



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

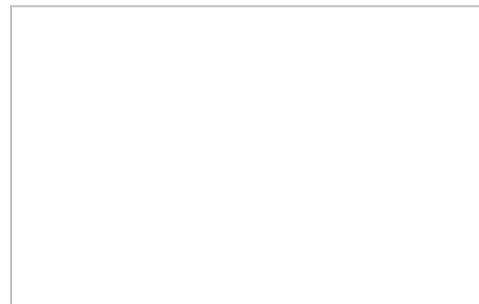
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

INFORME TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO 2



(Para uso interno de la CIP unicamente)
Sello de recibo con fecha y firma de quien recibe

Llenado de la solicitud realizada en Cd. Juárez, Chih.; a 29 de noviembre de 2019

Periodo que cubre el informe: (dd/mm/aa): De 26/11/2018 A 20/05/2019

Este informe es (marcar el correspondiente): parcial: 1___ 2___ 3___ Final X

(Para uso interno de la CIP nicamente)

Periodo que cubre el informe: (dd/mm/aa):	De ___ / ___ / 20__ A ___ / ___ / 20__
Fecha de recepción:	___ / ___ / 20__
Fecha de evaluación:	___ / ___ / 20__
Parcial 1___ 2___ 3___ Final___	

I. Información General

Nombre del investigador responsable del proyecto:

Raúl Ñeco Caberta	Jesús Martín Silva Aceves
Correo electrónico: rneco@uacj.mx	Correo electrónico: jesilva@uacj.mx

Teléfonos: Móvil (656) 2 28 10 94

Fijo (656) 6 88 48 43

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Departamento: Ingeniería Industrial y Manufactura

Título del proyecto: Diseño y construcción de un vehículo todo terreno para competencia Baja SAE 2019

Nombre del cuerpo académico: _____

LGAC: _____

Características del proyecto:

A. Alcance del proyecto:

Municipal	()	Una Empresa	()
Estatad	()	Varias Empresas	()
Regional	()	Un Sector	()
Interregional	()	Varios Sectores	()

B. Tipo de proyecto:

Investigación Básica ()
Investigación Aplicada (X)
Desarrollo Tecnológico ()
Intervención ()
Otro _____

Participantes:

Nombre y grado académico	Institución	Departamento	Cuerpo Académico (si es externo, incluya la LGAC externa).
M.C. Raúl Ñeco Caberta	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
Dr. Jesús Martín Silva Aceves	IIT	DIIM	
Dr. Carlos Ponce Corral	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
Dr. Lázaro Rico Pérez	IIT	DIIM	Sistemas Aeronáuticos
M.I. Luis Gonzalo Guillen Anaya	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
M.I. Carlos Felipe Ramírez Espinoza	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
M.I. Luz Angélica García Villalba	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
M.I. María Magdalena Hernández Ramos	IIT	DIIM	Grupo interdisciplinario de investigación en nuevas tecnologías para sistemas automotrices
Dr. Luis Carlos Méndez González	IIT	DIIM	
M.C. Luis Ricardo Vidal Portilla	IIT	DIIM	
Dr. José Omar Dávalos Ramírez	IIT	DIIM	
Dr. Yahir de Jesús Mariaca Beltran	IIT	DIIM	
Dr. Oscar Tenango Pirin	IIT	DIIM	
Dr. Francisco Carrillo Pereyra	IIT	DIIM	

Alumnos participantes:

Nombre	Programa Educativo	Nivel (pregrado, posgrado)	Tesista del proyecto (sí/no)
Campos García Carlos	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Núñez Olivas José Antonio	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Balderas Cervera Daniel Armando	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Quiñones Vargas Cesar	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	SI
López Méndez Omar Amalio	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Reyes Ruiz Brenda Anahí	Maestría Manufactura	posgrado	NO
Salas Gutiérrez Cesar Ali	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Ibarra Cepeda Luis Gerardo	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Muñoz Regalado Jorge Iván	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Lozano González Gustavo	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Trueba Hernández Jaime Ernesto	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
Muñoz Martínez Luis Alonso	Ing. en Mecatrónica	Pregrado	NO
Fernández Herrada Luis Roberto	Ing. en Aeronáutica	Pregrado	NO
Reyes Guerra Gerardo de Jesús	Ing. Sistemas Automotrices	Pregrado	NO
López Hernández Miguel	Lic. en Diseño Industrial	Pregrado	NO
Horta Miramonetes Ester Judit	Maestría Manufactura	posgrado	NO

II. Resumen

La competencia SAE Mini Baja es una competencia de diseño intercolegial para estudiantes de ingeniería de pregrado y posgrado. El objetivo de la competencia es simular proyectos de diseño de ingeniería del mundo real y sus desafíos relacionados. El objetivo es que los equipos diseñen y construyan un prototipo de vehículo recreativo todoterreno de asiento único. Los equipos compiten entre sí para que su diseño sea aceptado para su fabricación por una empresa ficticia. El propósito del informe de diseño es explicar el proceso de ingeniería utilizado para desarrollar cada sistema de vehículo, también explica las decisiones tomadas para diseñar y construir el vehículo y apoyarlos.

El desarrollo de las habilidades competitivas en la formación integral de nuestros estudiantes fomenta la participación en eventos como el Baja SAE con el propósito de desarrollar un vehículo todo terreno. El diseño del vehículo enfocado a varios aspectos de mejora con relación a los desarrollados anteriormente en relación a su desempeño global. Para cumplir con las mejoras se establecieron los objetivos siguientes:

- Mejorar el desempeño con un diseño de un nuevo reductor de engranes.
- Reducir peso del vehículo con un nuevo chasis.
- Diseñar un nuevo sistema de suspensión.
- Diseñar un nuevo sistema de dirección para mejorar la maniobrabilidad.

El proceso de diseño fue basado en las reglas que publica la sociedad de ingenieros automotrices de estados unidos (SAE). Estas reglas establecen los requerimientos mínimos del diseño con el objetivo de cumplir con la seguridad del piloto en la competencia. El proyecto adicionalmente desarrolla habilidades de diseño y fabricación en los estudiantes que participan en él. Esto les permitirá adquirir habilidades para su desarrollo profesional cuando estén en la industria.

El diseño fue enfocado a obtener un vehículo que fuera más ligero y se obtuvo de acuerdo a los resultados. En resumen, el proyecto fue terminado en tiempo y objetivos planteados al inicio del proyecto. El vehículo realizo pruebas de desempeño y resistencia básicas que cumplían con los objetivos propuestos.

III. Consistencia entre objetivos y metas (ver punto VIII)

- **Iniciales:**

Diseñar y construir un vehículo monoplaza con capacidad para soportar terrenos y condiciones ásperas.

1. Seguridad: el vehículo debe cumplir con BAJA Reglas SAE 2018.

Apariencia deportiva y estética salvaje: una pintura de color negro. El concepto de chasis implica, simetría, solo refuerzos traseros FAB, el brazo semi-trail sigue la misma línea que los miembros laterales del marco inferior.

2. Diversión para conducir: una relación entre velocidad, aceleración, costo y rendimiento durante el giro fue considerado.

3. Centro de gravedad de baja altura para estabilidad y distribución de peso 48/52 con una cantidad mínima de piezas en la parte trasera de

3. El vehículo cuenta con un sistema de freno único, sin marcha atrás y sin diferencial. Distancia entre ejes de 60", vía delantera de 53"

4. Distancia y distancia de la vía trasera de 50" para mantener la tracción delantera durante el giro.

5. Fácil de transportar: el vehículo puede caber en el camión, no se necesita remolque.

6. Fácil mantenimiento: todos los componentes principales del vehículo son fácilmente accesibles para reparaciones. El motor, el CVT y la caja de cambios se pueden quitar fácilmente del vehículo, si es necesario.

