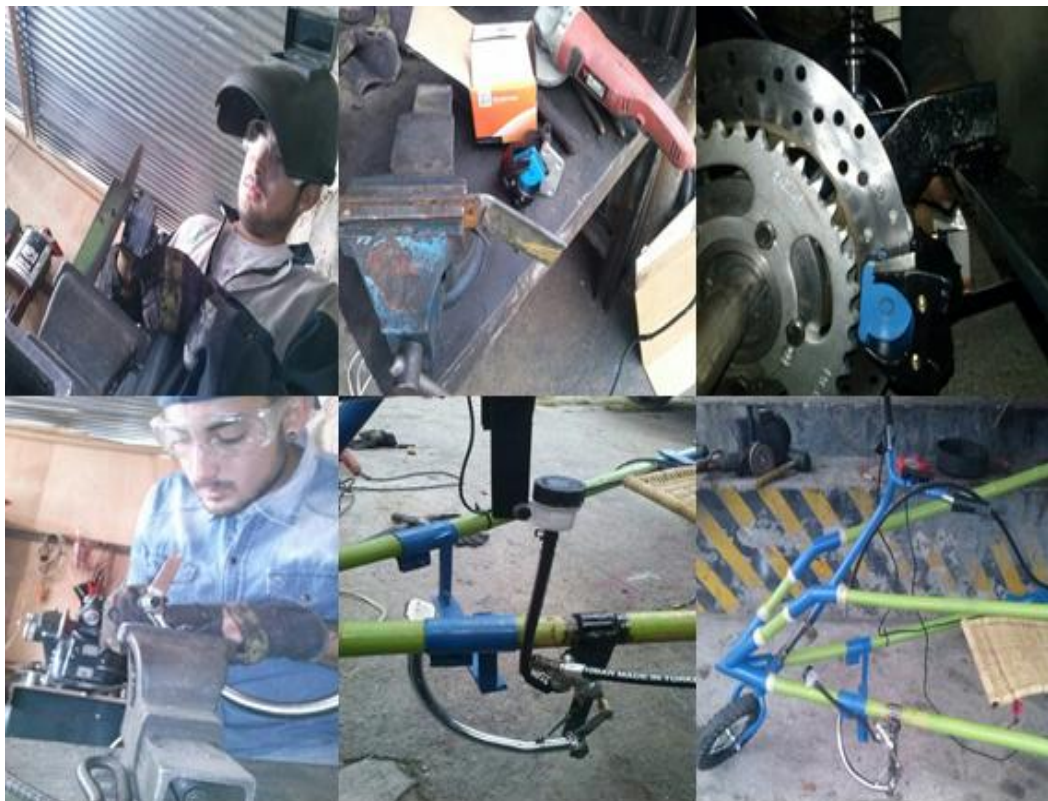


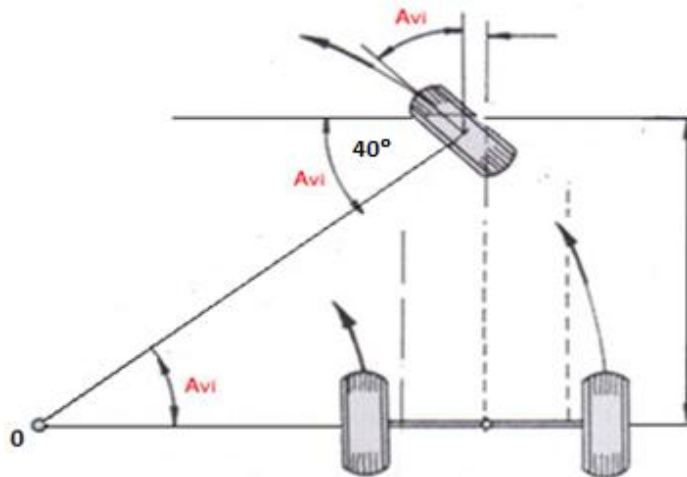
Figura 81. Cambio sistema de freno

En el caso del sistema de dirección se optó por cambiar completamente todo el sistema colocando una rueda de mayor tamaño que paso de ser una rueda rin 10" a una rueda de rin 13", para que esto sea posible se fabricó una tijereta más ancha para que la rueda pueda encajar correctamente, de igual manera se fabricó una columna de dirección más larga con un bocín para facilitar el movimiento del manubrio y la rueda, estos componentes se adaptaron a la parte delantera de la estructura realizando algunas modificaciones como se observa en la figura 82, Para que la rueda delantera del VSB esté completamente vertical con un caster o ángulo de avance nulo o 0° y evitar el problema de inclinación de la rueda de un lado al otro como lo tenía, ahora la rueda no se inclina si no que gira de un lado a otro perfectamente por su caster 0° y por su manillar que fue fabricado con la finalidad de realizar el movimiento de la rueda correctamente.



