

01127
23



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MANUAL DEL PROYECTO MINI BAJA
UNAM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

(AREA DE DISEÑO)

P R E S E N T A :

BERNARDO ORTEGA TORRES



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ENRIQUE JIMÉNEZ ESPRIÚ

MÉXICO D.F.

NOVIEMBRE 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicada con todo cariño y amor a mis Padres y a mi hermana, quienes con su amor, cariño, esfuerzo y dedicación, hicieron posible el desarrollo de mi persona como ingeniero y sobre todo como ser humano.

Bernardo Ortega Torres

Autorizo a la Dirección General de Informática de la UNAM a difundir en formato electrónico el contenido de mi trabajo presentado.

NOMBRE: Bernardo Ortega Torres

FECHA: 31-10-2004

FIRMA: 

Sind Sie hier mit der Lösung?
Oder sind Sie ein Teil des
problems?

-ANÓNIMO-

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a:

El maestro en ciencias **Gerardo Ferrando Bravo** por su gran apoyo al proyecto Mini Baja así también como por su participación como presidente del jurado del presente examen profesional

El maestro en ciencias **Enrique Jiménez Espriú** por su dirección y consejos para el desarrollo en el presente trabajo, así también como por su gran apoyo al proyecto Mini Baja.

El Maestro en Ingeniería **Ubaldo Marquez Amador** por su gran apoyo al proyecto Mini Baja, así como por la enseñanza transmitida en las aulas de la Facultad de Ingeniería.

El ingeniero **Armando Sánchez Guzmán** por su dirección, enseñanza, dedicación y entrega como coordinador del proyecto Mini Baja, así como por sus consejos, ayuda y apoyo moral para el desarrollo de este trabajo y por su invaluable amistad.

El ingeniero **Arturo Sáez Monroy** por sus consejos y ayuda en la revisión de este trabajo, compañero de largas jornadas de viaje así como por su invaluable amistad.

A todos y cada uno de los **Integrantes del equipo Mini Baja** que durante más de 5 años hemos participado juntos en este proyecto, adquiriendo toda clase de inolvidables experiencias, así como por su invaluable amistad.

ÍNDICE

	Página
Introducción	4
Objetivos	7
Capítulo I	
El proyecto Mini Baja	
1.1 Antecedentes de SAE y la industria automotriz Mexicana	9
1.1.1 Historia de los ATV	10
1.1.2 SAE: Qué es y cual es su importancia actual	14
1.1.3 El proyecto Mini Baja: Qué es y sus objetivos	18
1.2 Requisitos para participar en las competencias internacionales	19
1.2.1 Participación de estudiantes y coordinador del proyecto	19
1.2.2 Participación internacional	21
1.2.3 Características del vehículo	21
1.2.4 Registro	23
1.2.5 Motor Briggs & Stratton	23
1.3 Reglamento	25
1.3.1 Especificaciones del vehículo	25
1.3.2 Seguridad	26
1.4 Organización de las competencias internacionales	28
1.4.1 Eventos estáticos	29
1.4.2 Eventos dinámicos	30
1.4.3 Eventos especiales	32
1.4.4 Prueba de resistencia	33
1.5 Participación de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en el proyecto Minibaja	34
Capítulo 2	
Recursos humanos	
2.1 Perfil de los estudiantes participantes	40
2.2 Organización de áreas y sistemas del proyecto Mini Baja UNAM	41
2.2.1 Organización del área de patrocinios y obtención de recursos	43
2.2.2 Organización del sistema de la estructura	44
2.2.3 Organización del sistema de suspensión delantera	45
2.2.4 Organización del sistema de suspensión trasera	47

2.2.5 Organización del sistema de dirección	48
2.2.6 Organización del sistema de motor, transmisión y tren motriz	50
2.2.7 Organización del sistema de frenos	52
2.2.8 Organización del sistema de carrocería	53
2.2.9 Organización del sistema eléctrico	55
2.3 Aporte del proyecto Mini Baja a la formación del ingeniero	56

Capítulo 3

Diseño de la estructura de un prototipo Mini Baja

3.1 El diseño de la estructura	62
3.1.1 Principios básicos de la estructura	62
3.1.2 Resistencia vs. rigidez	63
3.1.3 Tipos de estructuras	65
3.1.4 Características de estructuras anteriores	68
3.1.5 Necesidad	71
3.1.6 Requerimientos de la estructura	71
3.1.7 Especificaciones de la estructura	71
3.2 Diseño conceptual	77
3.2.1 Dibujos conceptuales de vehículos Mini baja	78
3.3 Diseño a detalle	81
3.3.1 Selección de la geometría del perfil estructural	82
3.3.2 Selección del material	88
3.3.3 Diseño por CAD	93
3.3.4 Análisis por FEA	102
3.4 Datos finales y resultados del FEA	116
3.5 Proceso de construcción del vehículo	117

Capítulo 4

Análisis financiero del proyecto Mini Baja

4.1 Desarrollo del producto Mini Baja	121
4.1.1 Necesidad y mercado	121
4.1.2 Definición del producto	121
4.1.3 Bandera del producto	121
4.1.4 Estudio de mercado	122
4.1.5 Requerimientos y especificaciones del producto	129
4.2 Proyecto de la empresa	130
4.2.1 Descripción de la empresa	131
4.2.2 Misión	132
4.2.3 Visión	132
4.2.4 Situación actual	132
4.3 Análisis financiero	133
4.3.1 Reporte de costos del vehículo	133

4.3.2 Localización de la planta	141
4.3.3 Gastos generales y administrativos	144
4.3.4 Activos fijos	145
4.3.5 Activos diferidos	146
4.3.6 Políticas de la empresa	147
4.3.7 Balance Al 31 de diciembre	148
4.3.8 Estado de origen y aplicación de recursos	150
4.3.9 Estado de pérdidas y ganancias	151
4.3.10 Flujo de efectivo	152
4.3.11 Tasa interna de retorno y tiempo de recuperación de la inversión	156

Conclusiones

Conclusiones	158
--------------	-----

Referencias

Referencia bibliográfica	162
Referencia de fotografías, imágenes y figuras	163

Apéndices

APÉNDICE A. Lista de chequeo de seguridad	165
APÉNDICE B Catálogo de los materiales comerciales empleados	173
APÉNDICE C Cálculos de la selección de la geometría	175
APÉNDICE D Sueldos y salarios en la República Mexicana	181
Precios e inflación	185

Introducción

En la actualidad, el uso de vehículos todo terreno se ha incrementado, no sólo por su capacidad de poder movilizarse a través de terrenos bastante agrestes, sino por sus extensas aplicaciones, que van desde vehículos para turistas entusiastas de la aventura, hasta vehículos de trabajo pesado para transportar carga o equipo ligero, utilizado principalmente en granjas, ranchos, zonas agrícolas, zonas boscosas, etc.

Los dueños de estos vehículos encontraron que los ATV ofrecían una gran versatilidad que ni siquiera los ingenieros habían soñado. Los costos de operación de los ATV's son más baratos que los de una pickup o un tractor, son más pequeños y con mayor maniobrabilidad que cualquiera de éstos, y poseen una marca de rueda muy ligera (con las ruedas de baja presión) lo que no perjudica a los terrenos sensibles, por lo que los ATV's se convirtieron herramientas muy útiles en un campo muy amplio de diferentes aplicaciones, que van desde las granjas, los ranchos, la industria, aplicaciones agrícolas, aplicaciones policiaacas e inclusive como medio de transporte para personas discapacitadas. En algunos casos los ATV's hacen los trabajos que ninguna otra máquina puede llevar a cabo.

El caso de los vehículos Mini Baja sigue el mismo principio, esto es, diseñar y construir un vehículo todo terreno que sea capaz de transportar a una persona bajo condiciones de máxima seguridad, con un alto desempeño y alta versatilidad, que sea fácil y divertido de manejar, todo esto con el menor precio posible de producción. El prototipo debe ser desarrollado por estudiantes Universitarios principalmente de la carrera de ingeniería, aunque por la complejidad del proyecto pueden participar estudiantes de otras carreras.

En este proyecto se ponen en práctica todas las fases de diseño para todos los sistemas, utilizando las diferentes herramientas que para ello se puedan utilizar, que van desde aplicaciones sencillas pero no por ello menos importantes como lo son bosquejos y modelos a escala, hasta el uso del Diseño Asistido por Computadora (CAD

por sus siglas en inglés), Manufactura Asistida por Computadora (CAM por sus siglas en inglés) así como de análisis de elemento finito (FEA por sus siglas en inglés). Además se debe de poner en práctica todo lo aprendido en las aulas para poder construir el vehículo, aplicando las técnicas de conformado y maquinado correspondiente, sin perder la idea de que será fabricado a un nivel de producción masiva. Finalmente se deben de buscar los recursos tanto materiales como financieros para poder llevar a cabo el proyecto; buscándolo con patrocinadores, participando en eventos, etc.

El presente trabajo pretende ser una guía o manual dirigido a toda aquella persona que esté interesada a este proyecto, ya que se comprende toda la información concerniente a el evento, como se realiza, que se necesita para participar, qué información incluir en el reporte de costos, que hay que tomar en cuenta al hacer el análisis financiero, además de un estudio completo sobre el diseño de la estructura entre otras cosas. Todo esto repartido en los 4 siguientes capítulos:

En el capítulo primero se presentan los antecedentes del proyecto Minibaja a través del tiempo desde su creación. Una parte muy importante en el proyecto es el reglamento. Aquí se da la información más importante, medidas máximas, tiempos de entregas, así como aspectos básicos a considerar en el diseño del vehículo. Así mismo se mencionan en donde se realizan las competencias con carácter internacional, su organización y los eventos que la conforman. Finalmente se dan a conocer las universidades participantes en estos eventos y una reseña de la historia de la participación de la Facultad de Ingeniería en el Proyecto Minibaja.

En el capítulo segundo se dan los requisitos y perfiles de los estudiantes que quieran participar en este proyecto. Un tema muy importante de este capítulo es la obtención de recursos para el proyecto, lo cuál es una parte fundamental para la realización del mismo. El siguiente tema es muy interesante debido a que se presenta la organización del equipo, como se deben hacer las divisiones de los sistemas, de que consta cada uno, y cuales son las responsabilidades de las personas encargadas de un sistema. Finalmente el último tema es el aporte que tiene este proyecto a la formación del

Ingeniero, es por eso que se dan a conocer todos los factores en el cuál el proyecto Mini baja ayuda al ingeniero a tener una mejor preparación durante la carrera profesional.

El tercer capítulo es el desarrollo de la estructura. El diseño de la estructura empieza desde los primeros bocetos a mano alzada, escogiendo de estos el concepto más viable de acuerdo a las especificaciones, y a partir del cuál se desarrolla el proceso de diseño, construcción y pruebas. Los temas incluyen además la selección de material, de acuerdo con lo que se encuentra en el mercado mexicano, el diseño por computadora, los análisis de elemento finito, las diferentes configuraciones que durante 4 años se han desarrollado y la consideración de aspectos de seguridad, los cuáles son muy importantes para evitar lesiones del usuario en caso de alguna colisión.

El último capítulo es muy interesante, ya que es el análisis financiero del prototipo. La primera parte son los aspectos que se deben de tomar en cuenta al introducir un producto al mercado. Se analiza posteriormente un cuestionario para un estudio de mercado, en donde se determinan las principales características y necesidades del vehículo todo terreno, de acuerdo con los resultados del mismo. El siguiente tema es muy importante en el evento internacional, ya que se toma como parte de la evaluación. Se deben conocer los costos que implican hacer un prototipo de estas características bajo una producción de 4000 unidades al año. Debido a esto se realiza al final del capítulo un análisis financiero que contempla esta producción y todos los gastos operativos además de estudiar tiempos de retorno de la inversión, flujo de la inversión, etc. con el fin de determinar el estado de la empresa.

Objetivos

1. Sintetizar y explicar la información general de todos los aspectos que integran al proyecto Mini Baja. Además se especificarán los puntos más importantes del reglamento, así como información adicional necesaria para la comprensión del proyecto.
2. Proponer una organización del equipo, al definir el trabajo en cada sistema del vehículo, la relación entre estos mismos, y las tareas generales de cada persona involucrada en el proyecto.
3. Destacar de que manera este proyecto ayuda a la formación en la carrera de Ingeniería Mecánica.
4. Diseñar una estructura Mini Baja que cumpla con los requerimientos y especificaciones del reglamento.
5. Utilizar un software CAD para la elaboración de la estructura, explicando cada paso del mismo, así como utilizar un software FEA para el análisis de esfuerzos de la estructura.
6. Determinar el costo unitario de producción del vehículo Mini Baja. Este costo deberá estar basado en el reporte de costos y deberá cumplir con los lineamientos preestablecidos en el reglamento del proyecto Mini Baja.
7. Realizar un análisis financiero sobre la producción ficticia de vehículos Mini Baja con una producción anual de 4,000 unidades. Este análisis deberá cumplir los requisitos preestablecidos en el reglamento del proyecto Mini Baja.

CAPÍTULO I

EL PROYECTO MINI BAJA

1.1 Antecedentes de SAE y la industria automotriz Mexicana.

En 1976 surgió la idea de desarrollar una competencia de prototipos todo terreno (ATV por sus siglas en Inglés) desarrollados por estudiantes de ingeniería. Esta idea se basó en el auge de la aparición de estos vehículos a principios de los años 70's cuando Honda saca su primer ATV de producción comercial. Debido a la pronta aceptación del público, y la creciente serie de aplicaciones que se les dieron en este nuevo mercado, surgió la necesidad de crear nuevos modelos e ideas, y además de aumentar la tecnología en este sector, es por eso que SAE (The Society of Automotive Engineering) se interesó tanto en dicho evento que ahora es co-organizador y patrocinador, teniéndolo como una rama de sus eventos colegiales.

Además de la Sociedad de Ingenieros Automotrices, existe en México una situación muy especial en relación con la industria automotriz. México tiene una larga tradición en la fabricación de automóviles, iniciada en el siglo pasado, cuando compañías importantes de Estados Unidos y Japón decidieron establecer en México plantas armadoras de vehículos, que satisfacían plenamente el mercado nacional.

Sin embargo, a principios de los años 90, se dio un cambio muy importante debido a que se comenzó la introducción de nuevas compañías en el país, siendo entre ellas Mercedes Benz y BMW, las cuales establecieron pequeñas plantas de ensamble. Para finales de los años 90, la introducción de diferentes marcas se dio de una manera mucho más agresiva, ya que en el mercado aparecieron un número superior de modelos de vehículos para satisfacer prácticamente cualquier necesidad y gusto del consumidor.

Además de la introducción de diferentes marcas en el mercado nacional, el establecimiento de plantas de ensamblado en México también ha aumentado. Esto es debido en parte a que el país se encuentra en una región estratégica entre los mercados de Latino América y de estados Unidos y además porque actualmente el mercado nacional de automóviles se encuentra en el sexto lugar a nivel mundial, muy por encima de varios países europeos, debido al volumen de ventas en el país. Para

este año el volumen de ventas está estimado en 1,000,000 vehículos para la República Mexicana.

Cabe destacar que el mercado nacional está dominado por la venta de vehículos subcompactos. La competencia de subcompactos es sumamente alta, debido a la enorme cantidad de modelos que se encuentran en este rango. Tan solo para este año (enero-agosto 2003) el mercado de los subcompactos tiene un volumen de 277,818 unidades vendidas. Debido a esto las empresas siguen introduciendo nuevos modelos y precios competitivos para satisfacer necesidades específicas en el mercado, además no sólo se están introduciendo, sino que también se empieza a diseñar vehículos pensados exclusivamente para el mercado nacional.

Tal es el caso de vehículos como el Chevy C2, un diseño 100% mexicano (desarrollado a partir de la plataforma de un Corsa, vehículo de origen alemán) o la SUV Aztec de GM, diseñada también en México para el mercado internacional. Es por esto que el desarrollo de vehículos en México es necesario y sobretodo viable, resultando de esto que la industria automotriz mexicana podrá pasar de únicamente de ensamblar automóviles a un papel más activo al diseñar y desarrollar tecnología para los mismos.

Una parte del mercado nacional que no es tan conocido es el mercado de las cuatrimotor y vehículos todo terreno. El desarrollo de estos vehículos es muy importante, ya que la orografía de México es muy diferente y existen un sin fin de necesidades que cubrir. Es por esto que el desarrollo de nuevos vehículos, de acuerdo con lo previamente dicho, permitirá acercarse un poco más un papel más activo por parte de la industria automotriz mexicana en el desarrollo de vehículos.

1.1.1 Historia de los ATV

La definición de un ATV (por sus siglas en Inglés All Terrain Vehicle) es un vehículo todo terreno. Estos fueron inicialmente desarrollados en Japón como vehículos de transportación granja-pueblo en áreas aisladas y montañosas. Durante las tormentas de verano y épocas lluviosas, los caminos montañosos eran impasables para la

mayoría de los vehículos normales. Los ATV de tres ruedas probaron ser un mejor medio de transporte bajo estas condiciones y pronto aparecieron los primeros ATV con fines recreativos proveyendo transportación a zonas inhóspitas de muy difícil acceso.