7. Las piezas fáciles de fabricar no tienen formas complejas y se puede establecer un proceso de plantilla.

- **Alcanzados:**

Cada uno de los objetivos fueron alcanzados en su totalidad

- **Por alcanzar:**

El logro de los objetivos alcanzados nos permite establecer como meta a futuro la renovación del proyecto para la participación en el siguiente año Baja SAE Arizona, del 16-19 de abril, 2020, Tucson, AZ, USA.

Registered Teams: 99

Car: 030, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Indios Racing

Ver anexo: Equipos registrados Baja SAE Arizona 2020

IV. Principales resultados

Anexar evidencias.

Los resultados obtenidos durante la competencia se enlistan en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1: Resultados de la competencia Gorman, CA, USA 2019 de entre 99 competidores

Evento	Ranking
Posición general	25
Prueba de resistencia	19
Suspensión y tracción	32
Escalada de colina	26
Aceleración	48
diseño	48
costo	32
Presentación de ventas	22

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO

CHASIS

La norma BAJA SAE de 2019 menciona que el material utilizado para los miembros de la jaula antivuelco primaria debe ser un tubo de acero circular con un diámetro exterior de 25 mm (1 pulg.) Y un espesor de pared de 3 mm (0.120 pulg.) Y un contenido de carbono de al menos 0.18% o mejores propiedades que esta. En lugar de usar el 1018, el marco estaba hecho de chromoly 4130, 1 ¼ de diámetro exterior y un grosor de pared de 0.065, chromoly 4130 tiene 0.31 por ciento de carbono. Además, el límite elástico de chromoly es 102.012 ksi para 1.25 de diámetro exterior, superior a 53.7 ksi del acero 1018. Además del diámetro exterior de 4130 1 ¼ tiene resultados superiores a 1018 en la resistencia a la flexión S_y/c y la rigidez a la flexión EI.

ERGONOMÍA

La comodidad del piloto es tan importante como cualquier otra área del vehículo. Entonces, a medida que las reglas cambiaron, se utilizó un asiento de aluminio sólido y para reducir los cortes de peso y se hicieron agujeros para eliminar la mayor cantidad de material posible. sin comprometer la estructura.

SUSPENSIÓN

Dado que buscamos principalmente un mejor rendimiento en la pista, propusimos una serie de objetivos para ayudar a lograr nuestras metas.

- Proporcionar un mejor manejo en las esquinas.
- Reduzca el balanceo del cuerpo del vehículo.
- Permita un mejor agarre y transmisión de potencia controlando las ganancias de inclinación.

SUSPENSIÓN DELANTERA

El mejor tipo de suspensión delantera que se ajustaba a los requisitos mencionados anteriormente era una suspensión doble A con un brazo largo corto configuración como el brazo de control superior más corto nos permitirá tener una mayor ganancia de curvatura en curva. La suspensión se montó con un ángulo de giro de 15 ° fijo, para mejorar la estabilidad direccional, ayudando también en la dirección y el manejo. Los brazos de control estaban constituidos por tubos de cromoly de 1 pulgada cortados a la forma y soldados entre sí; Utilizamos un husillo laminado en frío con un ángulo de inclinación del perno rey estático de 7,8 grados unido a los brazos mediante rótulas. Para probar el enlace de la suspensión de cromoly, calculamos las fuerzas de tensión y compresión que actúan sobre los brazos de suspensión en una caída propuesta de 2 metros.

SUSPENSIÓN TRASERA

Para la suspensión trasera, elegimos un brazo de arrastre de tres enlaces, que consiste en un brazo de arrastre normal con dos enlaces en dirección lateral, que no solo ayuda a disipar las cargas laterales, sino que también permite al equipo ajustar la inclinación estática y las ganancias de inclinación a través del recorrido de la suspensión. Esta configuración de suspensión trasera agregará beneficios como ajuste y control de inclinación, una configuración más robusta, mejor capacidad de carga y nos dará la oportunidad de adquirir mejores condiciones anti-sentadilla. El brazo consiste en tubos de cromoly 1 y 1 1/4 pulgadas soldados a una caja de rodamiento laminado en frío. Los enlaces de inclinación también están hechos de tubos de cromoly de 1 pulgada. La prueba de vinculación de suspensión se calculó en el mismo escenario en el que analizamos el anterior.

AMORTIGUADORES

Los amortiguadores seleccionados son Fox Float 3 Evol por su bajo peso y una relación de resorte controlada por presión de aire, lo que nos permite modificar el rendimiento de la suspensión rígida o flexible de acuerdo con el tipo de terreno en cada escenario de la competencia.

DIRECCIÓN

El objetivo del sistema de dirección es tener una dirección simple, confiable y receptiva, capaz de manejar obstáculos y giros a altas velocidades en terrenos irregulares, al tiempo que proporciona un pequeño radio de giro y una buena sensación o retroalimentación al conductor. El sistema de dirección es accionado por un mecanismo de cremallera y piñón de estilete; Este sistema de piñón y cremallera está fabricado con acero 4140 de alta

resistencia y aluminio 7075, lo que hace que el mecanismo sea muy liviano y ofrece una relación de dirección de 5:1. Los enlaces de dirección de bajo peso y costo fueron diseñados y construidos con un tubo 4130 de 0.75" de diámetro. Además, se adaptó una varilla de unión roscada a la izquierda 7/16 y un extremo de la varilla roscada a la derecha en cada lado para hacer que los ajustes de alineación sean rápidos y fáciles. 7.4 grados, lo que permite una mayor estabilidad en las rectas y con un radio de fregado de 2 "para permitir alguna retroalimentación al conductor desde la pista. El sistema funciona con una configuración 100% Ackerman, que ofrece un radio de giro estático de 1,4 m. Sin embargo, la varilla de dirección roscada permite que los radios se modifiquen arrastrando las ruedas hacia adentro o hacia afuera. Dado que el eje de la rueda delantera se acciona, los nudillos de dirección se ensamblan a lo largo de un eje donde está montado el cubo. Los nudillos de dirección están hechos de acero 1018 de 3/8x1.5" y ejes de acero 4041.

DISEÑO DE FRENO

Se implementó una sola pinza en la parte trasera. Eso nos ayuda a reducir el peso en las ruedas, producido por el disco de freno y el extra calibrar. Nuestro conjunto de pedal proporciona la facilidad de desmontar rápidamente. Tiene una configuración de oscilación inversa que nos ayuda a dar más espacio a los pies del conductor. Los cilindros maestros son un par de cilindros maestros de madera silvestre con diferentes ángulos centrales, 5/8 y 3/4" esto proporciona suficiente presión de la pinza aplicando una fuerza promedio de 400 lb sobre el pedal.

TREN DE DIRECCIÓN

Este sistema comprende los componentes involucrados en la entrega de la potencia del motor a las ruedas. Como el motor no puede modificarse ni sustituirse, el primer componente es una transmisión variable continua (CVT) que tiene el motor como entrada y una caja de cambios de 2 etapas como salida que finalmente se conecta a los ejes que mueven las ruedas.