Figura 82. Cambio del sistema de dirección

Como se observa en la figura 83, el ángulo de giro que tiene la dirección del VSB, es de 40° en el eje vertical tanto al lado izquierdo como para el lado derecho, al realizar estas modificaciones en el sistema de dirección se elimina por completa la tensión que ejercía en la estructura al momento de conducir y mover la dirección de un lado a otro



Avi.- ángulo de viraje de la rueda

Figura 83. Angulo de viraje de la rueda delantera

A cerca de la inclinación de los paneles solares posteriores a 45 grados se colocó un amortiguador de cajueta el cual fue empernado en la estructura del VSB y mediante bisagras se pudo realizar el movimiento de inclinación de los paneles solares como se observa en la figura 84, se puede observar su funcionamiento

En el amortiguador se realizó un orificio donde se colocará un pasador para bloquear el recorrido del pistón y poder mantener la inclinación de 45°, este tipo de inclinación sirve para que los paneles posteriores reciban la luz del sol y puedan transmitir el voltaje necesario.



Figura 84. Inclinación de los paneles solares y prototipo terminado

4.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.6.1 VOLTAJES E INTENSIDADES REALES Y CIRCUITOS DE CARGA

Se realizó las medidas de voltajes e intensidades como se muestra en la tabla 20, mediante el uso del multímetro, tanto de los paneles solares como de la batería para obtener los valores reales que emiten estos dos componentes, al estar los paneles solares conectados en serie, se decidió topar lectura de cada uno, tanto de su voltaje como de su intensidad, al estar conectados en serie su voltaje varia pero su intensidad no, con relación a la última lectura de los 4 paneles solares conectados en serie se obtuvo un voltaje de 48,2 V perfectos para cargar la batería de 48 V de ion-litio.

Tabla 20. Mediciones reales de voltaje e intensidad

Multímetro			
Paneles solares	Voltaje	Intensidad	Potencia
1	12.5 V	3.25 A	66.62 W
2	24.1 V	3.25 A	136.82 W
3	36.7 V	3.25 A	200.52 W
4	48.2 V	3.25 A	273.65 W
Resistencia 1K Ω	59.5 V	3.25 A	193.36 W
Batería	51.7 V	12.00 AH	620.40 Wh

4.6.2 TABLAS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Con respecto a las pruebas de funcionamiento se realizaron en el sector de Quitumbe tanto en las vías públicas (calles) y en el eco-vía que en ese momento no se encontraba funcionando.

A continuación las diferentes tablas con las pruebas de funcionamiento.

4.6.2.1 Pruebas de Autonomía VSB

Para calcular la autonomía que el VSB alcanzará con la batería completamente cargada en modo eléctrico y la autonomía con la batería

carga y paneles solares en modo paneles solares, se tomó varios parámetros como es la velocidad, tiempo y recorrido, por ello se tomó en cuenta 3 medidas de velocidad de 10 km/h, 15 km/h y 20 km/h o velocidad máxima los resultados se muestra en las tablas 21 y 22 respectivamente.

Tabla 21. Autonomía del VSB Modo Eléctrico

Energizado modo eléctrico			
Velocidad	Recorrido	Tiempo	Batería
10 Km/h	15 km	4h38 min	100% a 0%
15 Km/h	21 km	3h26 min	100% a 0%
20 Km/h	27 km	2h35 min	100% a 0%

Tabla 22. Autonomía del VSB Modo Paneles Solares

Energizado modo panel solar			
Velocidad	Recorrido	Tiempo	Batería + Paneles Solares
10 Km/h	20.01 km	6h24 min	100% a 0%
15 Km/h	29.16 km	4h53 min	100% a 0%
20 Km/h	36.45 km	3h54 min	100% a 0%

4.6.2.2 Pruebas de Velocidad Máxima VSB

Otro punto es la velocidad máxima que alcanza el VSB, al realizar las pruebas de velocidad se tomó en cuenta también la carga de la batería y como esta varia la velocidad máxima que puede alcanzar el prototipo tanto en el modo eléctrico como en el modo paneles solares, se podrá observar que en un modo es más rápido con respecto al otro, esto se da por la carga en la batería como se observa en las tablas 23 y 24, mientras mayor es la carga de la batería su velocidad será mayor y mientras va disminuyendo la carga en la batería la velocidad disminuye progresivamente.

Tabla 23. Velocidad máxima carga modo eléctrico

Velocidad en recta y pendiente		
batería	recta 0°	pendiente 15°
cargada 100%	23.0 Km/h	18.2 Km/h
semi cargada 50%	18.3 Km/h	16.8 Km/h
semi descargada 15%	16.1 Km/h	15.3 Km/h

Tabla 24. Velocidad máxima carga modo paneles solares

Velocidad en recta y pendiente		
batería	recta 0°	cuesta 15°
cargada 100%	23.0 Km/h	18.2 Km/h
semi cargada 65%	18.9 Km/h	17.4 Km/h
semi descargada 30%	17.0 Km/h	16.7 Km/h

4.6.2.3 Pruebas Distancia recorrida, tiempo y velocidad

En el caso de estas pruebas se tomó 5 parámetros de distancias a 3 diferentes velocidades y se calcula que tiempo se toma en alcanzar dichas distancias, como se muestra en las tablas 25,26 y 27 se observa las diferentes variaciones de tiempo con respecto a la velocidad y la distancia estas tres pruebas solo se realizaron en modo eléctrico ya que en modo de panel solar serían los mismos resultados.