Los Japoneses no tardaron mucho en darse cuenta que estos vehículos podían ser vendidos en el mercado estadounidense, introduciéndoseles bajo la premisa que éstos vehículos proveerían de emociones fuertes al conductor. Aún hoy en día éste es su primordial uso, sin embargo, los usuarios de estos vehículos se dieron cuenta que los ATV's eran también una máquina muy útil para movilizarse a través de terrenos donde ni las pick-ups, ni los vehículos 4x4 ni cualquier otro vehículo motorizado pudiera acceder.

Los primeros desarrollos los realizó Honda como un pedido especial de la división US de esta compañía, con un propósito en mente: la recreación todo terreno. Pero conforme la familia de ATV's aumentó, sus usos también se incrementaron. Irónicamente fue una estrategia de mercado la que introdujo el uso de los ATV's, pero fueron los dueños los que encontraron e inventaron nuevas y creativas aplicaciones para los ATV y ayudaron de gran manera a darle forma al crecimiento y diseño de estos vehículos en su futuro.

Es en 1967 cuando Osamu Takeuchi (Fig. 1.1) comenzó a trabajar en el desarrollo de un ATV cuando Honda de USA le pide a Honda R&D LTd. por un producto que se pudiera vender en invierno, cuando las ventas de esta compañía caían considerablemente. Al Ing. Takeuchi y un grupo de ingenieros se les asignó esta tarea, analizando diferentes configuraciones, desde 2, 3, 4 y hasta 6 ruedas, pero finalmente la configuración de 3 ruedas fue la mejor considerando la máquina y el uso requerido. Esta podía movilizarse en la nieve, lodo o condiciones de terreno resbaladiza que ningún vehículo de 2 ruedas podía realizar, y al mismo tiempo tenía las mejores condiciones de maniobrabilidad con respecto a las configuraciones restantes.



Figura 1.1 "Osamu Takeuchi"

No es sino hasta 1970 cuando Honda sacó al mercado el primer ATV de la historia, un

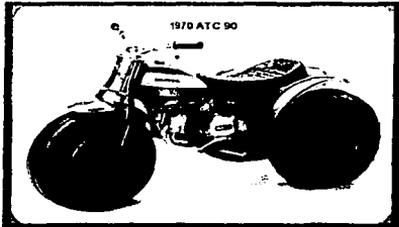


Figura 1.2 "1970 ATC 90"

Honda de tres ruedas con un motor de 89 cc que desarrollaban una potencia de 7 HP, con un precio de \$595 USD (Fig. 1.2). Este se denominó como el ATC 90 y fue un revolucionario vehículo todo terreno destinado a crear toda una nueva industria el cual vendería más de 6.5 millones de máquinas (Ventas estimadas de la industria desde 1970 hasta Agosto de 1999). El

vehículo que originalmente se llamó el US 90 antes de cambiar al ATC90, también contaba con aditamentos extras como un Swivel-Lok que era un aditamento para ser cargado fácilmente en una camioneta o vagoneta.

El siguiente desarrollo tecnológico de Honda vino en 1975 cuando mejoró la resistencia de las llantas gordas que aunque funcionaban bien en la nieve y la arena, eran muy vulnerables a ponchaduras causadas por cualquier elemento filoso en estos terrenos.(Fig. 1.3). el hecho de que aquellas llantas originales no eran reparables constituía un gran problema, por lo que una carcasa de tela fue añadida y las primeras masas de acero sustituyeron a las llantas sin masa. Además salpicaderas de plástico más resistentes y de colores fueron añadidas este mismo año.

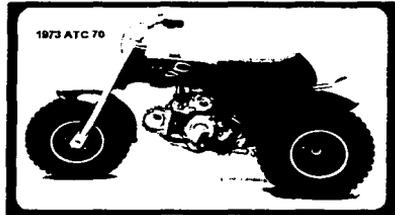


Figura 1.3 "1973 ATC 70"

El auge por éstos vehículos se incrementó muy rápido, pero fue hasta 1979 cuando Yamaha, principal competencia de Honda, introdujo su primer ATV al mercado, el YTT125, que también utilizaba 3 ruedas. Hacia los años 80's las dos áreas donde se movían los ATV's eran en las carreras y como vehículos utilitarios. La popularidad del uso utilitario es fácil de comprender, debido a que en una granja o rancho un tractor

cuesta exponencialmente mucho más al comprar y mantener, y un ATV únicamente el 8% del combustible necesario para alimentar a un tractor. Consecuentemente el uso utilitario explotó en 1980 y los ATV's llegaron a ser máquinas de multi-propósito sirviendo tanto para fines recreativos como fines utilitarios (Fig. 1.4). Este uso multi-propósito creció de un 30% del uso total en 1985 hasta un 80% en nuestros días. El desarrollo de éstos vehículos aumentó por la rápida aceptación del mercado, y por las vastas aplicaciones que se le dieron.



Figura 1.4 "1980 ATC 186"

El siguiente desarrollo tecnológico importante fue en 1982, cuando Suzuki introduce al mercado el primer ATV de cuatro ruedas, conocido como QuadRunner LT125 con cinco velocidades hacia adelante, reversa y odómetro (Fig. 1.5). Este modelo marcó un cambio en los modelos ATV's debido a que era más estable, tenía mayor potencia y era más seguro de manejar que un ATV de 3 ruedas, además todas las compañías que fabricaban ATV's sacaron su propio modelo de 4 ruedas al mercado.



Figura 1.5 "QuadRunner LT 125"

Curiosamente, la primera empresa Norteamericana que entra en el negocio de los ATV es Polaris, al introducir tecnología de vehículos de nieve, como cajas de transmisión automática para suplir las cajas manuales de los modelos existentes. En 1987 Polaris ofrece un sistema de frenado muy mejorado, y un sistema de transmisión automático para las 4 ruedas supliendo el sistema manual de transmisión de 4 ruedas.

En 1988 ocurre el cambio más importante para la historia de los ATV, debido a que el gobierno de los Estados Unidos incrementa sensiblemente las normas de seguridad dentro del ámbito de los ATV, por lo que todos las compañías productoras de estos

vehículos acuerdan sacar del mercado sus productos de tres ruedas, para seguir desarrollando únicamente los ATV de cuatro ruedas. Además la industria lanza programas de seguridad para los sistemas de transmisión y tren motriz.

Aunque hoy en día los modelos de los ATV's siguen en su mayoría con una configuración de 4 ruedas, los hay también de 6, y hasta 8 ruedas, para cubrir un trabajos específicos además que la mayoría de ellos son anfibios. Estos vehículos tienen capacidades sobresalientes en la nieve y agua, además generalmente son de dos o más personas, por lo que pueden ser utilizados como vehículos de rescate (Fig. 1.6 a y b). [Atv Connection Magazine, *Honda ATV History*, 2000]



Figura 1.6 a "ATV de seis ruedas como herramienta de trabajo"

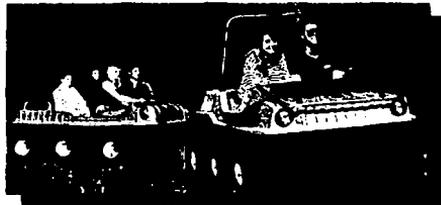


Figura 1.6 b "ATV de seis ruedas como vehículo de recreación"

1.1.2 SAE: Qué es y cual es su importancia actual

A principios de los años 1900's había docenas de Fabricantes de automóviles en los Estados Unidos, y muchas más a nivel mundial. Muchos de estas compañías y fabricantes de autopartes se unieron en grupos comerciales para satisfacer sus necesidades para promocionar el negocio e incrementar el interés del público de este nuevo medio de transporte. La necesidad de protecciones de patentes, problemas técnicos comunes de diseño, y el desarrollo de estándares de ingeniería creció de una manera rápida, y muchos de los ingenieros en el ámbito de la industria automotriz expresaron su deseo de tener "un intercambio libre de ideas" para poder expandir sus conocimientos individuales.

Dos hombres dueños de revistas de aquella era: Peter Heldt dueño de "The Horseless Age" y Horace Swetland dueño de "The Automobile" fueron incansables defensores de los conceptos que forjaron la creación de SAE. Heldt escribió una editorial en junio de 190 en el cual dijo, 2 Ahora existe una tendencia apreciable para los fabricantes de vehículos de seguir ciertas tendencias aceptadas de construcción, mientras que las preguntas técnicas constantemente aparecen, buscando una solución por medio de la cooperación de los técnicos conectados con la industria. Estas preguntas podrían ser enfrentadas de una mejor manera por una sociedad de técnicos. El campo de actividades de esta sociedad sería únicamente el aspecto técnico de los automóviles."

De la misma manera, Horace Swetland usó su editorial para ser la voz del ingeniero automotriz de aquella época, y llegó a ser un oficial original de SAE. Swetland era un hombre quien dejara una marca indeleble en la trayectoria de SAE a través de la historia. Apenas 27 meses después de la editorial de Heldt, la Sociedad de los Ingenieros del Automóvil nació. Establecida en una oficina de Nueva York, cuatro oficiales y cinco gerentes oficiales voluntariamente ofrecieron su tiempo y energía a la causa. En aquel año inaugural de 1905, Andrew Riker fungió como presidente, y el talento ingenieril de Henry Ford fungió como primer vicepresidente de la sociedad. El número de miembros iniciales era de 30 ingenieros y la membresía anual costaba \$10 USD. Sobre los primeros 10 años la cantidad de miembros creció de una manera continua y la joven sociedad añadió personal de tiempo completo y comenzó a publicar un periódico técnico y una compilación de papeles técnicos llamada *SAE Transactions* la cual es todavía hoy publicada.

Para 1916 la cantidad de miembros de la Sociedad de Ingenieros del Automóvil aumentó hasta 1800. En la reunión anual representantes de la Sociedad Americana de Ingenieros Aeronáuticos, la Sociedad de los Ingenieros del tractor, así como representantes de la industria naviera hicieron un intercambio con SAE para revisar los estándares técnicos de sus industrias. La aeronáutica era una industria en pañales en aquella época y pocos podrían haber esperado saber el papel esencial que tomaría en la historia mundial en muy poco tiempo. Uno de los primeros que apoyaron la idea del

concepto de una sociedad para representar a los ingenieros Aeronáuticos fue Tomás Alva Edison, Glenn Curtis Glenn Martin y Orville Wright.

Fuera de aquella exitosa junta de 1916 vino una nueva organización con nuevos horizontes. Esta sería una nueva sociedad que representaría ingenieros en todos los tipos de profesiones relacionadas con la movilidad. El miembro de SAE Elmer Sperry de hecho creó el término *automotriz* del Griego *autos* (propio) y del Latin *motivus* (de movimiento) origen de representar cualquier forma de vehículo auto propulsado. La Sociedad de Ingenieros del Automóviles se transformó así en la Sociedad de Ingenieros *Automotrices*, y el capítulo más importante en la saga de SAE estaba en camino.

Charles Kettering, uno de los ingenieros *automotrices* más famosos en la historia, patentó el automóvil de auto arranque en 1911. Kettering además presidió en SAE durante la primera guerra mundial y gracias a su trabajo y al de su sucesor, Charles Manly, los miembros de SAE pasaron a ser más de 5000 para 1920. Manly enfatizó la importancia de desarrollar actividades de SAE de miembros locales –llamadas secciones. Los programas de desarrollo de estándares de SAE jugaron un papel importante en los esfuerzos de los aliados durante ambas guerras, y la cronología de importantes adelantos tecnológicos en la historia *automotriz* y aeronáutica fueron de la mano todo el tiempo de los estándares que SAE lanzó. El desarrollo de estándares en el área aeroespacial, *automotriz* y vehículos comunitarios de trabajo pesado es todavía una parte vital en los servicios de SAE para esa industria y para la humanidad.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los énfasis de la sociedad se expandieron de una organización centralizada de estándares a una organización de intercambio de información en el extranjero. SAE eligió su primer ingeniero del Tractor como presidente –C. Erwin Frudden- en 1947. En la era de posguerra la junta anual de SAE acogió dentro de esta una mayor exhibición y evento educacional conocido como El Congreso de SAE Mundial. A través de la década de los 50's la cantidad de miembros crecieron a un paso desmesurado, a más de 18,000 miembros. Las exhibiciones y las

conferencias de SAE empezaron a proliferar y a tomar un perfil mucho más alto cuando la sociedad se acercó a su 50 aniversario.

En 1960 el presidente de SAE Harry Cheesbrough dijo "la ingeniería automotriz no conoce fronteras". Mientras que SAE siempre ha tenido un carácter internacional, estas palabras fueron una llamada para concordar las palabras con los hechos de la organización. Un tour por Europa solidificó las relaciones y comenzó en 1950 a través de una relación cooperativa llevada a cabo con FISITA. Hoy SAE tiene tratados cooperativos con Japón, Alemania, Reino Unido, Australasia e India por solo nombrar algunos.

El crecimiento rápido de 1973 de la organización así como la necesidad de personal y de espacio llevó a mover sus oficinas centrales a Warrendales, PA, afuera de Pittsburgh. Para 1980 la cantidad de miembros creció a más de 35,000. Durante los años 80's SAE estableció una serie de actividades de publicaciones electrónicas, que ahora producen docenas de productos en CD-ROMS interactivos y en páginas de Internet, y ofrece miles de estándares así como papeles técnicos que se pueden descargar de la red, que permite a los usuarios de todo el mundo acceso instantáneo a información técnica importante.

SAE internacional apoya a sus miembros de diversas formas. A través de sus revistas reconocidas a nivel mundial, *Automotive Engineering International*, *Aerospace Engineering*, y *Off Highway Engineering*, SAE continua manteniendo informada a su comunidad con lo últimos avances en este campo. Una de los aspectos claves de la sociedad ha sido el apoyar el desarrollo de practicantes capacitados en las muchas de los grupos que apoya. En un esfuerzo de promover la ciencia y el estudio de las matemáticas, y ayudar a asegurar que las industrias tendrán una mayor y más calificada mano de obra, la Fundación SAE incrementa sus fondos para apoyar el desarrollo de la distribución de dos materiales educativos para los niveles de secundaria.

Una vez que los estudiantes acuden a la universidad a los programas de ingeniería, SAE presenta 12 diferentes Competiciones de diseño colegial, con el fin de poner lo visto en clase en acción al desafiar a los estudiantes a diseñar, construir y probar el rendimiento de un vehículo real en un ambiente de competencia. Las competencias de SAE (incluyendo el Minibaja) incluyen a más de 4500 estudiantes de 500 universidades de 6 continentes.

El papel de SAE de hoy, al acercarse a su 100 aniversario, es la representación de la sabiduría colectiva de mas de 83,000 ingenieros, técnicos, profesionales, académicos y representantes del gobierno en 97 países alrededor del mundo. [SAE International, *Abridged History of SAE*, 2003]

1.1.3 El proyecto Minibaja: qué es y sus objetivos

Minibaja consiste en tres competencias regionales que simulan proyectos de diseño ingenieril del mundo profesional y sus desafíos intrínsecos. Los estudiantes de Ingeniería tienen la misión de diseñar y construir un vehículo todo terreno que deberá sobrevivir el castigo de un terreno agreste, y en el caso de la competencia del Este inclusive agua.

La primera competencia Minibaja tomó lugar en 1976 en la Universidad de Carolina del Sur, bajo la supervisión del Dr. J.F. Stevens. Entonces, la Sociedad de Ingenieros Automotrices tomó la organización del proyecto y la dividió en tres zonas regionales dentro de los EU, los cuáles son: la zona Este, la zona del Medioeste y la zona Oeste. Estos eventos se llevan a cabo a principios del verano en las Universidades sedes de cada región por todos los EU. Más recientemente, 2 competencias más han sido agregadas al serial; una en Brasil y otra en Sudáfrica, aunque se lleva a cabo una tercera regional Asiática, en Corea del Sur.

El objetivo de la competencia es el de proveer a los alumnos de SAE de un proyecto desafiante que involucre la planificación y el desarrollo de fabricación necesaria cuando se introduce un nuevo producto al mercado industrial del consumidor. Los equipos

compiten uno en contra del otro para tener sus diseños aceptados para la fabricación por una compañía ficticia. Los estudiantes deben de funcionar como un equipo que no sólo diseñe, construya, pruebe, promueva y maneje el vehículo dentro de lo que limitan las reglas, pero además debe de generar un soporte financiero para el proyecto y no descuidar sus prioridades educativas.

Todos los vehículos están provistos de un motor de 10 HP modelo Intek 20 donado por Briggs & Stratton Corporation. Por más de 25 años la generosidad de Briggs & Stratton ha habilitado a SAE de proveer a cada equipo con una maquina libre de cargos de envío (sólo aplica en los EU). El uso de la misma máquina por todos los equipos crea una prueba de diseño ingenieril mucho más desafiante.