BAJA GX9 CVT SPECTS

Es un CVT de 6 "x8" con una relación inicial de 3.9 a 1 y una relación final de 0.9: 1 (Nominal). La distancia entre centros es de 8.5 ". La razón por la que elegimos la CVT amordazada es por sus especificaciones y simplicidad. Los números de CVT y caja de cambios se tomaron con una eficiencia de 0.94 cada uno.

DISEÑO DE CAJA DE ENGRANAJES

Diseñado y fabricado por nosotros mismos, es una caja reductora de dos etapas. El diseño fue liderado por un torque máximo de 465.4 lb. * en @ 2000 rpm. Ese par aumenta debido a la relación de transmisión.

ESPECIFICACIONES DE ENGRANAJES Y EJE

Nuestros parámetros de diseño iniciales son los siguientes: La primera etapa se calculó en base a una velocidad RMS de 2700 rpm y HP de 9 RMS. Como resultado obtenemos un piñón de 21 dientes y un engranaje de 59 dientes, con un 14 Pd 14 y un espesor de 0.630. La segunda etapa con una reducción de 2.81 sale de un piñón de 20 dientes y un engranaje de 60 con 10 Pd 10 y 0.75 de espesor. Los ejes fueron diseñados para soportar todos los momentos de flexión y toques a los que están sujetos, el eje de entrada tiene un exterior diámetro de 0.75 in, el eje intermedio tiene un diámetro exterior de 1 in, y el eje final tiene 2 in de diámetro. Para engranajes y eje Se utiliza un acero 4140.

DISEÑO DE CUBIERTA GEBOX

Las cubiertas de la caja de engranajes, fueron diseñadas para tener un montaje fácil y rápido, para ser lo suficientemente fuertes como para soportar todas las cargas sobre ellas, y para ser lo más ligero posible. El diseño también se centra en un proceso de instalación y eliminación más fácil. Todo el estuche está hecho de aluminio 6061; este material fue elegido debido a su dureza y peso ligero. Usando el software CAD, aplicamos una fuerza en cada agujero en negrita que mantendría la caja en el chasis. Para el primero, tenemos una fuerza de 360 lbF; multiplique esto por dos para obtener un factor de seguridad de 2 (esto se aplica a todas las fuerzas). Tenemos un 720lbF en el segundo aplicando una fuerza de 1256 lbF.

Como se mencionó en los objetivos del proyecto, que son los siguientes:

- Mejorar el rendimiento mediante el diseño de una nueva caja de cambios.
- Reducir el peso del vehículo.
- Diseño de un nuevo sistema de suspensión.
- Diseño de un nuevo sistema de dirección para mejorar la maniobrabilidad.
- El vehículo se ha mejorado en general en cada uno de estos objetivos.
- Durante el proceso de las pruebas y la validación se cumplen estas metas.
- Durante la prueba de frenado era mejor, las curvas eran mucho mejor de lo esperado en él

Por otro lado, la caja de cambios era delgada y más ligera como estaba previsto. Sin embargo, todavía algunos trabajos que se necesitaba en suspensión. Fracásó en algunos terrenos difíciles. El sistema de dirección también estaba dando un buen rendimiento durante la prueba. El vehículo mejoró en suspensión.

Back To Competition Results (</res/CompetitionResults.aspx?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31>)

Event Results – Baja SAE California 2019

Overall (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=OVR)

Sales Presentation (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=PRES)

Cost Event (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=COST)

Design (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=DESN)

Acceleration (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=ACCEL)

Hill Climb (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=TRAC)

Maneuverability (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=MANU)

Suspension (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=SPEC)

Endurance (?competitionid=a4ae23dc-975b-4d08-a040-225dafb75b31&eventkey=ENDUR)

Rank	Car #	School	Team	Overall (1000)	Overall Dynamic (300)	Overall Static (300)	Cost Event (100)	Design (150)	Sales Presentation (50)	Acceleration (75)	Maneuverability (75)
25	112	Universidad Autonoma de Ciudad Juarez	Indios Racing	634.18	155.60	183.85	74.85	70.00	39.00	49.48	0.00

SAE International Privacy Policy (<https://www.sae.org/privacy>)



(<http://www.digitalengineeringsolutions.com>)

V. Conclusiones

El equipo Baja SAE “Indios Racing”. Se inscribió a la competencia Baja SAE Internacional celebrada en Gorman, CA, USA 2019. se presentó el diseño mecánico de un vehículo todo terreno alcanzando los objetivos planteados por el equipo de diseñar un vehículo fuerte, ligero y potente y fabricados por los estudiantes de pregrado. Se demostró que el cromoly es una mejor opción para la fabricación de la estructura, en lugar de utilizar el acero suave. Una prueba de esfuerzo demostró que la soldadura ER70S6 es lo suficientemente fuerte para ser parte de la estructura, ya que tiene un punto de ruptura mayor que el cromoly. A través de un software de análisis de elementos finitos como NX 5 Nastran®, MSC Adams®, SolidWorks CosmosSimulation® y ANSYS®, los ejes de transmisión y los brazos se simuló la suspensión delantera y el total de los resultados de estrés nos ayudó a aplicar las posiciones y ángulos de eje más adecuados.

Los miembros del equipo de “Indios Racing” aumentó sus conocimientos en el área de mecánica, y sus capacidades en los procesos de fabricación. Además, el equipo se da cuenta de que sólo haciendo cálculos simplemente no es suficiente. Un buen diseño validado con el auxilio de software puede mostrarnos claves importantes que nos permiten tomar decisiones antes de empezar a construir el vehículo. Los diversos problemas presentados durante el proceso de fabricación, nos permitió darnos cuenta de la importancia de establecer un justo equilibrio entre un diseño mecánico y todas las formas posibles para fabricar con las herramientas y máquinas disponibles. No sólo técnica, sino financiera conocimiento también fue adquirida por conseguir patrocinios.

El proceso de diseño de un vehículo no es una tarea simple; de hecho, todos los miembros del equipo requieren un gran esfuerzo para lograr un diseño exitoso. El prototipo final fue el producto de un diseño colaborativo de equipo multidisciplinario. El objetivo del proyecto era crear un vehículo recreativo todo terreno que cumpliera con las regulaciones de seguridad, durabilidad y mantenimiento de SAE, así como para lograr el rendimiento del vehículo, estética y confort que tendría un atractivo masivo para el mercado off-road. entusiasta. Se tomaron todas las decisiones de diseño. Manteniendo estos objetivos en mente. La selección de componentes se hizo utilizando conocimientos de ingeniería logrado a través de entusiastas de todo terreno y asesores de ingeniería, tomando como parámetros, ante todo seguridad, rendimiento, peso, fiabilidad y lo último de todo costo.

Finalmente, la oportunidad de compartir conocimientos con futuros ingenieros de todo el mundo es una Experiencia que puede ser verdaderamente importante en nuestras vidas. Como futuros ingenieros industriales y máquinas. No Sólo conocimientos técnicos, pero también financieros, obteniendo patrocinios.



VI. Productos de la investigación

Anexar evidencias.

g) Formación de recursos humanos

Anexar copia de la portada de la tesis y del acta de examen como evidencias.

Nombre	Grado obtenido o avance	Título de la tesis	Departamento
Quiñones Vargas Cesar Alberto	Ingeniero en Sistemas Automotrices	Diseño de Base de Cremallera Para El Sistema de Dirección de un vehículo Automotor que Compite en baja SAE	Ingeniería Industrial y Manufactura

VII. Consistencia entre objetivos y metas (ver punto VIII)

Utilizar para hacer su autoevaluación el protocolo de inicio de proyecto.