Tabla 25. Distancia recorrida a 10 km/h

Pruebas de Distancias y Velocidad			
Pruebas	Distancia recorrida	Tiempo	Velocidad
1	200 m	2.54 min	10 km/h
2	400 m	4.30 min	10 km/h
3	600 m	6.00 min	10 km/h
4	800 m	7.00 min	10 km/h
5	1 km	9.16 min	10 km/h

Tabla 26. Distancia recorrida a 15 km/h

Pruebas de Distancias y Velocidad			
Pruebas	Distancia recorrida	Tiempo	Velocidad
1	200 m	1.58 min	15 km/h
2	400 m	2.51 min	15 km/h
3	600 m	4.16 min	15 km/h
4	800 m	5.02 min	15 km/h
5	1 km	6.28 min	15 km/h

Tabla 27. Distancia recorrida a 20 km/h

Pruebas de Distancias y Velocidad			
Pruebas	Distancia recorrida	Tiempo	Velocidad
1	200 m	1.27 min	20 km/h
2	400 m	2.15 min	20 km/h
3	600 m	3.00 min	20 km/h
4	800 m	3.50 min	20 km/h
5	1 km	4.38 min	20 km/h

4.6.2.4 Diferencias entre Autonomía y Velocidad máxima, real y simulación

Se analizó los resultados reales con respecto a la simulación realizada anterior mente, se obtuvo los resultados como se muestra en la tabla 28, se encontró una diferencia del 62 % en la autonomía de la simulación a los datos reales obtenidos en las pruebas de funcionamiento, mientras que la velocidad del VSB simulada es mayor que la velocidad real máxima que alcanza el prototipo con un 40% más de la velocidad real.

Tabla 28. Diferencias entre Autonomía y Velocidad máxima

Autonomía y Velocidad máxima		
	real	simulación
Modo Eléctrico	27.00 km	16.67 km
Modo Panel Solar	36.45 km	22.46 km
Velocidad Máxima	20.00 km/h	28.00 km/h

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se consiguió realizar el objetivo primordial del proyecto de tesis, diseñar y construir un prototipo de vehículo eléctrico monoplacea energizado por paneles solares con estructura de bambú.
- Al realizar el análisis para determinar el material de la estructura del VSB se seleccionó un material ecológico y renovable como el bambú un producto netamente producido en Ecuador tanto por sus propiedades físicas y mecánicas un material rígido como el acero y el aluminio con una rigidez de 340 kg/cm², un módulo elástico de 203000 kg/cm² y por su costo un material económico y duradero, dando como resultado un prototipo liviano y de estructura fuerte.
- A lo que se refiere al diseño, se realizó varios prototipos de estructuras tanto por estética como por funcionalidad dando como resultado final la estructura que hoy cuenta el VSB (Vehículo Solar de Bambú).
- El bambú es un material estructural que se utiliza en diferentes áreas, en nuestro caso como estructura para el prototipo, un material liviano y a su vez resistente que en conjunto con materiales metálicos formaron una estructura fuerte y funcional.
- Para el funcionamiento del VSB se utilizó un motor eléctrico de 1000 watts, 48 V 12 A que sirve para darle movimiento al igual que una serie de paneles solares y una batería de ion-litio, todo este conjunto de elementos ayudan para que el vehículo solar de bambú pueda trasladarse de un lugar a otro.
- Para ser un prototipo su velocidad máxima es de 20 a 25 kilómetros por hora, con una autonomía de 27 a 35 km dependiendo tanto de la carga de la batería como de la luz solar a la cual está expuesto.
- Con una carga de batería del 100% a una velocidad de 10, 15 y 20 km/h recorre entre 15 a 27 Km en un tiempo de 2h35 min a 4h38 min en modo eléctrico, mientras que en modo panel solar recorre una distancia entre 20

a 36 Km en un tiempo de 3h53 min a 6h24 min en modo paneles solares respectivamente.

- La velocidad del VSB varía dependiendo del porcentaje de carga de la batería en modo eléctrico su velocidad máxima al 100% de carga, es de 23 km/h en recta y 18,2 Km/h en cuesta de 15°, al 50% de carga, la velocidad es de 18,3 Km/h en recta y 16,8 Km/h en cuesta de 15°, al 15% de carga, la velocidad es de 16,1 km/h en recta y 15,3 Km/h en cuesta de 15°.
- La velocidad del VSB varía dependiendo del porcentaje de carga de la batería en modo panel solar su velocidad máxima al 100% de carga, es de 23 km/h en recta y 18,2 Km/h en cuesta de 15°, al 50% de carga, la velocidad es de 18,9 Km/h en recta y 17,4 Km/h en cuesta de 15°, al 15% de carga, la velocidad es de 17 km/h en recta y 16,7 Km/h en cuesta de 15°.
- Al realizar pruebas de distancia y velocidad se obtuvo un recorrido 200 m a 1 km en un tiempo de 1,25 min a 4,38 min respectivamente a una velocidad de 20 Km/h, 1,58 min a 6,28 min respectivamente a 15 Km/h y 2,54 min a 9,16 min respectivamente a 10 Km/h.
- El prototipo es totalmente funcional se realizó pruebas de funcionamiento en la vías de la ciudad de quito dando como resultado un vehículo que puede trasladar a una persona de una lugar a otro.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda buscar nuevas alternativas para movilización de personas que tengan que ver con energías renovables para evitar la contaminación ambiental y la destrucción del ecosistema y del planeta en sí.
- Al momento de realizar el diseño y construcción de cualquier tipo de prototipo es recomendable saber qué tipos de materiales y componentes existen en el país para su elaboración.
- Tener muy en cuenta si se trabaja con materiales eléctricos, realizar las conexiones adecuadas para evitar la mala manipulación de estos equipos ya que pueden dañarse y causar complicaciones al momento de realizar su instalación.
- Perfeccionar la forma del manillar para una mayor comodidad al momento de manejar el VSB.
- Mejorar la transmisión para alcanzar mayor torque y velocidad.
- Se recomienda realizar pruebas de funcionamiento con el prototipo a mayores distancias para saber hasta qué parte de la ciudad podrá llegar y si es recomendable que se aplique como un vehículo de viaje para una persona.