1.2 Requisitos para participar en las competencias internacionales

Los siguientes requisitos son indispensables para llevar a cabo la participación del equipo en al menos una de los 6 eventos internacionales. Todas las competencias tienen políticas de registros abiertos, lo que significa que los estudiantes de cualquier país pueden participar en cualquiera de las competencias. Algunas secciones de las reglas concernientes a los eventos Mini Baja llevados a cabo fuera de los EU son específicas de aquellas competencias. Estas variaciones pueden ser publicadas por las páginas de Internet de los organizadores de dichas competencias. Los eventos dinámicos pueden diferir. Los equipos participantes deben revisar los sitios web de las competencias que tienen pensado participar y considerar requerimientos únicos que pueden afectar el diseño y fabricación de su vehículo.

1.2.1 Participación de estudiantes y coordinador del proyecto

Los miembros individuales de los equipos participantes deben de satisfacer los siguientes requerimientos:

- 1) Estudiante: los miembros del equipo deben de ser estudiantes que se encuentran estudiando la licenciatura o que se hayan graduado de la misma universidad. Los miembros del equipo que sean graduados podrán participar en el equipo en un lapso no mayor a siete (7) meses de la fecha de su graduación.
- 2) Membresía SAE: los miembros del equipo deben ser miembros de SAE. En el evento se debe demostrar que la membresía está actualizada. **La inscripción para obtener la membresía a SAE se debe hacer en línea en: www.sae.org/students**
- 3) Seguro médico y carta responsiva: Todos los participantes en el lagar del evento incluyendo al Faculty Advisor deben de firmar una carta responsiva. Es responsabilidad del participante proveerse de un seguro médico y un seguro contra accidentes.

Los conductores deben además cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Ser mayores de 18 años
- b) Tener una licencia válida
- c) Tener un seguro médico y en contra de accidentes.

Con el fin de mantener la credibilidad de una competición justa en la competencias de SAE Minibaja, el coordinador de cada proyecto debe prohibir la participación de "cachirules". Un "cachirul" es alguien quien tiene habilidades excepcionales relacionadas con la competencia quien no puede ser un miembro legal en el equipo.

Todos los equipos participantes en una competición Mini Baja deben tener un coordinador de proyecto. Este debe de acompañar al equipo a la competencia y servirá como unión entre los miembros del equipo y los oficiales y será responsable de la conducta del equipo en todo momento. Se recomienda que el coordinador de proyecto sea también un miembro de SAE. [SAE Student Central, *Mini Baja Rules*, 2004, pp. 3,4]

1.2.2 Participación Internacional

Los equipos que vayan a participar en eventos fuera de su país se les recomienda averiguar con bastante antelación al evento los requerimientos de visas y papeles de exportación e importación del vehículo necesarios para poder viajar al país donde se realizará la competencia. Para el caso de los EU se recomienda que los equipos internacionales envíen su(s) vehículos con bastante anticipación para poder arreglar cualquier eventualidad que pudiera ocurrir en la Aduana de los EU. También se podría considerar la opción de contratar a una empresa importadora/exportadora para que realice todos los trámites necesarios. Ni SAE ni los organizadores de los eventos Mini Baja en los EU están permitidos el proveer ningún tipo de consejo o solicitud a las agencias Aduanales de los EU. Sin embargo, se puede solicitar una invitación por parte de SAE la cual es una carta de VISA, en donde se da información acerca de donde y cuando se va a llevar a cabo el evento, el nombre del solicitante (debe ser miembro de SAE), e información sobre la naturaleza del evento. Esta carta va dirigida a las autoridades aduanales de los EU y es muy útil para solicitar la VISA, junto con cartas oficiales de que se es estudiante de la universidad, así como información que se solicita en la página de la embajada de los EU.

La carta de invitación de SAE debe ser llenada en línea (por Internet) como mínimo 3 semanas antes del evento al cual asistirán en:

<https://shop.sae.org/calendar/visaform.shtml>

1.2.3 Características del vehículo

- 1) El vehículo y la información asociada debe ser concebida, diseñada y fabricada por los miembros del equipo sin la intervención directa de ingenieros profesionales, académicos o profesionales en el ámbito de los vehículos todo terreno o en el ámbito de carreras de este tipo.
- 2) Los vehículos que hayan sido profesionalmente fabricados serán descalificados de la competencia. Si los equipo no cuentan con acceso a instalaciones de talleres

mecánicos, el cuadro puede ser fabricado profesionalmente sin penalización. La falta de este acceso debe ser apropiadamente documentada (carta del Faculty Advisor, copia de las políticas universitarias donde se prohíba el acceso a dichos talleres, etc.)

- 3) Los vehículos que sean fabricados de un kit o de un diseño publicado serán descalificados. Sin embargo, esto no excluye el uso de sub-ensambles prefabricados o modificados.
- 4) Los vehículos que hayan participado en una competencia Mini Baja en años anteriores podrán participar en la competencia actual sólo si:
 - a) El vehículo ha sido modificado substancialmente desde su participación previa.
 - b) El vehículo modificado debe cumplir con el reglamento correspondiente al año actual.

Las modificaciones deben, en opinión de los jueces de diseño, representar un replanteamiento en el diseño de uno o más de los sistemas representantes del vehículo, como por ejemplo: suspensión, tren motriz, cuadro, etc. Los equipos que participen con un vehículo de años anteriores deben mostrar fotografíar como evidencias de éstas y además documentar detalladamente las modificaciones hechas.

Los vehículos que no hayan sido modificados significativamente serán sujetos a una **penalización del 30%** en sus puntos acumulados y serán descartados para cualquier premio. Vehículos no modificados que hayan participado en años anteriores no podrán participar en la competencia actual.

- 5) Un máximo de dos (2) vehículos por cada Universidad podrá participar en las competencias Mini Baja. [SAE Student Central, *Mini Baja Rules*, 2004, pp. 5]

1.2.4 Registro

Los equipos que quieran competir deben registrarse para cada una de las competiciones Mini Baja en las que pretendan participar antes de la fecha límite de cada evento. Estas fechas aparecen en el apéndice del reglamento Mini Baja Rules del año en curso, en el apartado: "Action Deadlines".

Para las competencias llevadas a cabo en los Estados Unidos, el pago del registro deberá ser cubierta en línea (por Internet) con una tarjeta de crédito. Los pagos del registro de podrán ser pagados por ninguna otra forma. Hasta las competencias del 2004 el costo por la inscripción es de \$500 USD hasta la fecha límite. Después de la fecha límite se tendrá que pagar una carga extra de \$100 USD por lo que el costo del registro total sería de \$600 USD.

Para las competencias fuera de los Estados Unidos, la cantidad del registro así como la manera del pago estará dada en los apéndices del reglamento, así como en la página web oficial de la competencia. Las cuotas del registro no son reembolsables. [SAE Student Central, *Mini Baja Rules*, 2004, pp. 6]

Nota: Se puede establecer un límite en cuanto a la cantidad de vehículos que se pueden registrar y dependen de los organizadores del evento. Para las competencias llevadas a cabo en el 2003 en la competencia Midwest se estableció un límite máximo de 125 vehículos participantes, mientras que en los dos eventos restantes en los EU (East y West) no se estableció ningún límite.

1.2.5 Motor Briggs & Stratton

Por más de 20 años la compañía Briggs & Stratton ha proveído de nuevos motores a los equipos que participan en el evento Mini Baja sin costo alguno. Los equipos deben de pagar únicamente \$130 USD por los costos del envío.

Para poder tener la oportunidad de obtener un motor nuevo de Briggs & Stratton, se deben de cumplir el siguiente requisito:

Los equipos podrán recibir un nuevo motor Briggs & Stratton únicamente en cada segunda temporada de competiciones en las cuales ellos participen. Esto significa que las maquinas están destinadas a un motor por vehículo por cada dos temporadas (años) de competencias. Esto queda más claro con los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1, Los equipos que hallan recibido un nuevo modelo de motor 20 para la competencia de la temporada 2001 y hayan competido en las temporadas 2001 y 2002 podrán recibir un nuevo motor para la temporada 2003.

Ejemplo 2, Los equipos que hayan recibido un motor en la temporada 2000, pero no hayan participado hasta la temporada 2001 y luego no hayan competido hasta la temporada 2003, sólo podrán recibir un motor nuevo en la temporada 2004.

Para los equipos que hayan sido elegidos para recibir un motor nuevo necesitarán llenar la forma de pedido de motor en www.sae.org. Los equipos deben de pagar la cuota de \$130 USD si el motor se envía a una dirección dentro de Canadá o los Estados Unidos.

Para los envíos fuera de esta región se recomienda que el motor sea enviado a los organizadores de la competencia a la cual se hayan registrado para que lo guarden hasta la llegada del equipo, o bien que sea enviado a alguna dirección de los Estados Unidos. Si aún se escoge que el motor sea enviado fuera de esta región ni SAE ni Briggs & Stratton se hacen responsables por lo que le pueda pasar al motor, y se pierde la garantía, y si por alguna causa el motor no llega, el equipo no podrá pedir otro motor sino hasta después de 2 temporadas. El costo del envío fuera de Canadá o los Estados Unidos deberá ser pagado anticipadamente por tarjeta de crédito.

El motor a utilizar es un modelo Intek 205432 tipo 0036-e1 Briggs & Stratton de 7.46 kw (10 HP) OHV enfriado por aire. El modelo puede cambiar en competencias sucesivas, el cuál estaría determinado en las reglas y en la página de Internet de SAE y del organizador. [SAE Student Central, [Mini Baja Rules](#), 2004, pp. 7,8]

1.3 Reglamento

Las reglas de SAE Minibaja son emitidas bajo la autoridad del comité de asuntos estudiantiles de SAE. Los boletines oficiales de SAE y/o del organizador deben ser considerados como parte de, y tendrán la misma validez que las reglas. En caso de ambigüedad con respecto a las palabras o intenciones de las reglas, la decisión del organizador prevalecerá. Infracciones a las reglas puede ser causa de penalizaciones, y en casos extremos de la prohibición de la participación del vehículo.

Las reglas que aparezcan en el reglamento del año en curso, se sobreponen a todos los reglamentos de años anteriores. Al participar en una competición Mini Baja, el equipo, el Coordinador de Proyecto, y los miembros de los equipos acceden a cumplir y ser coherentes con estas reglas y cualquier procedimiento anunciado por los organizadores del evento y SAE.

Los equipos, miembros de los equipos y el coordinador de proyecto son considerados en "estar participando en la competencia" desde el momento en que arriban al sitio de la competencia, hasta el momento de la conclusión del Mini Baja. SAE y los organizadores de las competencias se reservan el derecho de revisar el calendario de la competencia e interpretar o modificar las reglas de la competencia en cualquier manera o en cualquier tiempo, si es su juicio, requerido para eficientar la operación o la seguridad de la competencia.

Cada año hay que revisar completamente el reglamento, debido a que continuamente aparecen nuevas reglas o hay cambios en reglas anteriores, por lo que hay que estar atentos ante dichos cambios.

1.3.1 Especificaciones del Vehículo

El diseño del vehículo debe ser atractivo para los consumidores debido a su apariencia visual, rendimiento, facilidad de operación y de mantenimiento. Además debe ser

fabricado utilizando mano de obra semicalificada y utilizando máquinas convencionales. La operación segura debe ser una parte esencial en la consideración del diseño.

El vehículo debe ser capaz de operar con seguridad sobre un terreno agreste, el cual incluye piedras, arena, lodo, inclinaciones pronunciadas, agua poco profundas en cualquiera de éstas o todas sus combinaciones. El vehículo debe tener una altura adecuada con respecto al suelo y buena tracción. Para los vehículos que compiten en el Mini Baja East, la flotación y la propulsión en agua son requeridos.

La configuración del vehículo debe tener 4 o más ruedas. Los vehículos que tengan 3 ruedas están prohibidos en esta competencia. El vehículo debe ser capaz de llevar una persona de 190.5 cm (6ft 3in) de altura con un peso de 113.4 kg (250 lb). [SAE Student Central, Mini Baja Rules, 2004, pp. 7]

Las dimensiones máximas del vehículo deben ser:

A = 152.4 cm (60 in)

B = 243.84 cm (96 in)

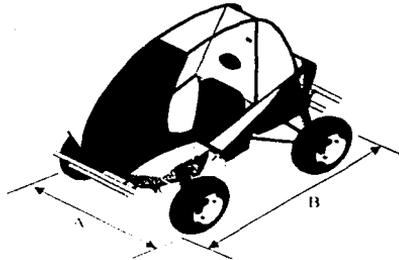


Figura 1.7 "Dimensiones máximas para un vehículo Mini Baja"

Nota: Las especificaciones que debe cumplir la estructura se encuentran en el Capítulo III "Capítulo Técnico".

1.3.2 Seguridad

Las reglas respecto a la seguridad son muy importantes, y deben ser seguidas al pie de la letra. Es responsabilidad de cada equipo cumplir todas y cada una de los

requerimientos de seguridad. El no hacerlo, implica una posible descalificación del evento. Si se tiene alguna duda sobre las regulaciones de la seguridad, se pueden presentar preguntas por correo electrónico tan pronto como sea posible a la dirección de los eventos donde se piensa competir. El organizador deberá de contestar tan pronto como sea posible a estas dudas.

Todos los vehículos Mini Baja deberán de pasar una inspección técnica y de seguridad antes de ser permitidos competir. Una vez que el vehículo ha pasado la inspección técnica y de seguridad, deberá de permanecer en una condición de "aprobado" durante toda la competencia ya que los organizadores y jueces podrán revisar el vehículo en cualquier momento de esta.

Todas las instalaciones y construcción de los sistemas son sujetas a ser aprobadas por los oficiales de seguridad, y podría requerirse algunas modificaciones en estas. Todos los competidores deberán estar preparados para hacerlo. Los vehículos que presenten un control inestable en cualquiera de las competiciones dinámicas, o que presenten condiciones de inseguridad serán retirados de la competencia por los jueces hasta que no se corrija la falla. (SAE Student Central, Mini Baja Rules, 2004, pp. 17]

Los requerimientos de seguridad para pasar la inspección técnica y de seguridad se encuentran en el apéndice "inspección de seguridad" Este consta de unas listas las cuales contienen todas las condiciones de seguridad que deben de cumplir los vehículos participantes. Las tablas se encuentran divididas por temas y subtemas, conforme está organizado el reglamento, y los jueces procederán a calificarlo, pudiendo marcar Pass, Fail, Recheck, que es:

- Pass.- El vehículo cumple satisfactoriamente con la regla
- Fail.- El vehículo no cumple con la regla. Se especifica en que sentido o la razón por la que no cumplió la regla.
- Recheck Se revisa si se corrigió el problema. El no haberlo hecho implica una penalización o la descalificación del vehículo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cada vehículo tiene dos oportunidades como máximo de presentar la inspección de seguridad ante los jueces.

1.4 Organización de las Competencias Internacionales

Las competencias internacionales constan de varios eventos o pruebas, las cuáles se dividen en estáticos y dinámicos. Cada uno de estos eventos tienen un valor preestablecido en puntos y la suma total de los puntos de cada evento suma un valor total de 1000 puntos, como lo muestra la Tabla 1.1. Sin embargo, el valor en puntos del mismo evento puede variar para cada competencia.

	Mini Baja East	Mini Baja Midwest	Mini Baja West
Eventos Estáticos: 100 pts.			
Diseño			
Reporte	100	100	50
Evaluación	150	160	100
Costos			
Reporte	10	10	10
Costos de Producción	40	40	40
Presentación	-	-	100
Eventos Dinámicos: 100 pts.			
Velocidad			
Aceleración	50	50	100
Velocidad máxima	50	50	-
Potencia			
Subir una pendiente / jalar contrapeso	100	100	100
Suspensión			
Maniobrabilidad / Suspensión	50	100	50
Especiales			
Maniobrabilidad acuática	50	-	-
Rock Crawling	-	-	50
Durabilidad			
Resistencia	400	400	400
TOTAL:	1000	1000	1000

Tabla 1.1 "Puntos de las competencias en la región USA, 2004"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.4.1 Eventos Estáticos

Los eventos estáticos constan de 2 partes, Diseño en ingeniería y Costos.

El diseño en Ingeniería consta de dos partes principales, que es *el reporte de diseño y la evaluación de diseño*.