- **Iniciales:**
 - a. Conformación de equipo de para diseño y competencia Baja SAE 2019
 - b. Diseño de un vehículo todo terreno
 - c. Diseño de estrategia DFM
 - d. Fabricación del Vehículo
 - e. Participación en competencia internacional Baja SAE 2019

- **Alcanzados:**

a.- Conformación de equipo: equipo de competencias Baja SAE 2019 “Indios Racing” conformado por:

Capitán de equipo: Quiñones Vargas Cesar Alberto
Nombre:
Quiñones Vargas Cesar Alberto
Campos García Carlos
Núñez Olivas José Antonio
Balderas Cervera Daniel Armando
López Méndez Omar Amalio
Reyes Ruiz Brenda Anahí
Salas Gutiérrez Cesar Ali
Ibarra Cepeda Luis Gerardo
Muñoz Regalado Jorge Iván
Lozano González Gustavo
Trueba Hernández Jaime Ernesto
Muñoz Martínez Luis Alonso
Fernández Herrada Luis Roberto
Reyes Guerra Gerardo de Jesús
López Hernández Miguel
Horta Miramonetes Ester Judit

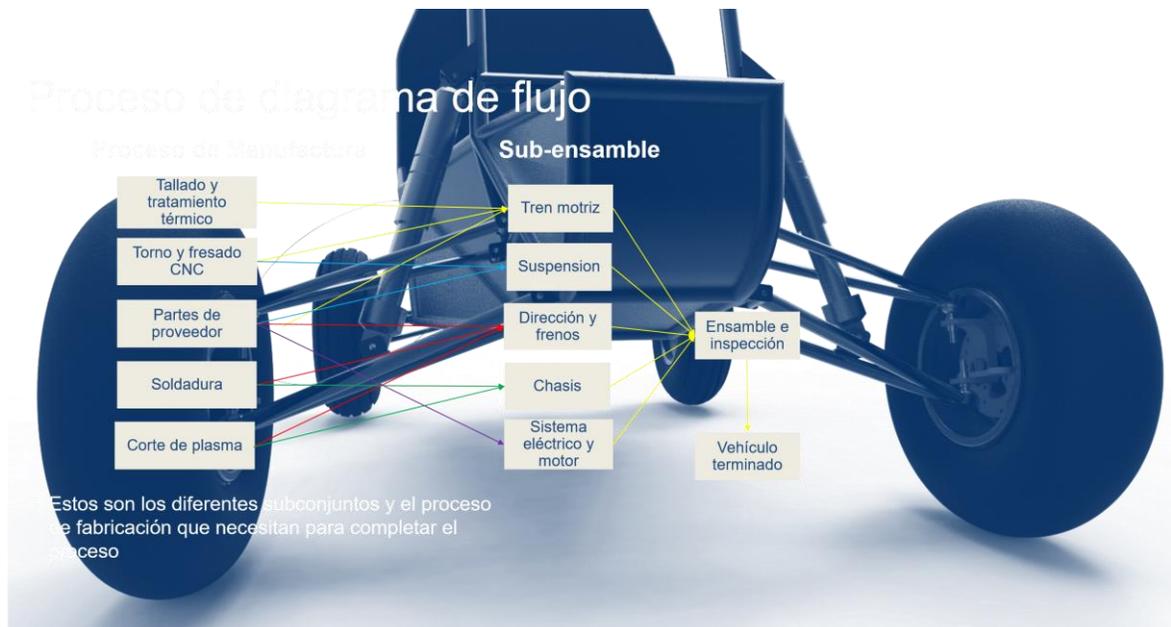
b.- Diseño de estrategia DFM

- **Proyecto DFM Diseño para Manufactura Baja SAE 2019**

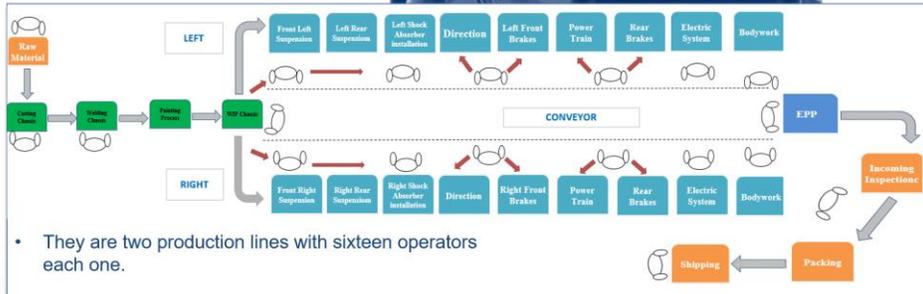
- Autores:
 - Dr. Jesús Martín Silva Aceves
 - M.C. Raúl Neco Caberta
 - M.I. Luis Gonzalo Guillen Anaya

DISEÑO PARA MANUFACTURA (en inglés *design for manufacturing*, DFM)

- Las decisiones acerca del material, la geometría de partes, las tolerancias, el acabado de superficies, el agrupamiento de partes y las técnicas de ensamble limitan la cantidad de procesos de manufactura que pueden usarse para hacer una parte determinada. Si el *ingeniero de diseño* (El ingeniero de diseño es un profesional capaz de diseñar un producto definiendo y proyectando las prioridades y las relaciones funcionales del producto de modo que formen un todo, también es capaz de buscar oportunidades comerciales para nuevos productos)
- Para instrumentar el *DFM*, se debe hacer cambios en la estructura organizacional, a fin de proporcionar una interacción más cercana y una mejor comunicación entre el personal de diseño y manufactura. Con frecuencia, se consigue formando equipos de proyectos que consisten en diseñadores de productos, ingenieros de manufactura y otros especialistas para diseñar el producto (formación de equipo multidisciplinario)
- Entre los beneficios que se citan comúnmente para el DFM están: menor tiempo para llevar el desarrollo del prototipo, una transición sin dificultades hacia la etapa de producción, un ensamble más fácil, minimiza los costos de la producción, incrementa la calidad y menos componentes utilizados en el ensamble de producto final.

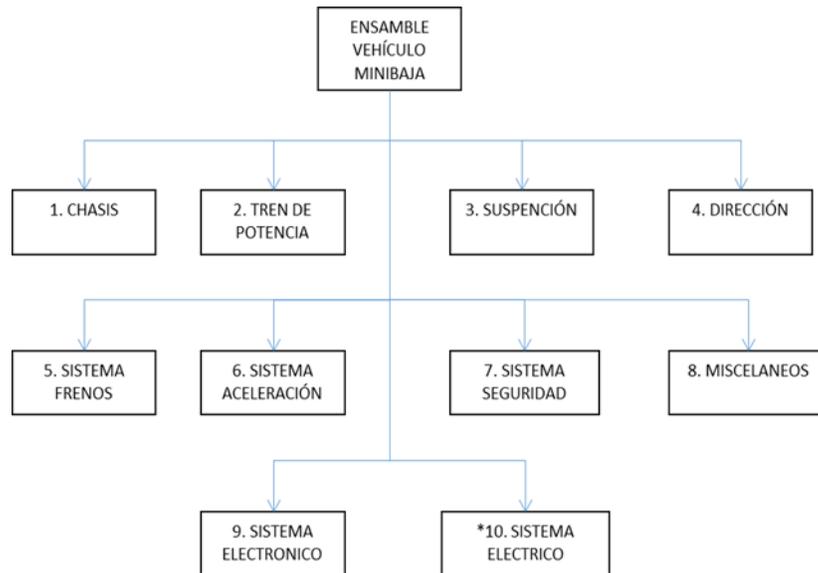


Production Line-Layout.