GLOSARIO

GLOSARIO

Bambú. Planta tropical de tallo en forma de caña, alto, leñoso y resistente, hojas grandes y alargadas de color verde claro y flores en panojas derechas, ramosas y extendidas; puede alcanzar hasta 20 m de altura.

Batería de iones de litio. También denominada batería Li-Ion, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Chaveta. Clavo hendido que tras introducirlo por un agujero, se remacha separando las dos mitades de su punta.

Chavetera. Son ranuras mecanizadas axialmente en superficies de árboles (ejes) o agujeros con el fin de asegurar una transmisión de giro, fuerza y potencia.

EPS. (Electronic Power Steering) Dirección asistida electrónica.

Eje de transmisión. Se denomina eje de transmisión a todo objeto asimétrico especialmente diseñado para transmitir potencia.

Energía Solar. La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

Fotovoltaica. Que convierte la energía luminosa en energía eléctrica.

Intensidad de corriente (A). La intensidad de la corriente es la cantidad de carga que pasa por un conductor por unidad de tiempo. La intensidad de la corriente se mide en Amperios. $I = \frac{V}{R}$

Motor eléctrico brushless. Es un motor eléctrico que no emplea escobillas para realizar el cambio de polaridad en el rotor.

Newton (N). Unidad de fuerza. $N = \frac{(\text{kg} \cdot \text{m})}{\text{s}^2}$

Panel solar. Es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares

Prisionero mecánica. Pieza metálica de sujeción, de fuste recto estriado, que no necesita una tuerca. También llamado tornillo de cabeza, tornillo de presión.

Resistencia (R). Oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica. $R = \frac{V}{I}$

Sesgo. Proviene de sesgar, un verbo que hace referencia a torcer o atravesar.

Torsión Mecánica. El torque es la fuerza aplicada en una palanca que hace rotar alguna cosa. $T = r \times F = (dL/dt)$ [N*m]

Vatio (W). Unidad de potencia. $W = \frac{J}{s} = V \cdot A = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3}$

Voltaje (V). El Voltaje o la “diferencia potencial eléctrica” es una comparación de la energía que experimenta una carga entre dos ubicaciones. $V = I \times R$

VSB. Vehículos Solar de Bambú.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Adrian Espinosa. (12 de junio de 2011). *www.academia.edu*. Recuperado el 26 de agosto de 2015, de *www.academia.edu*:

http://www.academia.edu/3069983/SISTEMA_MODULAR_DE_TRACCI%C3%93N_PARA_UN_VEH%C3%8DCULO_EL%C3%89CTRICO

autoavance. (01 de 05 de 2012). *www.autoavance.com*. Obtenido de *www.autoavance.com*: <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/24-sistema-de-direcciones-electricas/24-sistema-de-direcciones-electricas>

autolibre. (2011). *www.autolibreelectrico.ccom*. Obtenido de *www.autolibreelectrico.ccom*:

<http://autolibre.blogspot.com/2014/10/analisis-integral-del-vehiculo-electrico.html#more>

blogger. (29 de enero de 2012). *www.blogger.com*. Recuperado el 20 de mayo de 2016, de *www.blogger.com*: <http://hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com/2012/01/la-suspension.html>

blogspot. (2008). *www.blogspot.com*. Obtenido de *www.blogspot.com*: <http://celdasfotovoltaicas.blogspot.com/>

Cantero, M. J. (30 de abril de 2012). *www.wordpress.com*. Recuperado el 18 de noviembre de 2015, de *www.wordpress.com*:

<https://michaelcantero.wordpress.com/2012/04/30/392/>

Coast pink. (19 de mayo de 2014). *www.coastpink.com*. Recuperado el 12 de febrero de 2016, de *www.coastpink.com*: http://coast.pink/vehiculo-solar_4088000.html

Croxwell, D. (14 de junio de 2014). *inventosmodernos*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de *inventosmodernos*:

<http://www.inventosmodernos.cl/motor-electrico.htm>

- Diariomotor. (14 de Marzo de 2012). *www.diariomotor.com*. Obtenido de www.diariomotor.com:
<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/14/baterias-de-coches-electricos-e-hibridos-hoy-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/>
- ecconex. (2011). *www.ecconex.com*. Obtenido de www.ecconex.com:
<http://www.ecconex.com/revista/03-2012/coches-motos-electricos-hibridos.html>
- Ecured. (20 de mayo de 2016). *www.ecured.com*. Recuperado el 20 de mayo de 2016, de www.ecured.com:
http://www.ecured.cu/Freno_regenerativo
- Eliseos, S. (3 de mayo de 2013). *www.eliseosebastian.com*. Recuperado el 6 de abril de 2015, de www.eliseosebastian.com:
<http://eliseosebastian.tumblr.com/post/27900695685/componentes-de-un-panel-solar-fotovoltaico>
- endesavehiculoelectrico. (8 de 09 de 2013).
www.endesavehiculoelectrico.com. Recuperado el 5 de agosto de 2015, de www.endesavehiculoelectrico.com:
<http://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/recarga/tipos>
- Energías, E. (2015). *www.energia-renovabl.com*. Obtenido de <http://energia-renovable.eu/tipos-de-paneles-solares/>
- Enrique Ciro, L. F. (2013). Motores electricos de alta eficidad. *Energía y Computación*, 1-9.
- Escotel. (3 de junio de 2013). *www.esco-tel.com*. Recuperado el 6 de abril de 2016, de www.esco-tel.com: http://www.esco-tel.com/plantas_de_luz_solares.html
- hablandodeciencia. (13 de 03 de 2012). *www.hablandodeciencia.com*. Obtenido de www.hablandodeciencia.com:

<http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2012/03/13/el-futuro-del-transporte-el-coche-electrico/>

Hinostroza, F. (20 de agosto de 2001). *www.arqchile.com*. Recuperado el 14 de septiembre de 2015, de *www.arqchile.com*:
http://www.arqchile.cl/bambu_acero.htm

IDAE. (12 de enero de 2012). *www.idae.es*. Recuperado el 3 de septiembre de 2015, de *www.idae.es*:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_movilidad_electrica_acc_c603f868.pdf

karii-ortega. (7 de Noviembre de 2012). *www.karii-ortega.com*. Recuperado el 18 de septiembre de 2015, de *www.karii-ortega.com*: <http://karii-ortega.blogspot.com/>

Leica Geosystems AG . (17 de Mayo de 2010). *www.leica-geosystems.no*. Recuperado el 19 de noviembre de 2015, de *www.leica-geosystems.no*: http://www.leica-geosystems.no/downloads123/zz/accessory/accessories/white-tech-paper/White%20Paper%20Batteries%20and%20Chargers_es.pdf

MotorGiga. (2014). *www.motorgiga.com*. Obtenido de *www.motorgiga.com*:
<http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/cargador-de-bateria-definicion-significado/gmx-niv15-con193423.htm>

motorpasion. (07 de Mayo de 2010). *www.motorpasion.com*. Recuperado el 6 de agosto de 2015, de *www.motorpasion.com*:
<http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>

nichese. (2 de OCTUBRE de 2013). *www.nichese.com*. Obtenido de *www.nichese.com*: <http://www.nichese.com/motor-c.c.html>

Pellicer, E. L. (1977). *Automóviles Eléctricos*. Zaragoza: Reproducciones S.A.

- photaki. (2012). *www.photaki.com.es*. Obtenido de http://www.photaki.es/foto-casa-solar_391566.htm
- pueblosolar. (20 de abril de 2012). *www.pueblosolar.com*. Recuperado el 14 de noviembre de 2015, de www.pueblosolar.com: <http://pueblosolar.mx/wp-content/uploads/2012/12/FichaTPanelSolarPolicristalino250W.pdf>
- regenbat S.A. (Agosto de 2012). *www.regenbat.com*. Recuperado el 12 de julio de 2015, de www.regenbat.com: <http://www.regenbat.com/tipos-regenbat-regeneracion-baterias.php>
- soltecnica. (10 de junio de 2008). *www.soltecnica.es*. Recuperado el 29 de octubre de 2015, de www.soltecnica.es: <http://www.soltecnica.es/p/es/paneles-solares-fotovoltaicos.php>
- Todoproductividad. (02 de Septiembre de 2012). *www.productividad.com*. Recuperado el 17 de octubre de 2015, de www.productividad.com: <http://todoproductividad.blogspot.com/2012/09/el-proceso-de-carga-y-descarga-de-las.html>
- Torres, V. S. (1 de mayo de 2015). *www.dx.doi.org*. Recuperado el 21 de marzo de 2016, de www.dx.doi.org: <http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/viewFile/312/327>
- Weinbissinger, F. (6 de Junio de 2012). <http://www.socomec.com/>. Recuperado el 16 de abril de 2015, de <http://www.socomec.com/>: http://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/DOCUMENTATION/UPS_hors_cata/white-paper/Asynchronous_Motors_ES.pdf
- Yuba. (17 de marzo de 2015). *www.yubasolar.net*. Recuperado el 22 de enero de 2016, de www.yubasolar.net/: <http://www.yubasolar.net/2015/03/las-celdas-fotovoltaicas.html>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1.