- a) Reporte de Diseño.- El reporte de diseño debe explicar claramente los procesos de diseño e ingeniería que fueron utilizados para desarrollar cada sistema del vehículo Mini Baja.
- b) Evaluación de Diseño.- Esta se llevará a cabo el primer día de la competencia donde los vehículos se presentarán terminados, listos para correr. Los vehículos que se presenten y no estén listos recibirán una calificación menor o cero puntos por cualquier área incompleta que sea considerada por los Jueces. Además, los Jueces pueden abstenerse de revisar un vehículo incompleto. El diseño en Ingeniería será evaluado conforme a la siguiente tabla:

Criterios	Mini Baja	Mini Baja	Mini Baja
	EAST	MIDWEST	WEST
EVALUACIÓN DE DISEÑO	30	35	25
	20	25	15
	15	15	10
	15	15	10
	15	15	10
	15	15	10
	10	15	10
	10	15	10
	20	--	--
	150	150	100

Tabla 1.2 "Criterios para la evaluación del diseño en el 2004"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El evento de Costos, es muy importante el costo de manufactura proyectado para una producción de 4000 unidades al año excluyendo los tiempos de diseño o métodos usados para construir el prototipo. Este evento consta de dos partes que son el reporte de costos y el costo de producción:

- a) Reporte de Costos.- Provee de toda la información necesaria para estimar la proyección del costo de producción.
- b) Costo de Producción.- ésta es de hecho el cálculo de los puntos dados a cada equipo basados en el costo de producción de cada equipo comparado con los costos de producción de los demás equipos. [SAE Student Central, *Mini Baja Rules*, 2004, pp. 48-52]

1.4.2 Eventos Dinámicos

La intención de las pruebas dinámicas es determinar como los vehículos Mini Baja se desempeñan bajo una variedad de pruebas específicas. Estas pruebas pueden ser modificados en las competencias dependiendo de los Jueces. Cada prueba se tiene que llevar a cabo 2 veces, tomándose como puntuable aquella en que se obtenga el mejor tiempo. Para cada evento existen una serie de penalizaciones que descontarán tiempo o puntos de la calificación final. Para ver los tipos de penalización, hay que consultarlas en las reglas Mini Baja del año en curso.

Prueba de Velocidad

Aceleración:

El objetivo es determinar cuanto tiempo le toma al vehículo acelerar a lo largo de 30.48 m (100 ft) o 45.72 m (150 ft) en un terreno plano (Fig. 1.8).



Figura 1.8 "Aceleración"

Velocidad máxima:

Se determina la velocidad máxima que el vehículo puede obtener después de la aceleración (Fig. 1.9).



Figura 1.9 "Velocidad"

Prueba de Potencia

El objetivo de la prueba de potencia es el de demostrar la habilidad de utilizar su poder para llevar a cabo diversas tareas. Este puede ser subir una colina o pendiente, o bien, jalar un objeto. El organizador del evento decidirá cuál de los dos será llevado a cabo.

Jalar un Objeto:

El objetivo es el de probar la habilidad del vehículo de jalar un objeto por una superficie plana escogido por el organizador. El vehículo hará 2 intentos tomando el menor tiempo, sin embargo, si se detiene en el curso el intento habrá terminado y se calificará en puntos por la distancia recorrida (Fig. 1.10).



Figura 1.10 "Jalar un objeto"

Subir una Pendiente:

El objetivo es evaluar la habilidad de los vehículos de ascender una pendiente, estando el vehículo detenido. Cada vehículo tiene 2 oportunidades de realizar la prueba en el menor tiempo, o si no llega a la cima con la mayor distancia posible recorrida (Fig.1.11).



Figura 1.11 "Subir una pendiente"

Prueba de Maniobrabilidad/Suspensión:

Esta prueba está diseñada para evaluar la suspensión, el control y la dirección de cada vehículo. El curso consiste de una variedad de desafíos para la suspensión y el control, las cuales pueden incluir curvas cerradas, baches, arena, rocas, etc. Al igual que las pruebas anteriores, se realizan dos intentos, de los cuales se toma el mejor tiempo de cada uno (Fig. 1.12).



Figura 1.12 "Maniobrabilidad"

1.4.3 Eventos Especiales

Los eventos especiales están diseñados para poner a prueba los vehículos Mini Baja bajo condiciones únicas de todo terreno que podrían estar en algunas competiciones. Los organizadores pueden modificar los eventos especiales y darlos a conocer al menos 4 meses antes de la competición.

Maniobrabilidad en el agua

Esta prueba está diseñada para evaluar a un Mini Baja de propulsarse por sí mismo y al mismo tiempo realizar maniobras para evitar obstáculos. El curso consistirá de un lago o río el cual contendrá boyas u obstáculos. Cada vehículo tendrá dos intentos para realizar el curso en el menor tiempo (Fig. 1.13 a y 1.13 b).



Figura 1.13 a "Mini Baja Anfíbio"



Figura 1.13 b "Mini Baja navegando"

Rock Crawling (control sobre terreno rocoso)

Esta prueba trata de evaluar la potencia, el recorrido de la suspensión y la tracción. El terreno puede incluir piedras de diversos tamaños, desde el tamaño de pelotas de Baseball hasta el tamaño de un carro pequeño, además de agujeros, escalones y terreno muy difícil. Al igual que las otras pruebas cada equipo tiene dos intentos calificando el mejor tiempo (Fig. 1.14).



Figura 1.14 "Rock Crawling"

1.4.4 Prueba de Resistencia

El objetivo de esta prueba es evaluar el rendimiento del vehículo al tener una operación continua a una cierta velocidad, sobre un terreno complicado que contiene obstáculos. La carrera de resistencia se correrá, ya sea por una carrera única de 4 horas, o bien por bloques de eliminación seguida de una final en la que el tiempo total de eliminación al final sea de 4 horas, dependiendo de cómo el organizador lo escoja. El final de la competencia será considerado cuando el tiempo de 4 horas expire, sin importar la posición de cada vehículo en el curso de la pista.



Figura 1.15 a "Carrera de resistencia"



Figura 1.15 b "Carrera de resistencia"

1.5 Participación de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en el proyecto Minibaja

La Facultad de Ingeniería a través del equipo Minibaja a tenido una invaluable participación en las competencias Minibaja a partir de 1990. Por 13 años a participado casi continuamente en dichas competencias ya sea Nacionales o internacionales. A continuación se presenta un pequeño resumen de las características más sobresalientes así como los resultados obtenidos.

Año: 1990
Nombre: Puma MB I
Participó en: Oklahoma; Mini Baja Midwest
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.11$ mm
Relación de Caja: --
Motor: Briggs & Stratton 8 HP



Año: 1991
Nombre: Puma MB II
Participó en: Ohio; Mini Baja MidWest
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.11$ mm
Relación de Caja: --
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

Año: 1992
Nombre: Hichipoca
Participó en: Ohio; Mini Baja Midwest
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, $e = \text{cal } 18$
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP



Año: 1993
Nombre: Pumacej
Participó en: El Paso; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP



Pumacej

Año: 1993
Nombre: Tecnopuma
Participó en: El Paso; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP



Tecnopuma

Año: 1994
Nombre: Tecnopuma II
Participó en: Milwaukee; Mini Baja Midwest
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

Año: 1996
Nombre: Cóndor
Participó en: Arizona; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

Cóndor



Año: 1996
Nombre: Águla Real
Participó en: Arizona; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

AGUILA
REAL



Año: 1997
Nombre: Coatl
Participó en: Arizona; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

Coatl



Año: 1997
Nombre: Jade
Participó en: Arizona; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 31.75$ mm, e = cal 18
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP

Jade



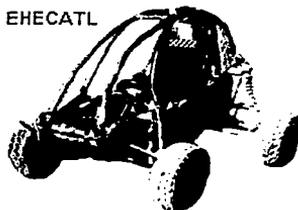
Año: 1999
Nombre: Ollin
Participó en: Kansas; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 25.4$ mm, e = 2.1082 mm
Relación de Caja: 9.11:1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP
Resultados: 2do Lugar en Aceleración

OLLIN



Año: 2000
Nombre: Ehecatl
Participó en: La Marquesa; Mini Baja México
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.1082$ mm
Relación de Caja: 9.11 : 1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP
Resultados: 13vo lugar

EHECATL



Año: 2001
Nombre: Toshka
Participó en: Kansas; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.1082$ mm
Relación de Caja: 8.7 : 1
Motor: Briggs & Stratton 8 HP
Resultados: 5to Lugar Costos
5to Lugar Diseño

TOSHKA



Año: 2002
Nombre: Skorppio
Participó en: Utah; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.1082$ mm
Relación de Caja: 9.11 : 1
Motor: B & S Intek 20 de 10 HP
Resultados: 1er Lugar Latinoamérica
1er Lugar Asia
15vo lugar general

SKORPPIO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Año: 2003
Nombre: Haspped
Participó en: Utah; Mini Baja West
Tubo: $D_e = 26.9$ mm, $e = 2.1082$ mm
Relación de Caja: 9.11 : 1
Motor: B & S Intek 20 de 10 HP
Resultados: 5to Lugar Costos
15vo Lugar en Diseño

HASPEED



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO II

RECURSOS HUMANOS

2.1 Perfil de los estudiantes participantes

El estudiante de Ingeniería que esté interesado participar en el proyecto Mini Baja, deberá cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Tener conocimientos sólidos de Física y Matemáticas.
- 2) Haber cursado y aprobado el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería.

Nota: Debido al enorme interés en el proyecto Mini Baja por parte de los alumnos que se encuentran en Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería, se aceptan a los candidatos más calificados que cumplan con los requisitos, sobre el entendido de que no podrán ser responsables de ningún sistema, sino hasta que hayan obtenido los conocimientos y la experiencia suficientes. Esto les da la oportunidad de divertirse aplicando la teoría vista en clase, tomar una actitud responsable hacia un proyecto serio, y adquirir una experiencia muy importante para el desempeño del equipo, además de garantizar un desarrollo continuo del mismo.

- 3) Tener conocimientos de Inglés (mínimo 60 %).
- 4) Tener la disposición de tiempo para acudir todos los sábados a los talleres de Ingeniería Mecánica.
- 5) Preferentemente ser estudiante de la carrera de las siguientes Ingenierías:
 - Ingeniería Mecánica.
 - Ingeniería Industrial.
 - Ingeniería Mecatrónica.
 - Ingeniería en Computación.
 - Ingeniería eléctrica o electrónica.

Además, el estudiante deberá contar preferentemente con las siguientes cualidades:

- a) Aptitud para detectar, definir y aplicar el razonamiento científico al estudio y la solución de problemas prácticos, en el campo de la ingeniería mecánica.
- b) Capacidad para participar y dirigir el trabajo en equipo.
- c) Disposición para aprender a manejar los diferentes tipos de operaciones de corte y conformado, tanto convencionales como de CNC.

d) Inventiva y creatividad.

e) Aptitudes para el manejo de diferentes programas de computación que incluyen: Word, Excel, Power Point, Acrobat, etc.

f) Actitud responsable, positiva y emprendedora, a fin de realizar con seguridad y confianza las tareas y trabajos a realizar en cada sistema.

Debido a la complejidad del proyecto Mini Baja, los estudiantes participantes no sólo pueden ser de las carreras de Ingeniería, sino que pueden participar de otras áreas como lo son principalmente:

Diseño Industrial

Administración de Empresas

Física

2.2 Organización de áreas y sistemas del proyecto Mini Baja UNAM

El proyecto Mini Baja está integrado de una gran cantidad de sistemas que no sólo forman parte del vehículo, sino además por los diferentes eventos estáticos que se presentan en las competencias internacionales. Por esto se requiere una organización de equipo, de todas las personas que integran el proyecto, para que éste se desarrolle de una manera eficiente, organizada, y exitosa.

EL proyecto cuenta con los siguientes sistemas que son:

Patrocinios y obtención de recursos

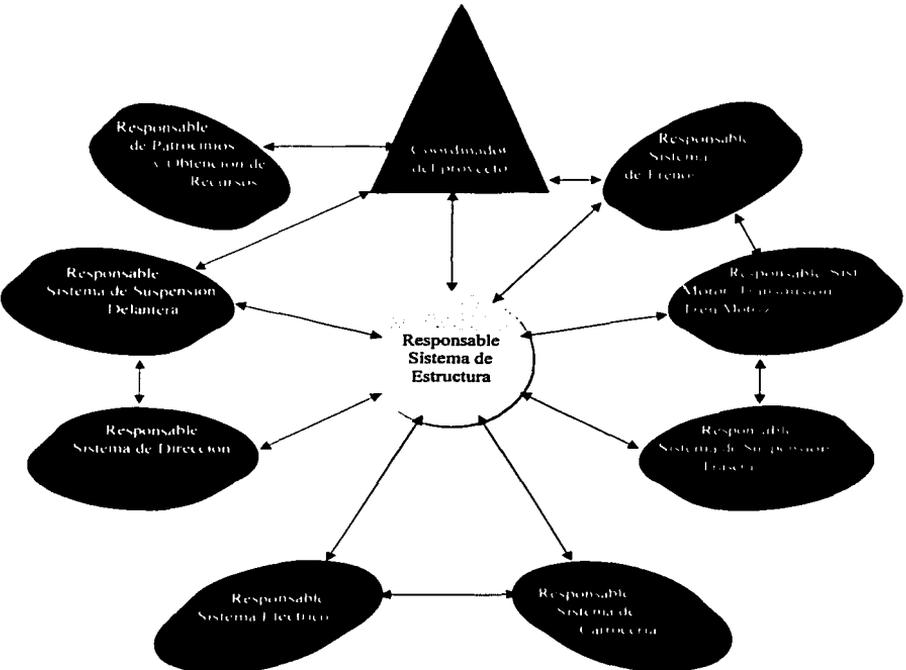
Sistema de la estructura

Sistema de suspensión delantera.

Sistema de suspensión trasera.

- Sistema de dirección
- Sistema de motor, transmisión y tren motriz
- Sistema de frenos
- Sistema de carrocería
- Sistema Eléctrico

Cada uno de estos sistemas tiene una relación directa o indirecta con los demás, por lo que la perfecta interacción de ellos es de suma importancia. El esquema 2.1 muestra la relación entre los sistemas:



Esquema 2.1 "Organización del equipo"

2.2.1 Organización del área de patrocinios y obtención de recursos

Como lo especifican las reglas, la búsqueda de recursos para mantener el proyecto y para realizar el vehículo es responsabilidad de cada equipo, y una manera de hacerlo es por medio de patrocinios y al obtener recursos.

El responsable de este sistema deberá buscar el apoyo de las empresas, públicas o privadas para la obtención de recursos para el proyecto. Los patrocinios pueden ser en especie o en dinero, si es en especie se debe de llevar a cabo junto con el responsable del sistema adecuado, para pedir las refacciones o piezas necesarias para dicho sistema. También se buscarán formas alternas para recaudar fondos, como son colectas universitarias, eventos de los vehículos (renta de prototipos Mini Baja), eventos de competencia de creatividad, venta de playeras, gorras, etc.

El llevar esta parte del proyecto, implica además el llevar responsablemente la contabilidad del proyecto, para tener un control y destinar mejor los recursos que se ingresen. Una parte interesante es la realización de la presentación de ventas, ya que se debe realizar todo el análisis financiero del proyecto (para la venta de 4000 unidades al año) basado el reporte de costos de cada sistema.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Buscar, organizar y concertar citas con posibles patrocinadores, ya sea para patrocinios en efectivo o patrocinios en especie, para todos los sistemas.
- 2) Organizar y dirigir la realización de eventos para recaudar fondos para el proyecto.
- 3) Organizar y llevar a cabo las relaciones públicas del proyecto.
- 4) Llevar la contabilidad del proyecto.
- 5) Realizar el análisis financiero del proyecto, y diseñar la presentación de ventas para el evento de costos.
- 6) Conjuntar los reportes de costos de cada sistema y elaborar el reporte completo de costos.

2.2.2 Organización del sistema de la estructura

La estructura es uno de los sistemas más importantes del vehículo. Es la base de unión de todos y cada uno de los diferentes sistemas tales como la suspensión delantera, la dirección, el motor, etc.

La estructura debe de cumplir diferentes características. Entre las más importantes se encuentran: el tener una alta rigidez a la torsión para evitar flexiones que son desfavorables para la funcionalidad del vehículo, debe ser lo suficientemente rígida para soportar los esfuerzos estructurales causados por las condiciones irregulares del terreno, y debe ser lo más ligera posible para romper la inercia y subir fácilmente por pendientes entre otras.

En el caso específico del Mini Baja, la estructura cumple con un aspecto fundamental que es el de la seguridad. Ésta debe ser capaz de soportar y absorber la energía causada por posibles impactos, de tal manera que el piloto salga ileso ante tales circunstancias. Además debe ser diseñada de tal forma que el acceso sea fácil y rápido ante el caso de que el piloto tenga que salir de emergencia.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una estructura que cumpla con los requisitos mínimos de seguridad así como las dimensiones mínimas y máximas especificadas en el reglamento.
- 2) Asegurarse de que el tubo de la estructura cumpla con los valores mínimos de rigidez y rigidez torsional especificados en el reglamento realizando una apropiada selección del material.
- 3) Investigar y seleccionar el tipo de estructura más apropiada para el vehículo.
- 4) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora).
- 5) Diseñar las defensas y soportes de los diferentes sistemas.
- 6) Realizar análisis en programas de elemento finito tanto de la estructura así como de la defensa para garantizar que se absorba la mayor parte de la energía en los impactos.