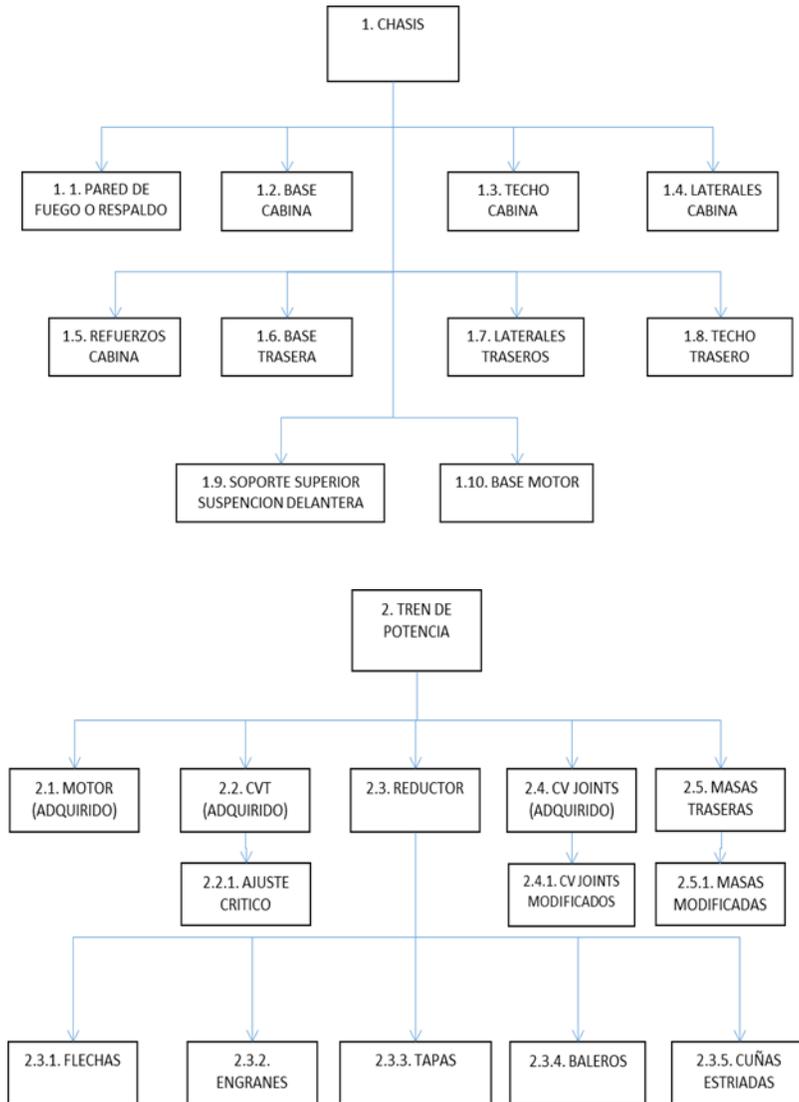


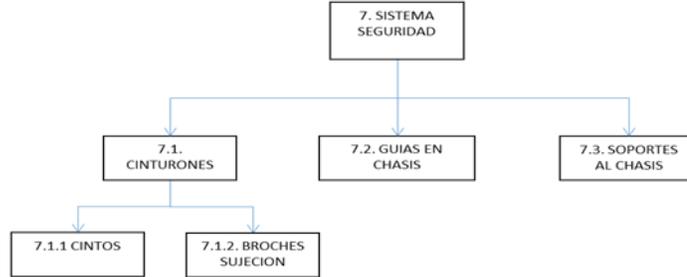
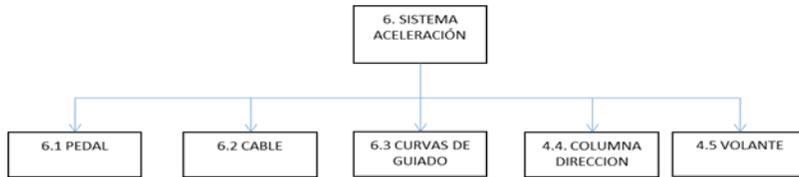
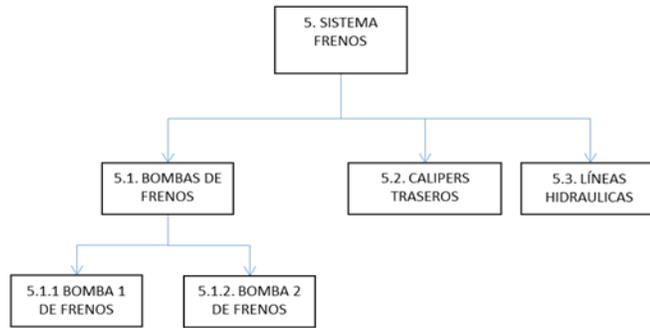
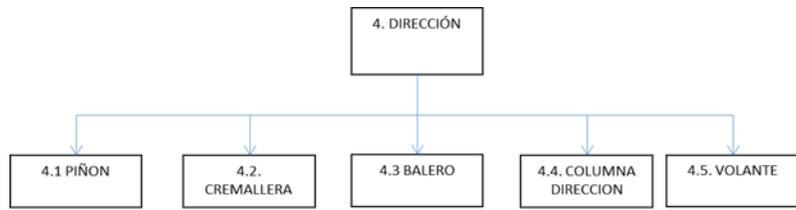
- They are two production lines with sixteen operators each one.
- Workers with related activities of raw material, incoming inspection, packing and shipping are not considered part of the production line.