Motor brushless hub motor 48v 1000w

Voltaje: 48V

Potencia: 1000W

Tipo de motor: sin escobillas sin engranaje del cubo del motor

Motor Peso neto: 6.4kgs

Diámetro del motor: 24.5cm

Cantidad de sensor Hall: 3pcs

Max. Velocidad: 480RPM

Max. Par: 25N.M

Diámetro del eje: 1,5 cm

Tamaño del buje: Diámetro: 1,5 cm, Altura: 3.5cm

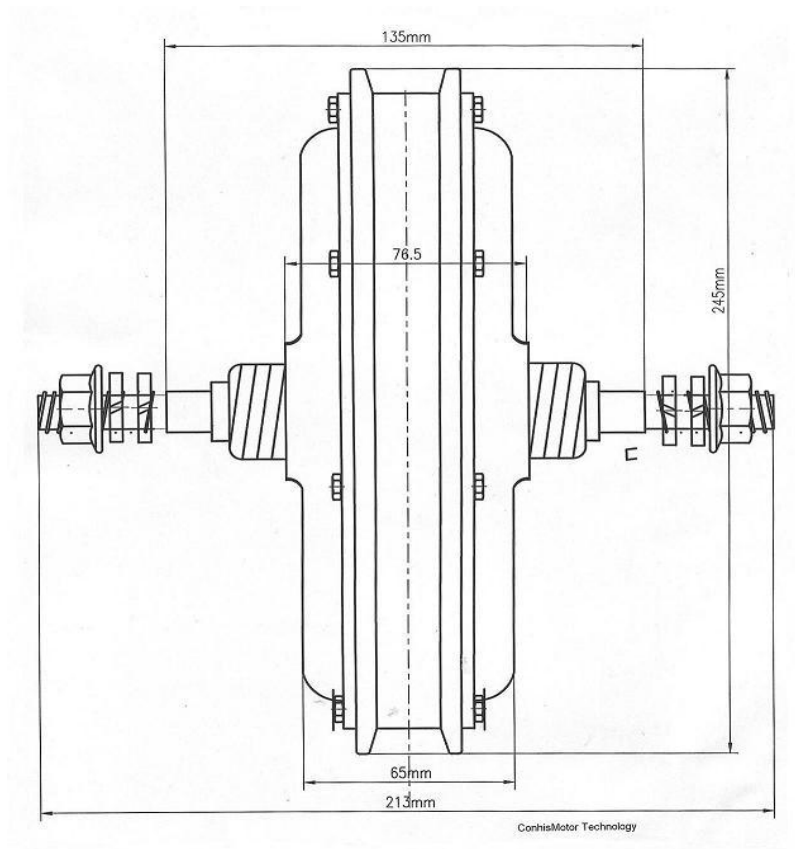
Min. Tenedor Ancho Requisito: Min.13.5cm

Correspondiente controlador: Controlador 48V 1000W

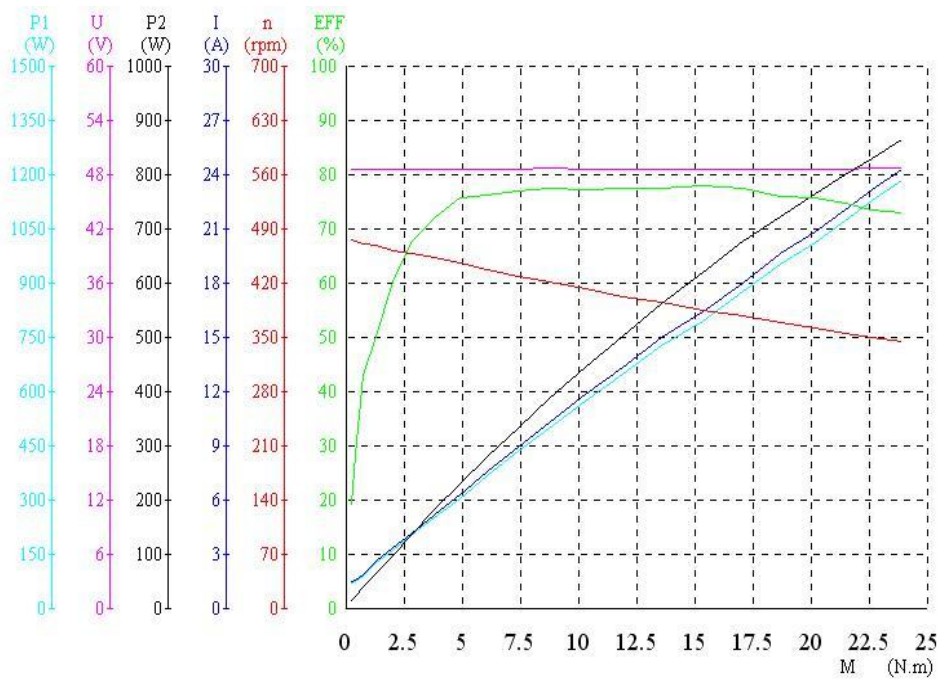
Disponibile velocidad Cantidad de cambios: una sola velocidad



Dimensiones del motor brushless hub



Curva de Trabajo Motor brushless hub 1000W 48V



Eficiencia del motor brushless hub utilizado en el proyecto.

	U	I	P1	M	n	P2	Eff
Descripción	(V)	(A)	(W)	(N.m)	(rpm)	(w)	(%)
Sin carga	48.51	1.445	70.09	0.27	474.6	13.41	19.1
máxima eficiencia	48.53	16.36	794.5	15.37	384.9	619.3	77.9
máxima potencia de salida	48.63	24.30	1182	23.94	344.6	863.7	73.0
máximo torque	48.63	24.30	1182	23.94	344.6	863.7	73.0
fin	48.63	24.30	1182	23.94	344.6	863.7	73.0

ANEXO 2.