- 7) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 8) Dirigir y participar en la construcción de la estructura.
- 9) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de la estructura (Español e Inglés).
- 10) Realizar el reporte de costos del sistema de la estructura.

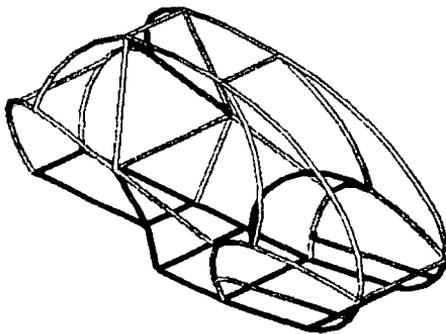


Figura 2.1 Sistema de Estructura.

2.2.3 Organización del sistema de suspensión delantera

El objetivo de la suspensión es el incrementar la seguridad así como el confort al manejar, así como el de proteger los sistemas y diferentes mecanismos del vehículo. Las vibraciones de los brazos deberán ser absorbidos por los amortiguadores con resorte, factor muy importante para absorber las fuerzas verticales del chasis.

La suspensión delantera debe proveer de un recorrido vertical, de tal forma que las ruedas sigan la trayectoria de un camino irregular, aislando el chasis de los obstáculos del terreno evitando vibraciones indeseadas. Además debe reaccionar a las fuerzas de control producidas por las ruedas: fuerzas longitudinales (fuerza de aceleración y frenado) así como fuerzas laterales (fuerzas centrífugas) .

En el sistema de suspensión delantera se deberán considerar varios factores al diseñar como son el tener un largo recorrido de los brazos para poder evitar obstáculos en el terreno, tener la capacidad de que las ruedas estén el mayor tiempo posible en contacto con el suelo para no perder el control del vehículo, su mantenimiento deberá de ser sencillo y el reemplazo de las piezas deberá ser rápido y utilizando pocas herramientas.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una suspensión delantera que sea de fácil mantenimiento, bajos costos y una alta funcionalidad.
- 2) Realizar una investigación y selección del mecanismo más apropiado para la suspensión delantera.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora).
- 4) Realizar análisis en programas de elemento finito de la resistencia bajo impactos en los brazos de la suspensión.
- 5) Realizar un análisis de la trayectoria de la suspensión.
- 6) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 7) Dirigir y participar en la construcción de la suspensión delantera.
- 8) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de la suspensión delantera (Español e Inglés).
- 9) Realizar el reporte de costos del sistema de la suspensión delantera.



Figura 2.2 Suspensión Delantera

2.2.4 Organización del sistema de suspensión trasera

La suspensión trasera es muy importante, ya que interactúa con el sistema de la transmisión, el tren motriz y el freno, por lo que se deben de evitar todas las vibraciones no deseadas que pudieran dañar al sistema de la transmisión y tren motriz.

La suspensión trasera (de igual forma que la delantera) debe proveer de un recorrido vertical, de tal forma que las ruedas sigan la trayectoria de un camino irregular, aislando el chasis de los obstáculos del terreno evitando vibraciones con variaciones de carga mínima, para evitar fuerzas de tracción en la flecha que pudieran causar una falla. Además debe reaccionar a las fuerzas de control producidas por las ruedas: fuerzas longitudinales (fuerza de aceleración y frenado) así como fuerzas laterales (fuerzas centrifugas).

En el sistema de suspensión trasera se deberán considerar varios factores al diseñar como son el tener un largo recorrido de los brazos para poder evitar obstáculos en el terreno, tener la capacidad de que las ruedas estén el mayor tiempo posible en contacto con el suelo para no perder la tracción de las ruedas del vehículo, su mantenimiento deberá de ser sencillo y el reemplazo de las piezas deberá ser rápido y utilizando pocas herramientas.

Finalmente se debe de diseñar un acoplamiento funcional y práctico con el sistema de transmisión, de tal forma que los dos sistemas no interfieran uno con el otro y que ambos saquen el mayor rendimiento con respecto a su función y eficiencia.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una suspensión trasera que sea de fácil mantenimiento, bajos costos y una alta funcionalidad.
- 2) Realizar una investigación y selección del mecanismo más apropiado para la suspensión trasera.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora).

- 4) Realizar análisis en programas de elemento finito de la resistencia bajo impactos en los brazos de la suspensión.
- 5) Realizar un análisis geométrico del recorrido de la trayectoria de la suspensión.
- 6) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 7) Dirigir y participar en la construcción de la suspensión trasera.
- 8) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de la suspensión trasera (Español e Inglés).
- 9) Realizar el reporte de costos del sistema de la suspensión trasera.

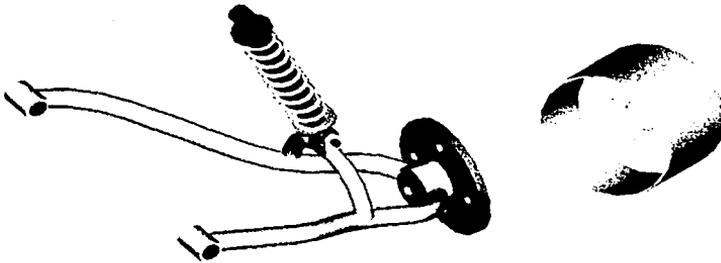


Figura 2.3 Suspensión Trasera

2.2.5 Organización del sistema de dirección

La dirección es un sistema que tiene la finalidad de controlar y dar una dirección a la trayectoria del vehículo. Debido a la fricción existente entre la superficie del terreno y las ruedas del vehículo, es posible aplicar una fuerza desde el interior del vehículo produciendo una fuerza en el área de contacto entre el terreno y la rueda de afuera hacia adentro produciendo el cambio de dirección en el movimiento del Mini Baja.

Al diseñar la dirección se deben de considerar diferentes aspectos como: un sistema que sea fácil de instalar y desmontar, tanto para mantenimiento como para cambiar

piezas de repuesto, la fabricación debe ser hecha con materiales resistentes al desgaste, como en el caso de la caja de la dirección, tratando de mantener el peso tan bajo como sea posible, se debe estudiar la posición del volante, debido a que el piloto pasará 4 horas o más y una posición forzada en las muñecas del piloto causará que éste se cansa muy pronto, bajando el rendimiento del vehículo en la competencia. Otro aspecto importante es el adecuar piezas comerciales en la dirección (como rótulas y brazos de la dirección) con el fin de abaratar los costos de producción.

Así mismo, hay que tomar en cuenta que el Mini Baja se controlará bajo condiciones bastante especiales de terreno que pueden ser lodo, e inclusive nieve. Bajo estas condiciones la dirección se puede ensuciar e inclusive atascar muy fácilmente, por lo que se debe contemplar la manera de sellar la caja de la dirección de una manera efectiva. El diseño debe considerar el tener una respuesta rápida de la dirección (dada por la relación entre el giro del volante con respecto al giro de las ruedas) y al mismo tiempo el evitar que cada impacto en las ruedas se traduzca en giros indeseados en el volante que hagan perder el control del vehículo.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una dirección que sea de fácil mantenimiento, bajos costos y con un alto desempeño.
- 2) Realizar una investigación y selección del mecanismo más apropiado para la dirección.
- 3) Diseñar el volante de tal forma que sea desmontable, o que no obstaculice el escape del piloto de la cabina.
- 4) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora) de todas las piezas, ya sea fabricadas o compradas.
- 5) Realizar un estudio ergonómico sobre la posición del volante.
- 6) Realizar análisis en programas de elemento finito de la resistencia de la dirección.
- 7) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 8) Dirigir y participar en la construcción de la dirección.
- 9) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de la dirección (Español e Inglés).

10) Realizar el reporte de costos del sistema de la dirección.

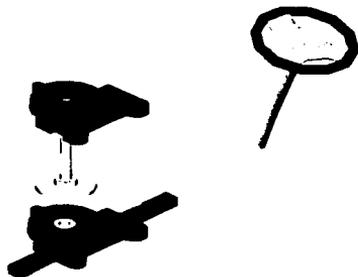


Figura 2.4 Sistema de Dirección

2.2.6 Organización del sistema de motor, transmisión y tren motriz

A pesar de que no se pueden realizar modificaciones al motor, el diseño de la transmisión y el tren motriz es muy interesante e importante para el desempeño del vehículo Mini Baja. El objetivo es muy claro: sacar el mayor provecho de potencia al motor de tal forma que el vehículo pueda acelerar muy rápido, alcanzar la mayor velocidad en el menor tiempo posible, sin sacrificar la potencia y torque necesario para que suba cualquier tipo de pendiente

El diseño de la transmisión y el tren motriz deben de considerar los siguientes aspectos: el sistema debe ser simple y de fácil mantenimiento tratando de mantener el menor número de piezas posibles, el ensamble deberá ser rápido y sencillo, se debe considerar una alta resistencia a la fatiga y al desgaste, debido al uso rudo y pesado, además también hay que considerar una resistencia a la corrosión y protección de elementos y sustancias que pudieran dañar al sistema, como nieve, piedras, lodo, ambiente marino, etc., y finalmente es muy importante tratar de mantener lo más bajo posible el peso del sistema. Es importante el uso de piezas comerciales donde sea posible, para abaratar los costos de producción.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una transmisión y tren motriz que sea de fácil mantenimiento, bajos costos y con un alto desempeño.
- 2) Investigar y seleccionar los sistemas y mecanismos más apropiados para la transmisión y tren motriz.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora) de todas las piezas, ya sea fabricadas o compradas.
- 4) Realizar análisis en programas de elemento finito de la resistencia de la transmisión y las piezas del tren motriz, así como los cálculos de la relación de las velocidades y torques tanto a la salida del motor a través de cada parte del tren motriz hasta obtener la relación final de ambos valores en las ruedas.
- 5) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 6) Dirigir y participar en la construcción de la transmisión, y tren motriz.
- 7) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de la transmisión y tren motriz (Español e Inglés).
- 8) Realizar el reporte de costos del sistema de la transmisión y tren motriz.

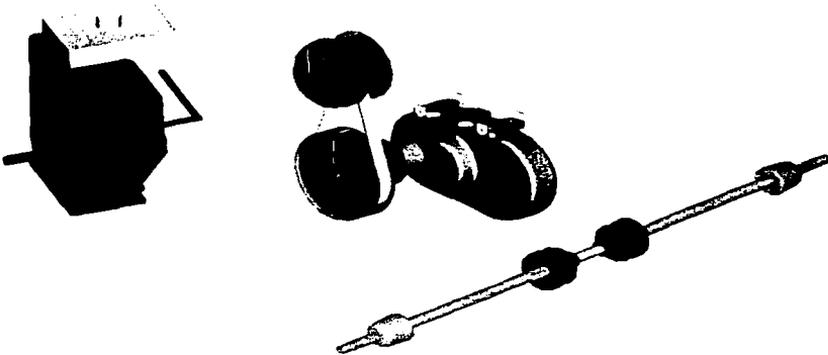


Figura 2.5 Sistema de Transmisión y tren motriz

2.2.7 Organización del sistema de frenos

El sistema de Frenos tiene la finalidad de reducir la velocidad o bien, de detener el vehículo Mini Baja. El sistema de frenos debe ser operado por el pié por medio de un pedal, que dependiendo del sistema escogido, puede transmitir dicha fuerza por medios mecánicos, hidráulicos o eléctricos a un mecanismo que detenga las flechas de potencia de salida a las ruedas.

El sistema de frenos, es muy importante, ya que es un sistema de seguridad del vehículo, y bajo ninguna circunstancia debe fallar. Para el diseño y selección del tipo de frenos se deberán tomar las siguientes consideraciones: el ensamble del sistema debe ser sencillo, deberá de ser de fácil mantenimiento, el lodo, la nieve, agua, etc. no deberán de disminuir la efectividad del frenado, las ruedas que transmiten la potencia deberán de bloquearse a máxima velocidad, el peso del sistema deberá de ser el menor posible y las piezas que sean comerciales deberán de ser lo menos costosas posibles.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar un sistema de frenos que sea de fácil mantenimiento, bajos costos y con un alto desempeño de frenado.
- 2) Realizar una investigación y selección del mecanismo más apropiado para el freno.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora) de todas las piezas, ya sea fabricadas o compradas.
- 4) Realizar un análisis con los cálculos necesarios para bloquear las ruedas a velocidad máxima.
- 5) Realizar los planos de cada una de las piezas (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 6) Dirigir y participar en la construcción del sistema de frenos.
- 7) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema de frenos (Español e Inglés).
- 8) Realizar el reporte de costos del sistema de frenos.

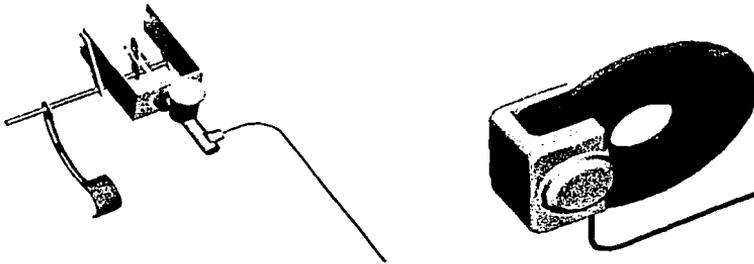


Figura 2.6 sistema de Frenos

2.2.8 Organización del sistema de carrocería

La carrocería juega un papel muy importante en el vehículo Mini Baja. No sólo es la parte exterior del vehículo, sino que es también la presentación del mismo ante los clientes.

Una carrocería bien diseñada protege al conductor y a los demás sistemas de cualquier objeto que pudiera introducirse como son piedras, ramas, rocas, etc. Al ser un complemento de la estructura, también tiene la función de absorber parte de la energía presente en los impactos y si se llega a romper deberá de hacerlos de tal forma que los fragmentos no lastimen al conductor.

El diseño de la carrocería debe de considerar además la imagen que se le quiera presentar al cliente. Los acabados deben de ser de primera calidad y con colores llamativos, que despierten el interés de los entusiastas aventureros del off-road.

El peso es un factor muy importante que debe de tomarse en cuenta, debido a la cantidad de piezas que conforman este sistema. Se debe realizar una adecuada

selección del material de la carrocería que se de bajo peso, resistente a los impactos, que sea fácil de trabajar, y que no sea costoso. Otro aspecto es la colocación de los paneles o piezas de la carrocería sobre el vehículo. Debido a que el Mini Baja estará expuesto a un terreno difícil, las piezas deberán estar firmemente sujetas, para que no se suelten o se caigan ante el continuo golpeteo con el terreno, las vibraciones del vehículo, o los golpes con obstáculos como piedras, ramas etc., sin embargo, deberán estar diseñadas para que el poner o quitar las piezas sea rápido, para tener acceso inmediato a los diferentes sistemas que conforman el vehículo.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar una carrocería que sea ligera, resistente a impactos, resistente a diferentes sustancias como agua, lodo, nieve, arena, etc., resistente a la corrosión, con un atractivo aspecto con bajos costos de producción y de fácil mantenimiento.
- 2) Realizar una investigación y una adecuada selección de materiales.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora) de todas las piezas, ya sea fabricadas o compradas.
- 4) Realizar los planos de cada una de las piezas de la carrocería (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 5) Dirigir y participar en la construcción de la carrocería.
- 6) Realizar el reporte de diseño sobre la carrocería (Español e Inglés).
- 7) Realizar el reporte de costos de la carrocería.

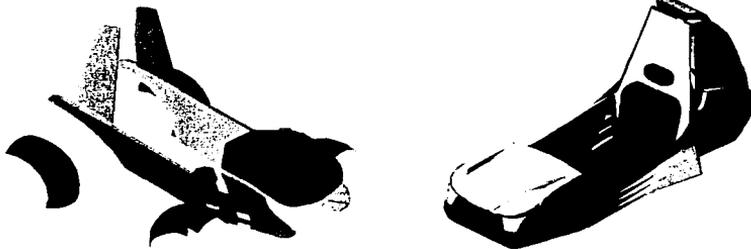


Figura 2.7 Sistema de Carrocería

2.2.9 Organización del sistema eléctrico

Gracias al sistema eléctrico dos sistemas de seguridad funcionan: el sistema de corte de emergencia del motor ("Kill Switch"), y el sistema de luces de freno. Estos dos circuitos eléctricos son obligatorios para el vehículo, por lo que su diseño debe cumplir con las especificaciones presentadas en el reglamento.

Para el caso del sistema de corte de energía, éste debe de contar con dos botones localizados en la cabina, que al accionarlos conecten a tierra el motor apagándolo, mientras que en el sistema de luces de freno éstas se deberán encender al accionar el pedal del freno, con luces de especificación SAE.

Adicionalmente se pueden añadir otros circuitos que no son obligatorios pero sí importantes. Uno es el velocímetro, y el otro es un sistema que detecte cuando quede poca gasolina. Estos datos son muy importantes para el desempeño y la estrategia de la competencia. También se podrá diseñar el circuito eléctrico de luces frontales si es necesario.