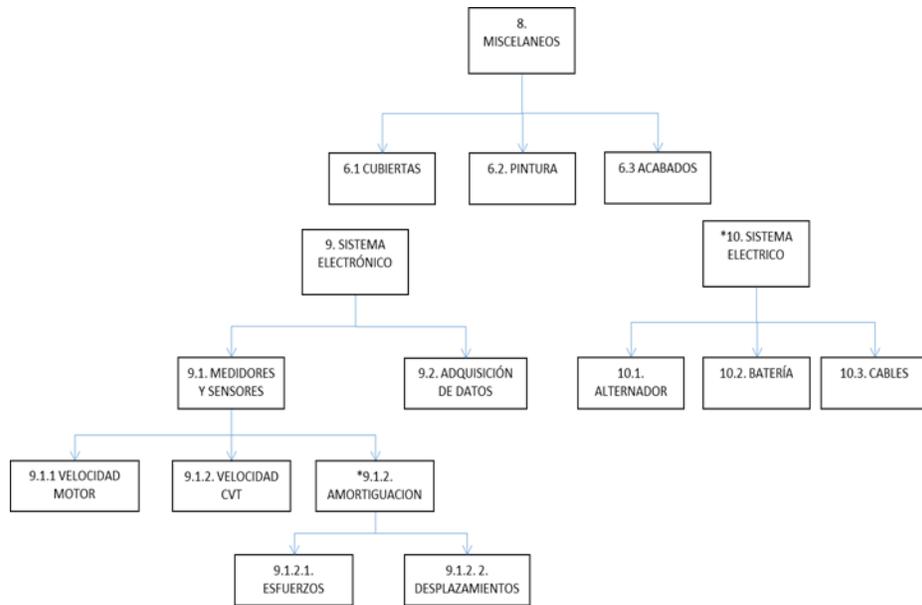
- **Ensamble**



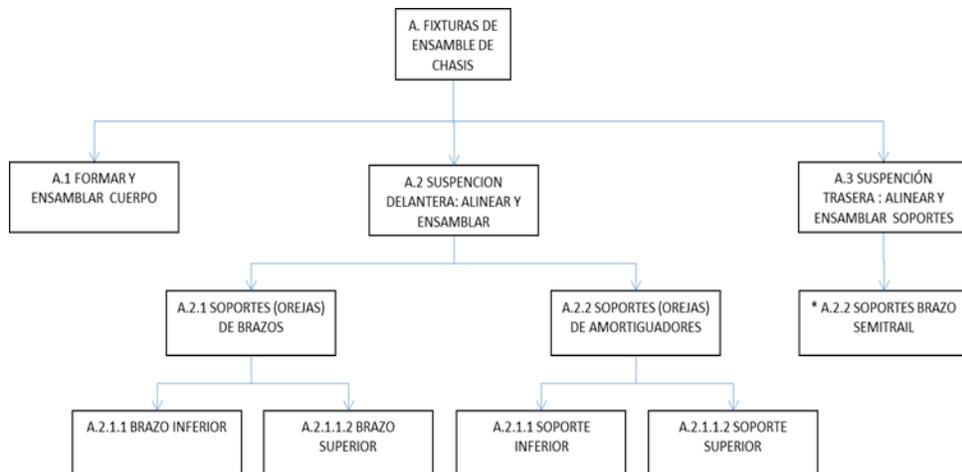
- **Subensambles**



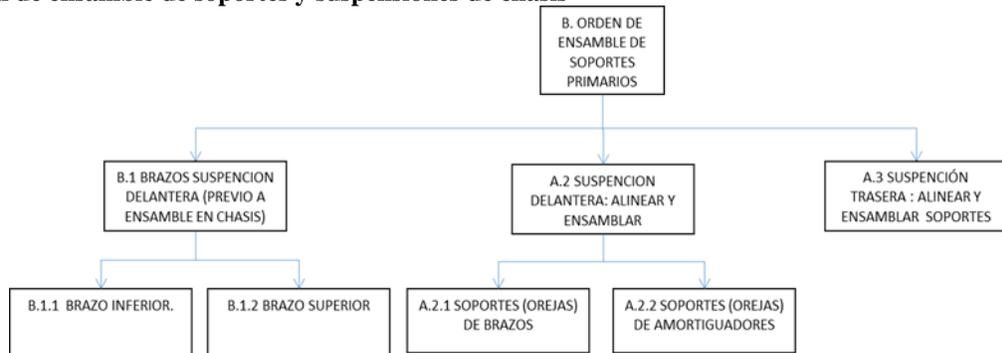


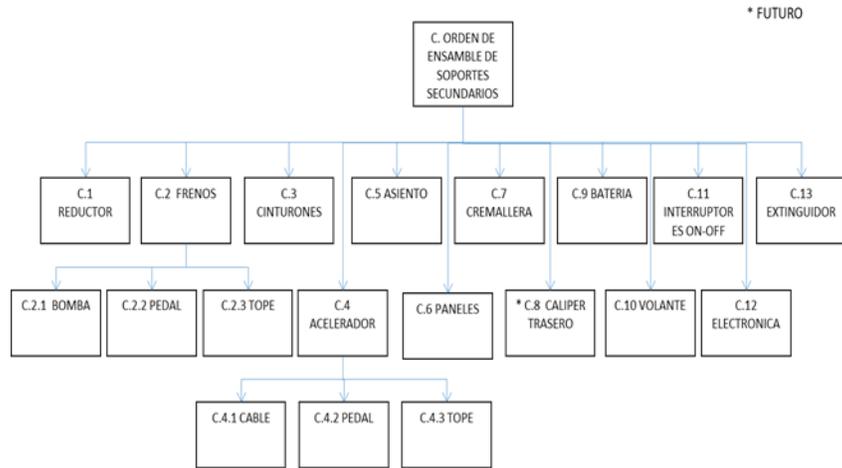


- **Fixturas de ensamble de chasis**

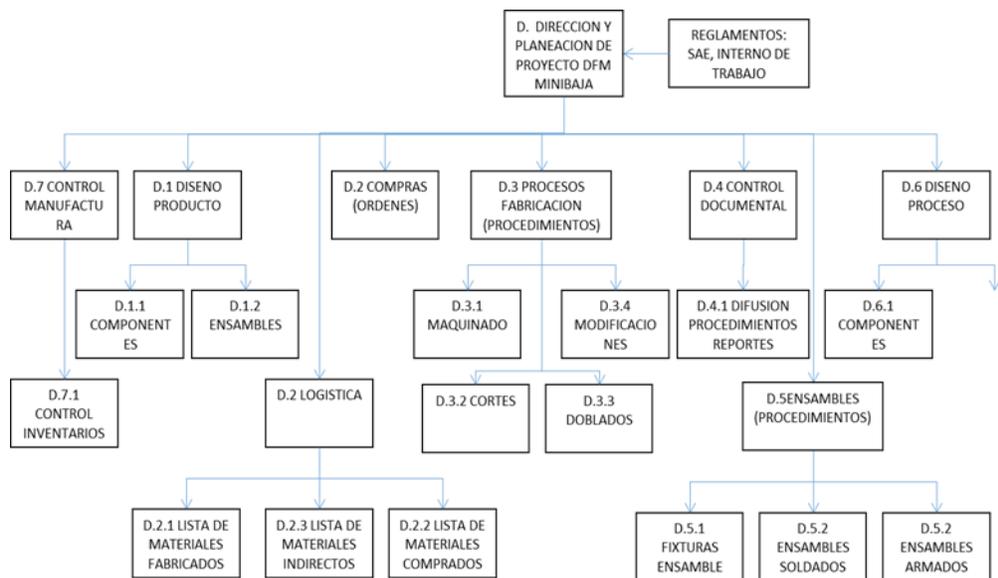


- **Orden de ensamble de soportes y suspensiones de chasis**





- **Funciones de proyecto**



- **Maquinaria, software y herramienta de manufactura requerida**

#	FUNCIÓN	EQUIPO
1		EQUIPO PARA SOLDAR
2		TORNO
3		FRESADORA
4		DOBLADORA DE TUBOS
5		SIERRA
6		SOLIDWORKS

7		MASTERCAM
8		TALADRO DE BANCO, ESMERIL, ETCETERA

- **Consumibles**

#	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
		MICROALAMBRE ARGON CO2 70-30 ALAMBRE 35 MILESIMAS (MIG)
		LUBRICANTES Y GRASAS
		TELAS DE LIMPIEZA
		BATAS
		LENTES DE SEGURIDAD
		CARETAS
		PINTURAS
		LIJAS, ETC.