Batería tipo botella de 48v 12ah li-ion

Modelo de la batería	12AH 48V
Capacidad Nominal (AH)	12
Tensión nominal (V)	48
Resistencia de fuente (m?)	40
La combinación de la célula	6-paralelos 13-series
Cantidad celular (* serie paralela)	78
Descargar Tensión de corte (V)	41
Carga Tensión de corte (V)	54.6
Nominal de corriente de descarga (A)	15
Instantánea máxima descarga de corriente (A)	40
Corriente derivada continua máxima (A)	15
Corriente de carga máxima continua (A)	5
Modo de carga	CC-CV
Corriente de carga estándar (A)	2
Tiempo de la carga bajo corriente de carga estándar	6 horas
Corriente de carga rápida (A)	5
Tiempo de la carga bajo corriente de carga rápida	2,5 horas
Rango de temperatura de carga	-20-55 ° C
Peso neto de la batería	3.26kgs

Advertencias:

No sumerja la batería en agua o agua de mar, y mantener la batería en un cerco seco fresco si hace una pausa.

No utilice ni deje la batería cerca de una fuente de calor como el fuego o un calentador

Utilice el cargador de batería específicamente para ese propósito al recargar.

No invierta la posición y terminales negativos.

No conecte la batería electrodos a una toma eléctrica.

No deseche la batería en el fuego o un calentador.

No provoque un cortocircuito en la batería mediante la conexión directa de los terminales positivo y negativo con objetos metálicos.

No transporte ni guarde la pila junto con objetos metálicos, tales como horquillas, collares, etc.

No golpee, pisotear ni tire la batería.

No suelde directamente la batería y perforo la batería con un clavo u otros objetos punzantes

Batería calidad:

1. Células de un grado que las pilas de alta capacidad y la plena
2. Protección-doblan las virutas del IC, de que pueden anti-cortocircuito, anti-sobre el cargador, contra sobre corriente, contra la sobrecarga
3. Componer tipo: tecnología de inyección para hacer la batería más estable.
4. Certificaciones: CE, UL, FCC, ROHS, ISO9001
5. Larga vida útil, sin memoria, favorable al medio ambiente.

Ventajas:

1. Alta densidad de energía
2. Alto voltaje de funcionamiento de células individuales de la batería

3. Libre de contaminación, favorable al medio ambiente
4. Largo ciclo de vida; se extiende el ciclo de vida de hasta 800 ciclos
5. Capacidad, resistencia, voltaje, consistencia temporal plataforma es bueno
6. Simplificación del sistema de gestión de la batería (BMS) y un cargador de batería
7. Con función de producción de corto circuito, seguro y confiable
8. Precio de fábrica y alta calidad
9. Carga rápida
10. Peso ligero, tamaño pequeño
11. La tolerancia de sobrecarga grande y un rendimiento seguro
12. Auto Equilibrio

Aplicaciones:

1. Vehículos eléctricos ligeros: como la bicicleta eléctrica, coche de golf, coche plano eléctrico de pequeña escala, carretilla elevadora, limpieza, sillas de ruedas eléctricas
2. Vehículos eléctricos a gran escala: tales como autobús, coche eléctrico, coche turístico y Commix coche
3. Herramienta eléctrica: taladro eléctrico, sierra eléctrica, cortadora de césped
4. Coches de control remoto, barcos, aviones, juguetes
5. Solar y energía eólica de generación de dispositivos de almacenamiento
6. UPS luces de emergencia, luces de advertencia y lámpara de mineros
8. Pequeño equipos médicos y equipos portátiles

Batería ion- litio tipo botella 48v 12Ah



ANEXO 3.

Bambú

Las características mecánicas de la madera son afectadas por el clima, el suelo, ubicación, edad, tiempo de cosecha, humedad, etc. También se presentan grandes diferencias que se distribuyen sobre la longitud principal o sección transversal, y si las fuerzas son dispuestas en forma paralela o perpendicular a la fibra.

La variedad en las características mecánicas del bambú como cilindro hueco sigue siendo tan grande por la densidad del material dentro de las paredes del tubo y los discos del nudo perpendicular.



Cada palo de bambú es diferente y no se deja cortar como madera para la construcción, casi no se puede estandarizar. Teniendo que las características mecánicas del bambú dependen de las especies botánicas, su localización, la edad del tallo cosechada, su contenido de agua y naturalmente del diámetro y grueso de pared, la clasificación se recomienda con esos parámetros.

Para la construcción con bambú, hacen falta estándares de construcción, y esto hace dificultoso el uso en países con reglamentaciones rigurosas. Pero ya existe un diseño de ISO para la prueba de bambú.