El diseño debe contemplar la resistencia de los circuitos eléctricos resistentes a ambientes corrosivos, se deben de evitar posibles cortos circuitos, y métodos de sujeción fijos, para evitar que los cables se enreden con otros sistemas.

El responsable de este sistema, debe:

- 1) Diseñar un circuito eléctrico para el corte de energía del motor, un circuito para el velocímetro, un circuito para las luces de freno y un circuito con un dispositivo para medir la cantidad de gasolina en el tanque.
- 2) Realizar una investigación y una adecuada selección del tipo de sensores a utilizar en los circuitos.
- 3) Realizar el diseño en un programa CAD (Diseño Asistido por Computadora) de las piezas fabricadas.

- 4) Realizar los planos de cada una de las piezas de los diferentes circuitos eléctricos (planos de fabricación, ensamble y conjunto).
- 5) Dirigir y participar en la instalación eléctrica.
- 6) Realizar el reporte de diseño sobre el sistema eléctrico (Español e Inglés).
- 7) Realizar el reporte de costos del sistema eléctrico.

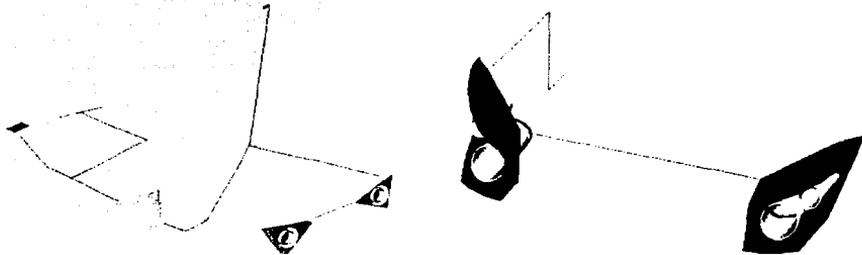


Figura 2.8 Sistema Eléctrico

2.3 Aporte del proyecto Mini Baja a la formación del ingeniero

La importancia de un proyecto universitario, radica no sólo en la obtención de nueva información, o la aplicación de lo visto en las aulas, sino en la aportación que éste da a la formación del estudiante. El proyecto Minibaja, bajo esta perspectiva, cumple un principio básico que es el apoyo de la formación del estudiante de ingeniería, no sólo en el área mecánica, sino a otras áreas de la ingeniería e inclusive a carreras de otras facultades (debido a la magnitud del proyecto).

En el área de la Ingeniería, el proyecto aporta a la formación universitaria tres principales aspectos que son: el técnico, el práctico, y el profesional.

Aporte Técnico Es el primer aporte del proyecto a la formación del Ingeniero. Desde los primeros semestres de la carrera de Ingeniería, en Ciencias Básicas, se adquiere una gran cantidad de conocimientos principalmente de matemáticas, las cuáles resultan muy teóricas. El proyecto ayuda a completar esta formación al dar la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos de estática, dinámica, cálculo, utilizar la teoría como herramienta para resolver problemas que van desde lo más sencillo como el encontrar pendientes para localizar puntos hasta otros mucho más complicados, como el cálculo dinámico de la suspensión.

Conforme se va avanzando en los semestres, la aplicación de la teoría se vuelve mucho más complicada, sin embargo, se cuentan con herramientas más poderosas, a través de software especializado. Al poder utilizar la computadora se pueden obtener resultados más fiables y mucho más rápido de análisis complejos como los del análisis Finito. En el proyecto se tiene la oportunidad de aprender a utilizar estos programas, sin embargo, hay que dejar en claro que los programas, no diseñan ni resuelven todo por sí solas, son simplemente herramientas de trabajo y hay que tener una base sólida de la teoría al tomar decisiones y criterios al utilizar los programas de análisis así como al introducir la información correcta para obtener los resultados correctos. El tener este aprendizaje y experiencia es muy importante para el desarrollo de la vida profesional, porque permite aprender y utilizar las herramientas tecnológicas (cada vez más usadas en la industria) para lograr mejores y más rápidos resultados.

Muchas veces, al aplicar la teoría a problemas prácticos, se encuentra que es mucho más difícil de resolverlos debido a la cantidad de variables o falta de información, razón por la cual hay que considerar ciertos criterios y consideraciones para poderlos resolver de una manera práctica y confiable. La decisión de aplicar estos criterios se va adquiriendo poco a poco en el proyecto, con la experiencia apoyada en la teoría, por lo que el estudiante va adquiriendo una mayor confianza al tomar decisiones, que afectarán directamente al resultado. La adquisición de esta experiencia y confianza al resolver problemas en el proyecto Mini Baja, le servirá no sólo para obtener buenos resultados en el mismo, sino también para el resto del desarrollo de la vida profesional.

Aporte práctico En el proyecto Mini Baja se tiene la necesidad de construir un prototipo. Esto requiere tener los conocimientos de los diferentes materiales, procesos de corte y conformado, para la realización de las piezas y partes necesarias para el prototipo. Estos conocimientos se adquieren en las clases, pero con ayuda de una práctica continua de trabajar los materiales para conformarlos, cortarlos, maquinarlos, fundirlos, etc. se logra obtener las piezas con una mejor calidad. Sin embargo, la finalidad del proyecto (y del Ingeniero) en sí no es el de ser un experto en el manejo de las maquinas, sino el de conocer muy bien las ventajas y desventajas de cada proceso para poder decidir cuál es el proceso que más conviene para cada pieza considerando el costo, el tiempo, la resistencia, los acabados, la energía empleada, etc. Este aporte es muy importante, ya que con la experiencia adquirida en el proyecto Mini Baja, el estudiante podrá desenvolverse mejor en la vida profesional, al tener conocimiento de los problemas que se podrían presentar con cada proceso, eficientando las decisiones y los resultados de la industria.

Un problema bastante frecuente que se presenta en el diseño y la construcción, es que al tener que construir una pieza, el diseño resulta muy complejo, inadecuado al espacio, o simplemente no se puede hacer por lo costoso que podría ser. Una manera de resolver estos problemas, es que durante el proceso del diseño, se vaya diseñando teniendo en cuenta los diferentes procesos, de tal forma que desde un principio se tenga una idea completa de cómo construirse la pieza. Esto sólo se pudo realizar cuando se tiene una previa experiencia y conocimiento de los diferentes procesos, por lo que el estudiante adquiere esta experiencia básica en el proyecto Mini Baja, y no tendrá que esperarse a trabajar en la industria para darse cuenta de ello.

Aporte profesional Este es quizás el mayor aporte que realiza el proyecto Mini Baja a la formación del estudiante. Desafortunadamente, no existen suficientes proyectos ni programas que integren al ámbito profesional con la facultad a un nivel estudiantil desde los primeros semestres. En este sentido, el proyecto Mini Baja incentiva y apoya a los estudiantes a relacionarse con el medio profesional, en diferentes aspectos.

Un objetivo del proyecto es el de poder obtener recursos suficientes para poder financiar el proyecto. Una manera de lograrlo es por medio de apoyos y patrocinios, por lo que el estudiante aprende a realizar carpetas de presentación del proyecto, anteproyectos, estimaciones de costos, buscar y concertar citas con las diferentes empresas (no necesariamente con el ramo automotriz) para poder presentar el proyecto, etc. Este es un aprendizaje que no se enseña en las aulas y es complicado, sin embargo, se va aprendiendo con la práctica, y conforme se va adquiriendo más experiencia, se pueden obtener mejores resultados. El ir a las empresas en busca de un apoyo, sirve al estudiante para saber qué es lo que les interesa, ayuda a tener un panorama mucho más amplio de las diferencias y enfoques de las empresas, para posteriormente ofrecer lo que más le convenga a cada una, así como realizar los reportes y carpetas con la redacción adecuada. Esta experiencia le será muy útil en la vida profesional, debido a que sabrá de antemano como deberá desenvolverse como Ingeniero en la industria.

Otro aspecto muy importante es el de aprender a organizarse para trabajar en equipo en pro de una causa común. El proyecto Mini Baja está conformado por un gran número de estudiantes, los cuáles tienen diferentes responsabilidades, y los cuáles deberán de integrarse de la mejor manera para evitar problemas o retrasos. Sin embargo, al ser un gran número de personas, generalmente hay diferencias, y se debe de aprender a analizar, negociar y escoger la opción que convenga mejor, por lo que una buena comunicación es necesaria. Esta experiencia de trabajo en equipo, de conciencia de responsabilidades, liderazgo, respeto y de ayuda mutua entre los integrantes, es parte de la formación que ayuda el proyecto Mini Baja a el futuro Ingeniero. Cuando éste llegue a la vida profesional podrá aplicar todas estas experiencias y sacar mucho más provecho en el trabajo.

Cuando se realiza la competencia en el extranjero, se obtienen muchos aprendizajes y experiencias que es imposible de obtener en las aulas. Esta oportunidad es única que proporciona el proyecto Mini Baja a la formación del ingeniero. Los estudiantes de Ingeniería, al competir en un evento internacional con universidades de un muy alto nivel, pueden compartir, ganar conocimientos y experiencias así como de una

conciencia en cuanto a las diferencias y la competitividad con respecto a otros países, que lo ayudarán a un mejor desempeño en la vida profesional.

La participación en estos eventos implica un arduo trabajo, que incluye el realizar reportes en inglés, con un nivel competitivo, aprender a leer las reglas y especificaciones para no caer en penalizaciones, o descalificaciones, trabajar organizadamente para tener listo el vehículo y realizar pruebas, tener un buen plan de trabajo, según el presupuesto para sacar todo el provecho a los recursos, realizar las presentaciones de ventas con una gran calidad y creatividad para poder ser competitivos, así como aprender a controlar los nervios son solo algunos de los aspectos en los que el proyecto proporciona para la formación del estudiante.

En suma, el proyecto Mini Baja da la oportunidad de obtener un número muy grande de experiencias que sin duda alguna ayudarán a la formación del Ingeniero, que muy difícilmente podría adquirir únicamente en las aulas. Estas experiencias no son mas que una parte que complementa en gran medida la formación integral del Ingeniero, para que pueda tener un mejor desempeño como persona y como Ingeniero en la sociedad.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN PROTOTIPO MINI BAJA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1 El diseño de la estructura

Para tener un buen control del vehículo, se requiere de una estructura con una rigidez adecuada. La estructura del vehículo debe ser lo suficientemente rígida para soportar las cargas de flexión y torsión a las que estará sometido. Aún cuando el chasis o la estructura con barra antivuelco tengan una imagen muy sólida, se debe de analizar minuciosamente que las barras o tubos tengan una orientación y unión adecuada, para garantizar la rigidez.

3.1.1 Principios básicos de la estructura

Antes de empezar el proceso de diseño de la estructura, es importante conocer que tipo de figuras son rígidas. La forma geometría básica para construir estructuras es el triángulo, debido a que al aplicarle una carga lateral, sus lados no cambiarán mucho de dimensiones, a menos que se presente una fractura:

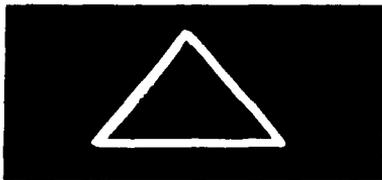


Figura 3.1 "Geometría triangular"

En cambio una figura cuadrada tiene en contraste una rigidez estructural muy baja, ya que aún con cargas muy pequeñas en una de sus esquinas sufre una deformación:

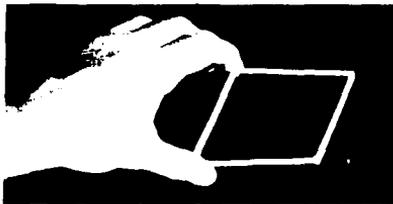


Figura 3.2 "Geometría cuadrada"

Esto se puede solucionar al colocar un elemento diagonal dentro del cuadrado, dividiendo al cuadrado en dos triángulos, por lo que una figura que era débil se convierte en una figura rígida:



Figura 3.3 "Geometría cuadrada con barra diagonal"

Al colocar una pared delgada de metal a una estructura con forma rectangular o cuadrada, se produce el mismo efecto que si se colocara la barra diagonal, dándole rigidez a la estructura. Ésta se llama placa de corte, y es muy útil en vehículos de carreras, debido a que pueden funcionar además como pisos, pared de fuego, mamparos, etc., eliminando al mismo tiempo el peso y la complejidad de tubos diagonales: [ADAMS, Herb. *Chassis Engineering*. 2000, pp 85-88]



Figura 3.4 "Geometría cuadrada con placa"

3.1.2 Resistencia vs. Rigidez

El diseñar una estructura rígida es una de las aplicaciones principales de los principios de diseño de las estructuras. Debido a que la mayor parte de las cargas que actúan en

el vehículo son en la suspensión delantera y trasera, la rigidez entre estos dos puntos es la más importante. Aquí hay que diferenciar la rigidez de la resistencia. La rigidez se refiere a qué tanto se dobla un elemento al aplicársele una carga, mientras que la resistencia se refiere a qué tanta carga puede soportar un elemento sin romperse.

La rigidez está dada por: EI [N m²] (1)

donde: E Módulo de Young o módulo de elasticidad [N/m²], [Pa]

I Momento de Inercia [m⁴]

La resistencia está dada por: $\sigma_y = |M_{max}| c / I$ [N/m²] (2)

donde: σ_y Resistencia a la fluencia [N/m²], [Pa]

$|M_{max}|$ Valor absoluto del momento flector máximo [N m]

c La distancia del eje neutral a la fibra externa [m]

I Momento de inercia [m⁴]

Aunque estos dos factores están relacionados, no es lo mismo, ya que se puede tener una estructura que sea resistente pero no rígido. Por ejemplo, un vehículo podría recorrer 100,000 km., y si la estructura no tuviera ninguna grieta, ésta se consideraría que fuera suficientemente resistente, pero sería muy posible que en cada vuelta el mismo cuadro se flexionara y doblara, por lo que no sería lo suficientemente rígida.

Existen dos tipos de rigidez en la estructura: rigidez a la flexión y rigidez a la torsión:

Rigidez a la Flexión: La rigidez a la flexión se refiere a qué tanta flexión tendrá una barra apoyada en dos extremos bajo la acción de una carga en el centro de ésta (Fig. 3.5). El peso de la transmisión, el motor, el piloto, la dirección, etc. son cargas que contribuyen a la flexión de la estructura.

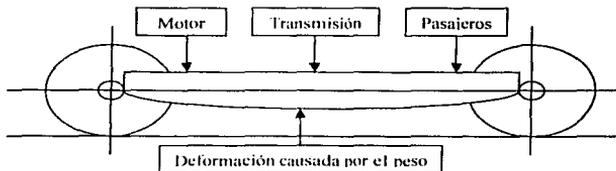


Figura 3.5 "Rigidez a la Flexión"

Rigidez torsional: La rigidez a la torsión se refiere a qué tanto se flexionará la estructura cuando se le aplica una carga al estar una rueda delantera arriba, la otra rueda delantera abajo, y las dos ruedas traseras sostenidas a nivel (Fig. 3.6). Esta situación se aplica en cada esquina del camino, por lo que es muy importante para el control del vehículo. [ADAMS, Herb. *Chassis Engineering*. 2000, pp 87-88]

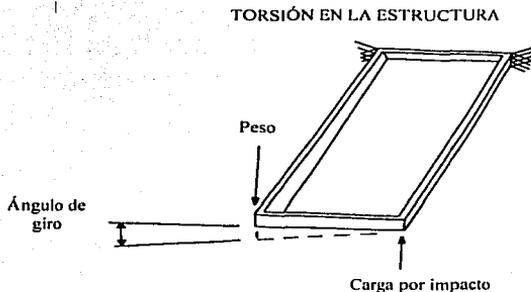


Figura 3.6 "Deformación debido a la torsión"

3.1.3 Tipos de estructuras

Existen tres tipos generales de estructuras: Integrales, Semi-integrales y de caja.

Estructuras Integrales. Cada elemento del chasis están unidos unos con los otros para formar una estructura íntegra. Las fuerza se distribuyen en todos los elementos que la conforman.

Estructuras Semi-integrales. Existe un cuadro o estructura especial aparte del chasis principal, unida a éste. Las fuerzas se distribuyen en ambos cuadros.

Estructuras de caja. En estas estructuras existe una caja o columna que soporta la torsión y las cargas de flexión aparte del resto del chasis.