- **Distribución y flujo de operaciones**

#	DESCRIPCIÓN
	AREA DISPONIBLE PARA MINIBAJA EN LAB DE MANUFACTURA
	ESTACIONES DE TRABAJO DESMONTABLES
	DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DESMONTABLES
	DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL ENSAMBLE
	DIAGRAMAS DE FLUJO POR SUBENSAMBLE

- **Tiempos estimados de dedicación de estudiantes**

#	# SUB	SUBENSAMBLE O FIXTURA	DEDICACIÓN (hr)
1	1	CHASIS	20 -30
2	2	TREN DE POTENCIA	40 - 50
3	3, 4	SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN	70 -80
4	5, 6	SISTEMA S DE FRENOS Y DE ACELERACIÓN	20 - 30
5	7, 8	SISTEMA DE SEGURIDAD Y MISCELANEOS	70 - 80
6		FIXTURA AMORTIGUADOR SUPERIOR E INFERIOR SUSPENSIÓN DELANTERA	10

7		FIXTURA AMORTIGUADOR SUPERIOR E INFERIOR SUSPENSIÓN TRASERA	10
8		FIXTURA ALINEACIÓN SUSPENSIÓN DELANTERA	20
9		FIXTURA ALINEACIÓN SUSPENSIÓN TRASERA	30
10		FIXTURA ENSAMBLE DE CHASIS	20

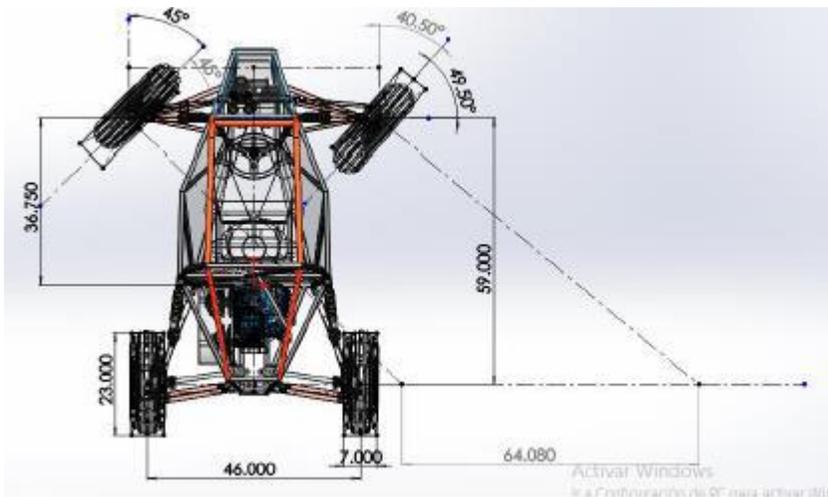
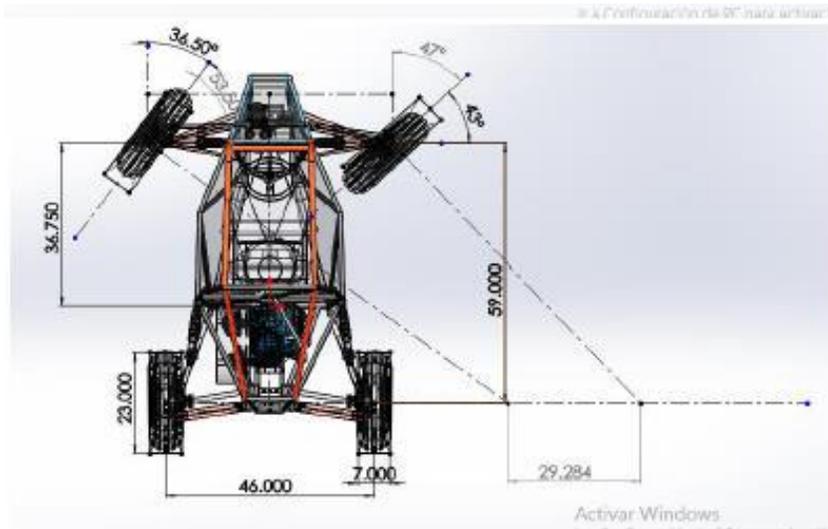
- **Documentos mínimos a elaborar**

#	FUNCIÓN	DOCUMENTO
1		LISTA DE MATERIALES (BOM) CON ASIGNACION DE NUM PARTE UTILIZANDO RELACIÓN PADRE-HIJO
2		LISTA DE MATERIALES PARA PARTES COMPRADAS / FABRICADAS
3		LISTA DE CONTROL DE DOCUMENTOS
4		LISTA DE CONTROL DE PLANOS Y PLANOS DE ENSAMBLE
5		LISTA DE CONTROL DE HOJAS DE PROCESO
6		LISTA DE CONTROL DE HOJAS DE ENSAMBLE
7		LISTA DE CONTROL DE FIXTURAS
8		LISTA DE CONTROL DE PLANOS DE FIXTURAS
9		LISTA DE CONTROL DE HOJAS DE PROCESO DE FIXTURAS
10		LISTA DE CONTROL DE HOJAS DE ENSAMBLE DE FIXTURAS
11		LISTA DE CONTROL DE ESTACIONES DE TRABAJO
12		LISTA DE MATERIA PRIMA PARA CLASIFICADA POR SUBENS.
13		LISTA DE CONTROL DE PROCEDIMIENTOS DE MANUFACTURA
14		PLANOS DE PARTES
15		PLANOS DE ENSAMBLE CON EXPLOSIÓN DE PARTES
16		HOJAS DE PROCESO DE PARTES FABRICADAS
17		HOJAS DE ENSAMBLE DE SUBENSAMBLES Y ENSAMBLE
18		PLANOS DE FIXTURAS
19		HOJAS DE PROCESO DE FIXTURAS
20		HOJAS DE ENSAMBLE DE FIXTURAS
21		ESTACIONES DE TRABAJO
22		DETERMINAR CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS POR REGLAS DE SAE
23		REGLAMENTO DE TRABAJO
24		DETERMINACIÓN DE FUNCIONES POR PUESTO

- Estándares y parámetros de diseño

#		DESCRIPCIÓN
	SAE	REGLAMENTO MINIBAJA
	ASME Y14.5	ASME Y14.5: 2009 DIMENSIONING AND TOLERANCING
	mm ó IN	UNIDADES DE DISEÑO
	B4.2	LIMITES Y AJUSTES
	SOLIDWORKS	PROPIEDADES DE SISTEMA Y DE DOCUMENTO
	SOLDADURA	AMERICAN WELDING SOCIETY