Las características físicas

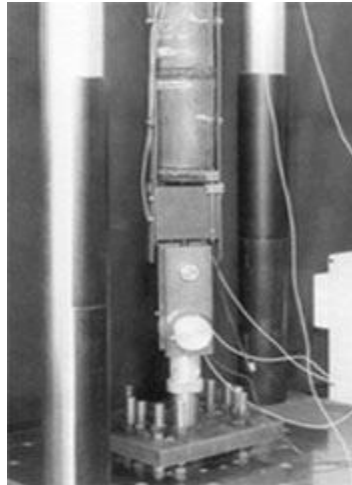
La sección transversal de bambú se diferencia en una zona oscura exterior de aproximadamente 30% y una zona blanca porosa interior de 70% aproximado. Con el aumento de altura sobre el suelo, la porción de las fibras externas densas en relación con la sección transversal es más alta y por eso los tallos delgados se encuentran mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal.

La acumulación de fibras de alta resistencia en la zona externa hace que sea efectivo a las fuerzas de tracción, flexión y cortante, teniendo gran elasticidad. Igual que la madera, al aumentar la carga, se reduce el módulo de la elasticidad (5-10%). Para el cálculo en construcciones se puede utilizar un módulo de elasticidad de 2. 000 kN/cm².



Al centro del palo disminuyen el peligro de desabollar, como una superficie múltiple torcido, y afectan estabilidad al sistema.

La zona exterior tiene una firmeza a la tracción de dos a tres veces más que el interior. En los nudos esta firmeza es moderada, puesto que las fibras se cruzan, teniendo que los nudos disminuyen la firmeza a la tracción. También con palos de más de 5 años su firmeza a tracción se reduce.



Sin embargo, la fuerza de compresión aumenta con la edad. Los resultados de una prueba determinaron que: los bambúes de 6 años tienen una resistencia de compresión en 2,5 veces más, que una guadua de un año. Las secciones de un tubo con nudos tienen unas características mecánicas sobre el 8% más altas que los que no tienen nudo, al aplicarle cargas de compresión paralelo a las fibras. Con la presión perpendicular a las fibras los nudos absorben la fuerza hasta en un 45%, comparándolos con los que no tienen nudo. Los aspectos que influyen en la densidad de los vasos para aumentar la firmeza a la presión son la altitud de la zona y la edad de los tallos.



Atrops Examinó materiales de bambú, que generalmente se emplean en la construcción: diámetro del tubo 70-100 mm, grueso de la pared 6-12 mm con una luz de 3.60 m.

Las deflexiones elásticas eran: mín. =1/25,9; máx. =1/16,1; promedio 1:20,1 de la luz. En donde no se puede evitar una deflexión en la construcción (o

donde molesta), por ello, se podrían torcer los tallos ya cosechados (como las vigas pretensadas) que se enderezarán al aplicarle las cargas.

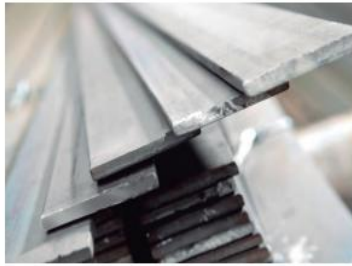


ANEXO 4.

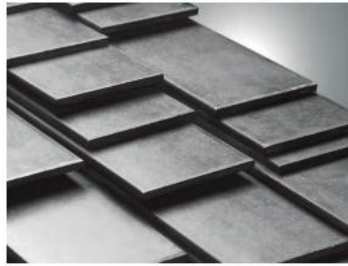
Catalogo acero a 36

Pletinas

Pletinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular. Se las utilizan para diferentes propósitos dentro del sector metalmeccánico, cerrajería ornamental, manufactura de muebles, trabajos de carpintería metálica en general, etc.



NORMA: NTE INEN 2215 / 2222 GRADO: ASTM A 36



NORMA: NTE INEN 2215 / 2222 GRADO: ASTM A 36

Propiedades Mecánicas		
	MPa	kgf / mm ²
Limite de fluencia mínimo	250	25
Resistencia a la tracción mínima	400	40
Resistencia a la tracción máxima	550	55

APLICACIONES



Pletinas

Pletinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular. Se las utilizan para diferentes propósitos dentro del sector metalmeccánico, cerrajería ornamental, manufactura de muebles, trabajos de carpintería metálica en general, etc.

TABLA: PLETINAS

6 metros		6 metros		6 metros	
Denominación	Kg / m	Denominación	Kg / m	Denominación	Kg / m
12 x 3mm	1.70	50 x 4mm	10.62	* 25 x 9mm	10.59
19 x 3mm	2.70	12 x 5.5mm	3.54	* 38 x 9mm	16.22
25 x 3mm	3.54	19 x 6mm	5.40	* 50 x 9mm	21.20
30 x 3mm	4.26	25 x 6mm	7.08	* 65 x 9mm	27.55
38 x 3mm	5.40	30 x 6mm	8.47	* 75 x 9mm	31.80
50 x 3mm	7.08	38 x 6mm	10.74	* 100 x 9mm	42.40
12 x 4mm	2.28	50 x 6mm	14.16	* 25 x 12mm	14.13
18 x 4mm	3.60	65 x 6mm	18.36	* 30 x 12mm	16.92
25 x 4mm	4.74	75 x 6mm	21.20	* 38 x 12mm	21.48
30 x 4mm	6.36	100 x 6mm	28.26	* 50 x 12mm	28.26
38 x 4mm	8.04	120 x 2mm SOCALO	11.31	* 75 x 12mm	42.39
				* 100 x 12mm	56.52

* Pletina únicamente bajo pedido

APLICACIONES