A continuación se presenta una clasificación más detallada sobre las estructuras, las cuáles pertenecen a una de las tres anteriores:

Estructura tipo "Escalera" (estructura integral)

Estas estructuras consisten en un par de rieles los cuales están unidos por medio de dos o más miembros transversales (Fig. 3.7) y lleva el nombre de "escalera" debido a su similitud. Estas fueron muy usadas en los primeros autos debido a la simplicidad en la construcción y a la buena rigidez a la flexión, sin embargo tienen muy poca rigidez a la torsión, causando grietas y tronidos en los

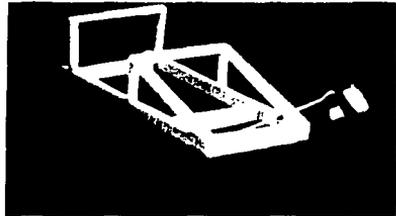


Figura 3.7 "Estructura tipo Escalera"

vehículos, así como transmisión de vibraciones en la cabina. Esto se solucionó parcialmente al agregarle láminas de acero y unir los elementos, pero en vehículos cuya carrocería es de fibra de vidrio, siendo la rigidez de ésta muy baja. Los vehículos convertibles con estructuras de este tipo tienen una rigidez a la torsión muy pobre, debido a que no tienen una estructura en el techo que ayude a la rigidez. Entre los carros que utilizan estas estructuras se encuentran los Cobras, los Corvettes y muchos otros de producción antigua.

Estructura tipo "Escalera con pared antivuelco" (estructura integral, semi-integral)

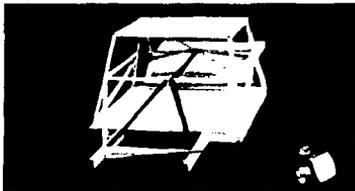


Figura 3.8 "Estructura tipo escalera con pared antivuelco"

El nombre proviene de la protección que provee esta pared al volcarse el vehículo. Al añadir una pared antivuelco las estructuras tipo "escalera" aumentan su rigidez (Fig. 3.8). Sin embargo, esto no siempre sucede así. A menos que la pared antivuelco esté diseñada bajo los principios geométricos estructurales en los lugares adecuados y con los materiales apropiados, se

puede encontrar que es posible aumentar en una gran magnitud la rigidez estructural de una estructura de "escalera" simple.

Estructura tipo "Mamparo" (estructura integral)

Una manera para aumentar la rigidez estructural es el colocar "mamparos" al frente y detrás del pasajero (Fig. 3.9). Para que la pared antivuelco y los miembros laterales sean más efectivos éstos tienen que ser montados sobre miembros rígidos. Los mamparos frontales y traseros ofrecen esta sólida base. Éstos pueden ser fabricados con elementos tubulares cuadrados o rectangulares y luego unidos y triangulados entre sí. Este tipo de construcción ofrece una resistencia lateral muy grande mientras que provee de una excelente base para que los tubos de la pared antivuelco sean montados. La desventaja de esta estructura es el peso debido a los mamparos.

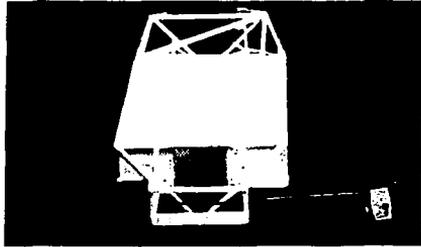


Figura 3.9 "Estructura tipo mamparo"

Estructura tipo "Raquis" (estructura de caja)

Un tipo de estructura que proporciona una solución práctica para la rigidez torsional es la estructura tipo "Raquis" (Fig. 3.10). El nombre proviene de la columna vertebral conocida también como Raquis. El diseño de esta estructura es práctico para dos o cuatro pasajeros debido a que la columna pasa por el centro de la estructura y puede ser utilizada como una consola. Esta columna o túnel es la que provee de una alta rigidez torsional. Esta estructura puede ser hasta 6 veces más rígida torsionalmente que una de tipo "escalera", y puede ser construida de lámina con la forma adecuada, de una larga pieza de tubo o de una colección de tubos con un arreglo apropiado. [ADAMS, Herb. *Chassis Engineering*. 2000, pp 89-92]

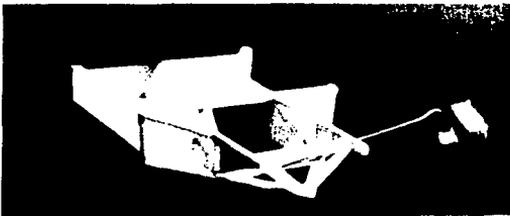


Figura 3.10 "Estructura tipo raquis"

3.1.4 Características de estructuras anteriores

Desde 1999 se han diseñado 4 nuevas estructuras que han marcado una clara diferencia con sus competidores, ya que comparten un mismo proceso de diseño al combinar el diseño tradicional con modernas herramientas de computación. Éste proceso de diseño a dado grandes resultados, ya que no sólo se han cumplido los objetivos de obtener una estructura de bajos costos, bajo peso, espacio interior cómodo, diseño atractivo al cliente, una alta rigidez y sobretodo garantizar la seguridad del piloto, sino que han contribuido en gran medida a obtener muy buenos lugares en el evento de diseño obteniendo premios.

El tipo de estructura usado en estos modelos corresponde a la de "Escalera con pared antivuelco" debido a haber pasado por una evaluación y selección de entre los diferentes tipos de estructuras. Entre los diferentes factores que intervinieron en esta selección fueron la rigidez, la facilidad de construcción, y el peso, entre otras. Todas las estructuras pasaron por esta selección, sin embargo no todas tuvieron los mismos criterios, debido a que conforme fueron avanzando se les fueron realizando más análisis (rigidez a la flexión, rigidez torsional, etc.) y debido a las nuevas especificaciones en el reglamento que aparecieron año con año.

A pesar de que las estructuras son muy parecidas, cada una tiene cambios importantes con respecto a la anterior, obedeciendo principalmente a la experiencia obtenida en las competencias, al rendimiento logrado, a los cambios en las especificaciones de seguridad del reglamento así como a aspectos de producción y construcción de la misma. Todas las estructuras siguen una tendencia de diseño estético clara, y cada una aporta nuevas experiencias e ideas para el diseño de la siguiente estructura, la cuál aunque sea parecida, siempre tendrá mejoras para lograr obtener la mejor estructura.

Estructura OLLIN (1999):

Tubo	material:	Acero estructural SAE 1018
	ϕ_{exterior} :	25.4 mm
	Calibre	13 (e =2.30 mm)
	E:	205 GPa
	σ_y :	370 MPa
	I:	$1.124 \times 10^{-8} \text{ m}^4$
	c:	12.7 mm
Peso:		32 KG
Soldadura:		MIG
Software:	CAD:	Solid Works
	FEA:	ALGOR 11
Otros:		Primer diseño completo en CAD del prototipo

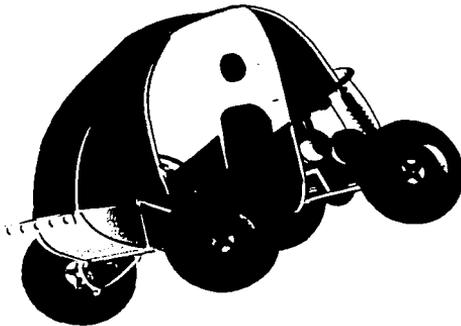


Figura 3.11 "Ollin"

Estructura TOSHKKA (2001)

Tubo:	material:	Acero estructural SAE 1018
	ϕ_{exterior} :	25.4 mm
	Calibre	13 (e =2.30 mm)
	E:	205 GPa
	σ_y :	370 MPa
	I:	$1.124 \times 10^{-8} \text{ m}^4$
	c:	12.7 mm
Peso:		33 KG
Soldadura:		MIG
Software:	CAD:	Mechanical Desktop 3.1
	FEA:	ALGOR 11

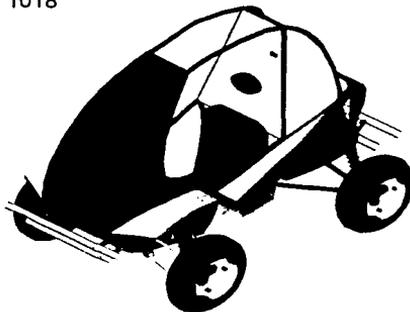


Figura 3.12 "Toshka"

Estructura SKORPPIO (2002)

Tubo	material:	Acero estructural SAE 1018
	ϕ_{exterior} :	25.4 mm
	Calibre	13 (e = 2.30 mm)
	E:	205 GPa
	σ_y :	370 MPa
	I:	$1.124 \times 10^{-8} \text{ m}^4$
	c:	12.7 mm

Peso: 30 KG

Soldadura: MIG

Software

CAD: Mechanical Desktop 3.1

FEA: ALGOR 12.04

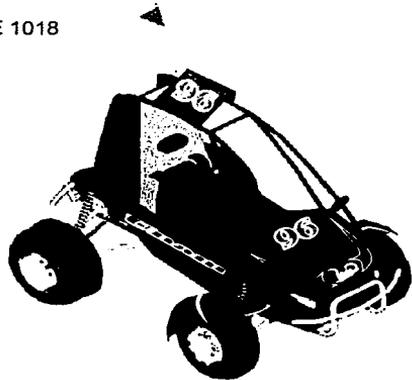


Figura 3.13 "Skorpio"

Estructura HASPEED (2003)

Tubo	material:	Acero estructural SAE 1018
	ϕ_{exterior} :	26.7 mm
	Calibre	cédula 40 (e = 2.87 mm)
	E:	205 GPa
	σ_y :	370 MPa
	I:	$1.547 \times 10^{-8} \text{ m}^4$
	c:	13.35 mm

Peso: 36 KG

Soldadura: MIG

Software

CAD: Mechanical Desktop 6

FEA: ALGOR 12.04

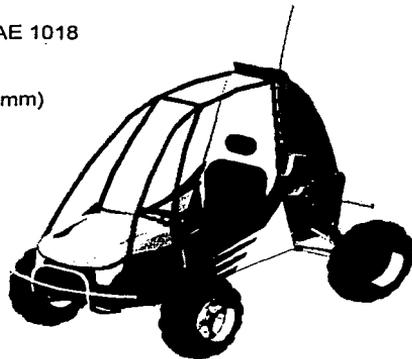


Figura 3.14 "Haspeed"

3.1.5 Necesidad

Se debe diseñar una estructura que cumpla con todos los requerimientos mínimos de seguridad, así como especificaciones del reglamento, para proteger al piloto, y conjuntar todos los sistemas del vehículo. Para lograr esto, se debe de seleccionar la geometría adecuada de los elementos estructurales, así como el material adecuado, para obtener los resultados deseados.

3.1.6 Requerimientos de la estructura

- a) Alta seguridad contra impactos.
- b) Estructuras que no contengan acero están prohibidas.
- c) Bajo Costo.
- d) Fácil Mantenimiento.
- e) Fácil acceso.
- f) Piso de metal o de plástico.
- g) Recubrimiento de material suave en la cabina.
- h) Protección para las piernas contra partes móviles como la suspensión y la dirección.
- i) Cinturones de seguridad de 4 puntos.
- j) Base para el extintor.
- k) Instalación de interruptores de apagado.
- l) Comodidad
- m) Estético

3.1.7 Especificaciones de la estructura

Especificaciones generales:

Largo máximo:	152.4 cm (60 in)
Ancho máximo:	243.84 cm (96 in)
Peso máximo:	35 kg

Tiempo máximo de salida del piloto:	5 seg
Diámetro de agujeros de inspección:	4.5 mm (0.18 in)
Espesor de descanso de cabeza:	25.4 mm (1 in)

Especificaciones del tubo y lámina:

Contenido de carbón mínimo en tubos:	0.18 %
Diámetro de tubo mínimo:	25.4 mm (1 in)
Espesor de tubo mínimo:	2.1082 mm (0.083in)
Espesor mínimo de lámina de pared de fuego:	0.508 mm (0.020 in)

Especificaciones de resistencia y rigidez:

El mínimo:	2162.11 N*m ²
σ_y/c mínimo:	307.27 N*m
Rígidez torsional mínima:	13992.61 N*m/grado

Especificaciones de distancias para la cabina (Especificadas por el reglamento Mini Baja 2004):

RRH: Los RRH son miembros que forman la pared antivuelco (Fig. 3.15). Deben unir los elementos inferiores (A_i y A_r) con el elemento superior en los puntos de intersección B_i y B_r . Estos puntos de unión pueden tener un dobles con un radio máximo de a 127 mm (5in). La inclinación con respecto a la vertical de la pared debe ser menor a 20°, y puede estar conformado por dos planos.

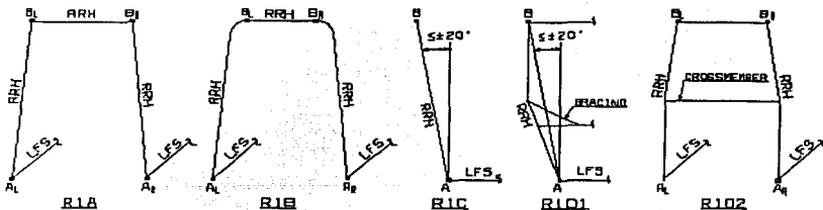
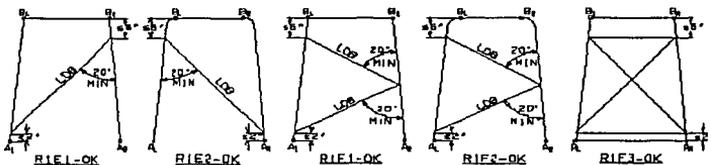


Figura 3.15 "RRH"

LDB: Son los elementos que conforman las barras antivuelco. Son diagonales que le proporcionan la rigidez necesaria a la pared antivuelco (Fig. 3.16). Estos deben unirse a la vertical en RRRH con una distancia máxima de 127 mm (5in) y unirse en un punto máximo sobre A_r o A_l. El ángulo entre la vertical de RRRH y el LDB debe ser mayor a 20°. Si es necesario puede consistir en 2 o más diagonales.

SI Cumplen las especificaciones



NO Cumplen las especificaciones

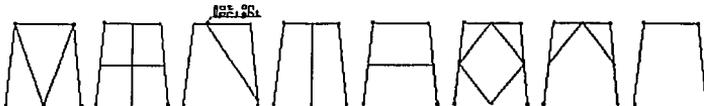


Figura 3.16 "LDB"

RHO: Estos elementos deben de unir a los RRRH con una distancia máxima vertical o lateral de 50.8 mm (2 in) de los puntos B a los puntos C (Fig. 3.17). Los RHO deben tener una distancia mínima de 1041.4 mm (41in) sobre el asiento y los puntos C deben estar como mínimo a una distancia de 304.8 mm (12 in) del respaldo del asiento. Los puntos C_r y C_l deben estar unidas por miembros laterales (LC).

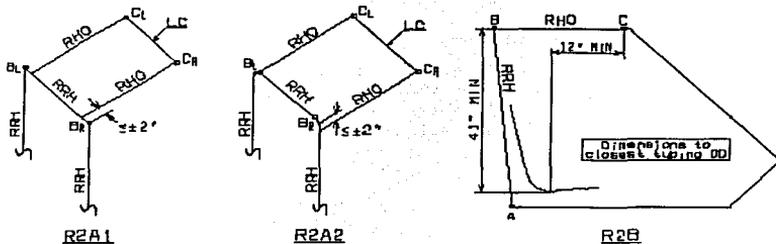
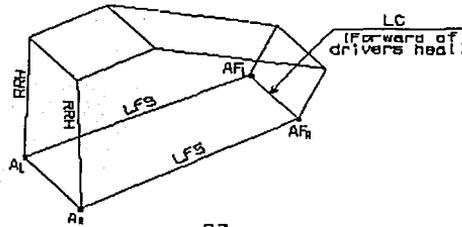


Figura 3.17 "RHO"

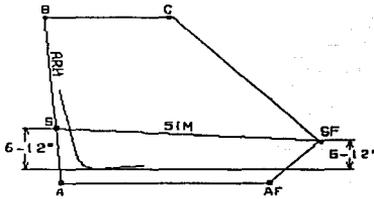
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LFS: Estos elementos deben de unir a el RRRH en los puntos A y extenderse hacia delante a los puntos AF delante de los tobillos del piloto (Fig. 3.18). Un elemento lateral debe de unir AF_l de AF_r.

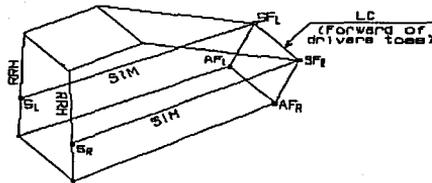


R3
Figura 3.18 "LFS"

SIM: Los elementos deben unir a RRRH en los puntos S hasta los puntos SF delante de los tobillos del piloto (Fig. 3.19). Los SIM deben tener una distancia vertical de entre 152.4 mm (6 in) y 304.8 mm (12 in) sobre la parte más baja del asiento. En cualquier dirección debe de existir al menos 50.8 mm (2 in) entre el SIM y las caderas del conductor.



R4A1



R4A2

Figura 3.19 "SIM"

FBM: Los miembros frontales están encargados de unir RHO, el SIM, y el LFS. Los FBM superiores deben extenderse de los puntos C en el RHO a los SIM en o detrás de los puntos SF (Fig. 3.20). El ángulo de estos con respecto a la vertical debe ser menor a 45°.