c.- Fabricación del Vehículo



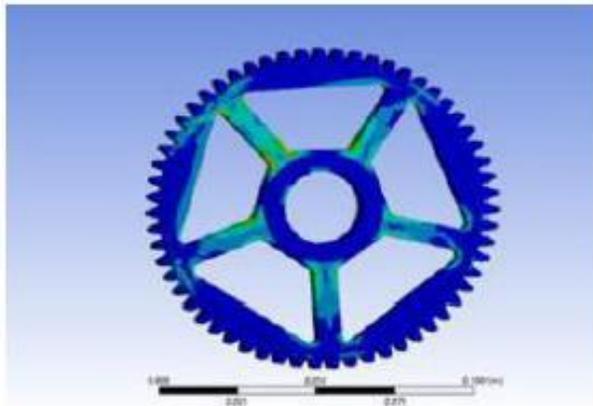


Figure 3 Gearing FEA

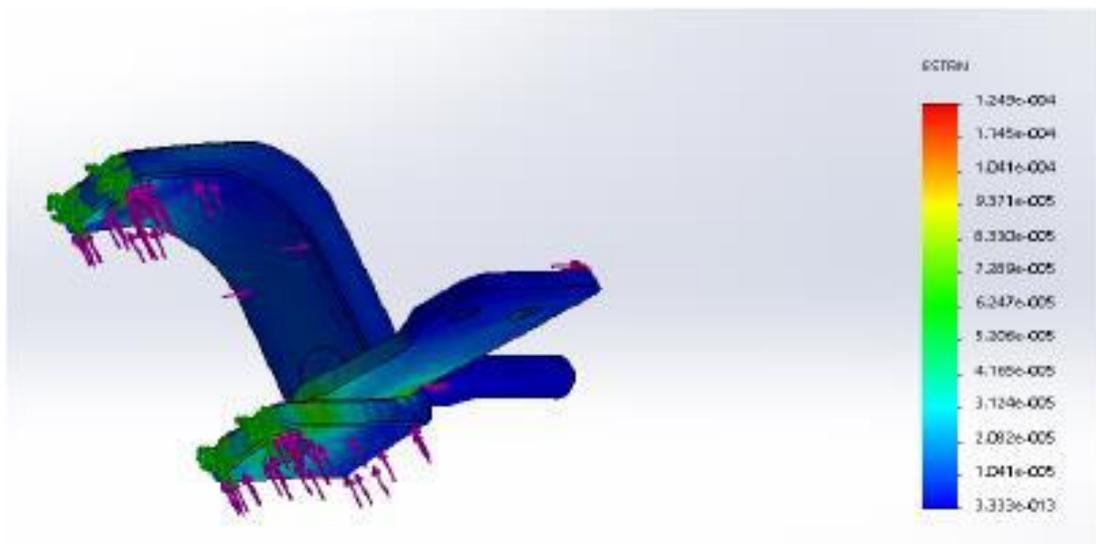


Figure 1 Spindle FEA

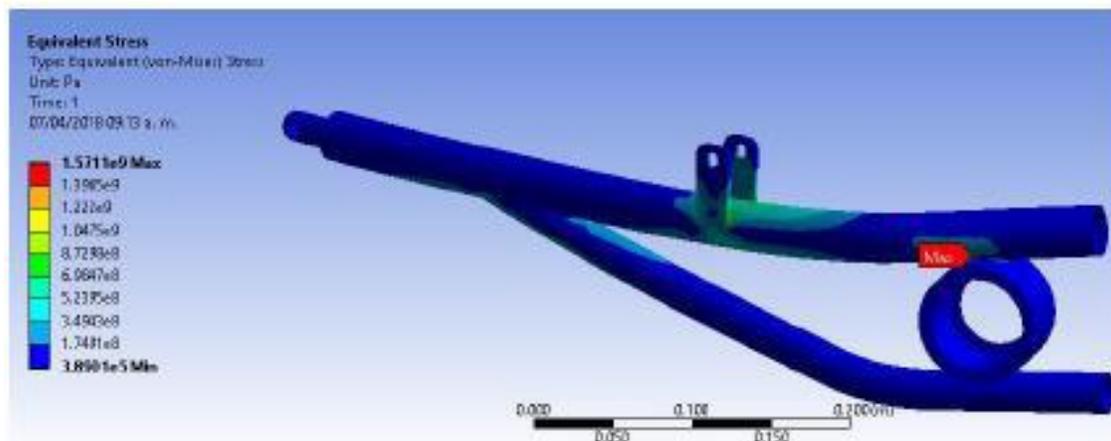






Tabla: Especificaciones de salida del tren de transmisión

RPM del motor	Torque (lbf-in) del motor	Radio del CVT	Reducción de la relación de caja	RPM de la salida de la caja de	Torque (lbf-in)	Velocidad (MPH)
1700	156	3.9	7.2	60.5413	3870.5921	4.0975
1800	157.8	3.9	7.2	64.1026	3915.2528	4.3385
1900	159.6	3.9	7.2	67.6638	3959.9135	4.5796
2000	160.8	3.9	7.2	71.2251	3989.6873	4.8206
2100	162	3.3	7.2	88.3838	3401.0824	5.9819
2200	163.2	2.7	7.2	113.1687	2803.3164	7.6594
2300	163.8	2.1	7.2	152.1164	2188.3732	10.2954
2400	164.4	1.5	7.2	222.2222	1568.8495	15.0403
2500	165	0.9	7.5	385.8025	944.7451	26.1116
2600	165	0.9	7.2	401.2346	944.7451	27.1561
2700	165	0.9	7.2	416.6667	944.7451	28.2005
2800	164.4	0.9	7.2	432.0988	941.3097	29.2450
2900	163.8	0.9	7.2	447.5309	937.8742	30.2894
3000	163.2	0.9	7.2	462.9630	934.4388	31.3339
3100	162	0.9	7.2	478.3951	927.5679	32.3784
3200	160.8	0.9	7.2	493.8227	920.6971	33.4228
3300	159.6	0.9	7.2	509.2593	913.8262	34.4673
3400	158.4	0.9	7.2	524.6914	906.9553	35.5118
3500	157.2	0.9	7.2	540.1235	900.0844	36.5562
3600	154.8	0.9	7.2	555.5556	886.3427	37.6007
3700	152.4	0.9	7.2	570.9877	872.60009	38.6452
38000	151.2	0.9	7.2	586.4198	865.7301	39.6896

Se desarrolló el prototipo de vehículo diseñado y se presentó en la competencia internacional Baja SAE 2019 realizada en Gorman, CA, USA, en la cual se desarrollaron las siguientes participaciones:

Día uno y dos de cada evento:

- Inspecciones técnicas
- Diseño de juzgamiento
- Prueba de freno
- Presentaciones de ventas a los potenciales fabricantes y / o clientes ficticios
- Briggs & Stratton Engine Check

El tercer día de la competencia incluye pruebas dinámicas cronometradas de cada vehículo:

- Curso de suspensión
- Curso de maniobrabilidad
- Trineo tirado
- Prueba de velocidad y aceleración

El cuarto día es el evento culminante, una competencia de resistencia de cuatro horas.

- Este evento es un curso de dos millas que tiene la intención de probar las capacidades de cada uno de los vehículos todoterreno. Cada equipo recibe puntos por cada vuelta completada dentro del marco de tiempo. El ganador general de todo el evento Baja SAE es el equipo que se desempeña bien en todos los aspectos de la competencia.
- **Por alcanzar:** Se realiza la preparación del equipo para realizar un análisis y evaluación de las fortalezas y debilidades con del proyecto con la finalidad de generar mejoras en el diseño de las futuras competencias, así como las mejoras en la forma de organización y trabajo del equipo, se generan ideas de capacitación a nuevos integrantes y el lanzamiento de una convocatoria

Desarrollo de la fase de mejoras en el proyecto Baja SAE 2019 para implementar en la competencia Baja SAE internacional Baja SAE celebrada del 16 al 19 de mayo del 2019 en Gorman, CA, USA.

VIII. Evolución

Indique el grado de avance de su proyecto en porcentaje a la fecha del llenado de éste formato y contrástelo anexando su programa de actividades o cronograma que realizó en el protocolo para el registro de proyecto de investigación y Si no ha cumplido con los tiempos propuestos en el protocolo inicial, explique y enumere las razones que ocasionaron desfases tomando en cuenta las siguientes preguntas:

En cuanto a lo que reporta de su proyecto considera que:

a) ¿Se obtuvieron los objetivos planteados originalmente? (Comente)

si, en su totalidad, el vehículo asistió y participo en la competencia tal y como se planeo

b) ¿Surgieron nuevos problemas no contemplados originalmente? (Comente)

No, los problemas técnicos presentados fueron mínimos y solucionados en tiempo y forma

c) ¿La línea de investigación realizada dio lugar o puede dar lugar en el futuro a aplicaciones, patentes, modelos de utilidad, prototipos, etc.? (Comente)

IX. Comentarios adicionales

M.C. Raúl ñeco Caberta

Nombre y firma del investigador responsable del proyecto

****Nota:** Para informe final deberá entregarse anexa la documentación comprobatoria correspondiente.

A la entrega de éste formato el original es para la CIP y la copia de recibo sellada se entrega al Investigador responsable del proyecto.