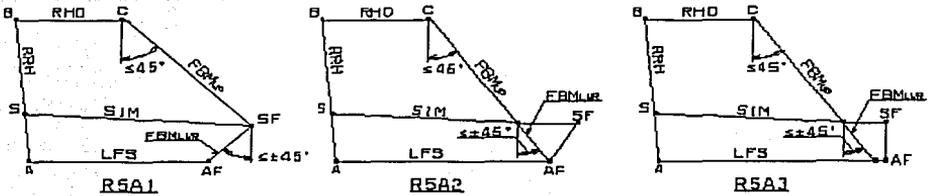


Figura 3.20 "FBM"

FAB: Se puede utilizar cualquiera de los siguientes tipos de elementos para el FAB:

FFAB: Estos elementos se colocan en la parte delantera del vehículo y deben de unir desde los puntos D a los FBM y del SIM a los puntos E (Fig. 3.21). El ángulo entre el FFAB_u y el FBM debe ser al menos de 30°. El FFAB_l deben de unir los puntos E y LFS. El ángulo entre los FFAB_i y el FFAB_u no debe ser mayor a 15° en una vista lateral. Si se necesitan 2 elementos en el FFAB_i el ángulo entre estos debe ser menor a 90°.

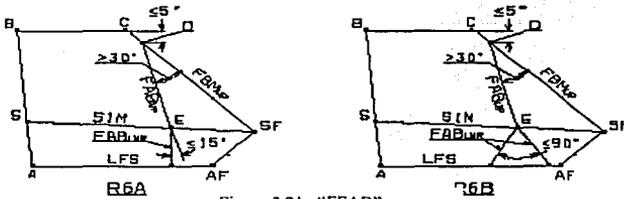
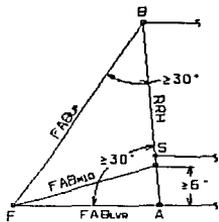


Figura 3.21 "FFAB"

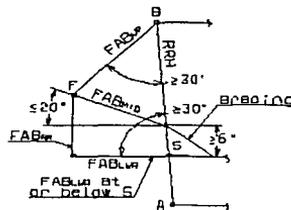
AFAB: Estos elementos se encuentran en la parte trasera del vehículo y deben de consistir de 3 o 5 miembros (Fig. 3.22). El FAB_u deben unir verticalmente dentro de 50.8 mm (2 in) a los puntos B en el elemento vertical RRH_u horizontalmente dentro de 50.8 mm (2 in) en los puntos B

en el RRH horizontal. De estas uniones superiores, el FAB_{up} se debe extender hacia atrás hacia FAB_{rr} o hacia FAB_l con un ángulo relativo RRH de no menos de 30° .

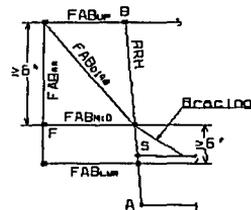
En una vista lateral, FAB_l debe de unir el FAB_u o el FAB_{rr} a el RRH vertical en el punto S o debajo de este. El ángulo entre el FAB_l y el RRH vertical debe ser al menos de 30° . El FAB_{mid} se extiende horizontalmente y une el FAB_u o el FAB_{rr} en el punto F del RRH vertical. El FAB_{mid} no puede tener una inclinación mayor a 20° con respecto a la horizontal. La distancia vertical entre los puntos en donde FAB_{mid} y FAB_l se interceptan con el RRH debe ser al menos de 152.4 mm (6 in). Si FAB_{mid} se encuentra sobre el punto S, se requiere de un soporte adicional.



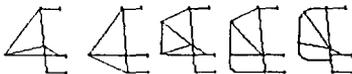
3 Miembros (completamente Triangulado)



4 Miembros (No completamente Triangulado)



5 Miembros (No completamente Triangulado)



SI Cumplen las especificaciones



NO Cumplen las especificaciones

Figura 3.22 "AFAB"

Altura Mínima: La altura mínima se obtiene al colocar la paleta (Fig. 3.23) sobre el radio del asiento y se mide verticalmente hasta el plano que conforman los tubos superiores. Esta medida debe tener como mínimo de 1041.4 mm (41 in). Sobre ese plano hacia delante, se debe tener como mínimo 304.8 mm (12 in) hacia el travesaño frontal. En todos casos debe de existir una distancia mínima de 12.7 mm (5 in) desde el casco con los elementos superiores que conforman la estructura.

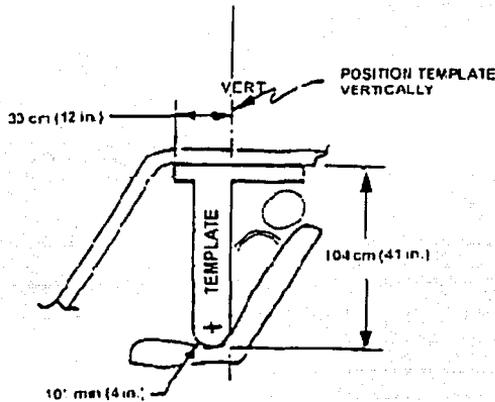


Figura 3.23 "Distancia Mínima"

3.2 Diseño Conceptual

En esta etapa del diseño se comienza por visualizar las diferentes configuraciones e ideas que se tienen sobre la estructura. El primer paso para poder realizar esto es el llevar a cabo la selección de la estructura que mejor cumpla nuestros requerimientos y especificaciones. Para poder hacerlo, se toman en cuenta los diferentes tipos de estructuras existentes y se selecciona por medio de la siguiente matriz de decisiones:

Características	Estructura escalera	Estructura mamparo
Rigidez Torsional	6	9
Rigidez a la Flexión	8	10
Resistencia a impactos	6	9
Peso	10	8
Costo	10	8
Mantenimiento	9	8
Fabricación	10	7
Total	8.243	8.434

Matriz 3.1 " Selección de estructuras"

Por lo que la estructura tipo "escalera con pared antivuelco" es la mejor selección.

Una vez que se escogió la estructura, el siguiente paso es el de realizar diferentes dibujos conceptuales sobre la imagen del vehículo. Debido a que la carrocería se fija directamente en la estructura, ésta debe de tener (en donde sea posible) la forma más adecuada para que esté bien integrada con la carrocería, por lo que la relación entre ambas es muy grande. Esto es muy importante, ya que aquí se decide en un principio que camino tomar para que la proyección del vehículo sea la mas adecuada hacia el cliente, y además que sea la que tenga mas posibilidades de poderse realizar bajo una producción de 4000 unidades anuales a un bajo costo.

3.2.1 Dibujos conceptuales de vehículos Mini baja

Para la realización de estos dibujos, se trabajo en conjunto con el Diseñador Industrial Carlos Juárez, quien propuso diferentes conceptos acerca de la imagen del vehículo, entre los cuales se encuentran:

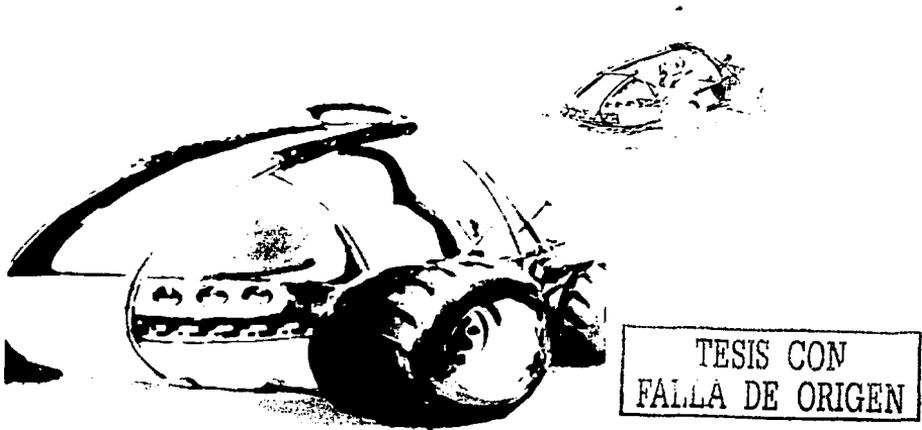


Figura 3.24 "Diseño conceptual I"

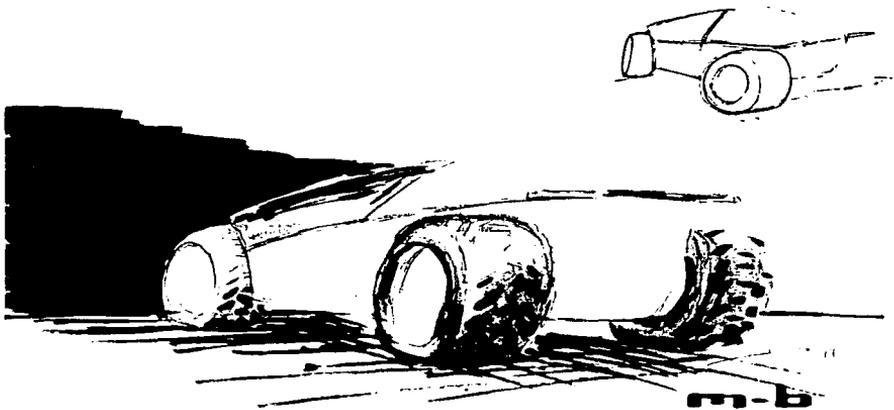


Figura 3.25 "Diseño conceptual II"

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

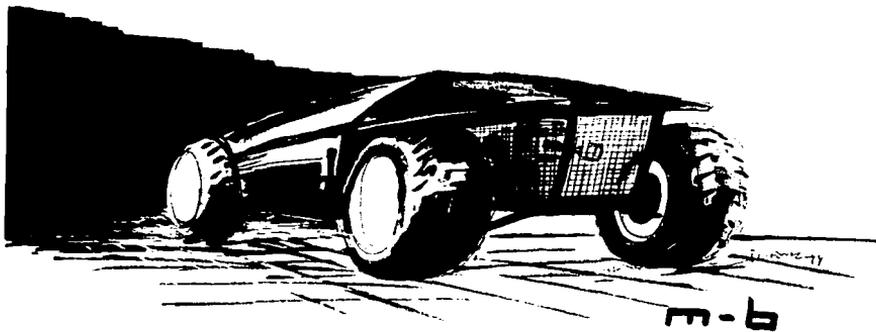


Figura 3.26 "Diseño conceptual III"

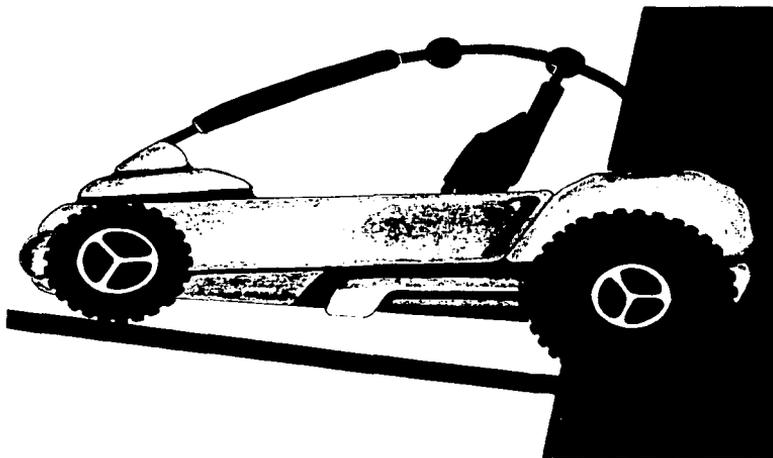


Figura 3.27 "Diseño conceptual IV"

Sin embargo, debido a la facilidad de construcción, la capacidad de producción y la imagen que se le quiere proyectar al cliente, se selecciono la siguiente imagen:

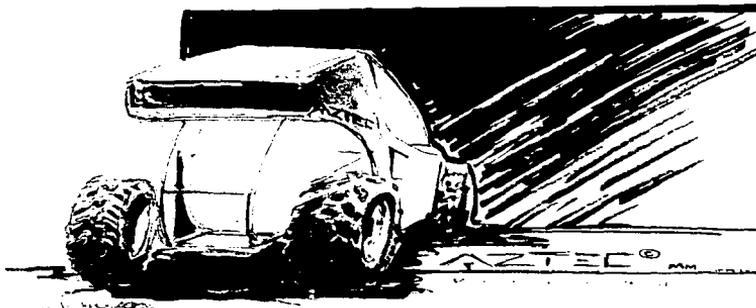
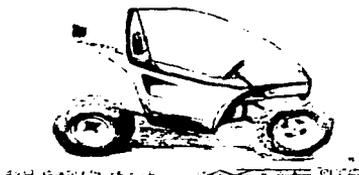


Figura 3.28 "Diseño conceptual V"

Una vez que se seleccionó el diseño exterior y el concepto del nuevo Mini Baja, se procede a la etapa de diseño a detalle.

3.3 Diseño a detalle

Esta etapa es la más importante en el proceso de diseño. Es en esta etapa del diseño donde se genera toda la información necesaria para poder producir el prototipo, que en este caso es la estructura. Entre esta información se encuentra:

- Planos.
- Modelos.
- Tolerancias y ajustes/ Dimensiones.
- Lista de materiales.
- Análisis de esfuerzos.
- Procesos de manufactura.
- Procesos de ensamble.
- Etapa de pruebas.

El primer paso es el de determinar qué geometría de la estructura es la que más conviene de acuerdo a las especificaciones y requerimientos. Una vez que se ha escogido la geometría se procede a seleccionar el material de acuerdo a lo que se encuentra en el mercado, para posteriormente realizar la propuesta de la estructura utilizando para ello un software CAD.

Una vez elaborado el prototipo en la computadora, éste se analizará para ver como reacciona ante diferentes impactos para garantizar la seguridad del conductor. Al final se realizarán los cambios convenientes y añadirán refuerzos (si es necesario) para presentar la configuración final de la estructura.

3.3.1 Selección de la geometría del perfil estructural

Considerando los dos parámetros obligatorios (EI; σ_y/f_c) establecidos en el reglamento, se procede a realizar una selección de la geometría del perfil estructural que mejor cumpla nuestros requerimientos bajo peso mínimo utilizando para ello los índices de funcionalidad.

Los índices de funcionalidad son la relación que se presenta en un componente respecto a la carga a soportar en relación a su propio peso. La forma en que se aplique la carga, hará variar el índice de funcionalidad.

Las tres geometrías a evaluar son:

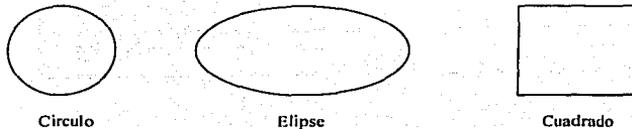


Figura 3.29 "Geometría de diferentes perfiles"

El análisis de la estructura se lleva a cabo considerando a cualquier elemento de esta como una viga apoyada en cualesquiera dos puntos a la cual se le aplica una carga en el centro:

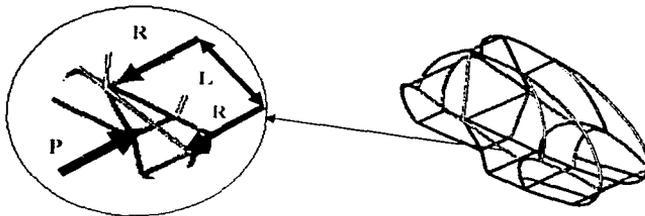


Figura 3.30 "Aplicación de carga"

- Donde:
- P Carga puntual aplicada al centro del elemento.
 - R La reacción en los extremos del elemento.
 - L La distancia entre las reacciones.

Índice de Funcionalidad para un tubo circular hueco

- P = carga; m = masa; V = volumen; ρ = densidad; L = longitud;
 ϕ_e = diámetro exterior; ϕ_i = diámetro interior; I = momento de inercia;
 σ_y = esfuerzo de fluencia; E = modulo de Young; c = distancia del eje neutral a la fibra mas externa;
M = momento; δ = deflexion.

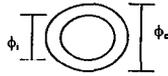


Figura 3.31 "Círculo"

$$\begin{aligned}
 m &= V\rho \\
 &= \frac{\pi}{4} (\phi_e^2 - \phi_i^2) L\rho
 \end{aligned} \tag{1}$$

por otra parte:

$$M = PL/2 \tag{2}$$

El esfuerzo:

$$\sigma_y = M/z \tag{3}$$

$$\text{donde: } z = I/c \tag{4}$$

$$c = \phi_e/2 \tag{5}$$

l para un tubo:

$$I = \frac{\pi}{64} (\phi_e^4 - \phi_i^4) \tag{6}$$

sustituyendo 5 y 6 en 4:

$$z = \left[\frac{\pi}{64} (\phi_e^4 - \phi_i^4) \right] / \phi_e/2 = \left[\frac{\pi}{32} (\phi_e^3 - (\phi_i^4/\phi_e)) \right] \tag{7}$$

sustituyendo 7 y 2 en 3:

$$\sigma_y = \frac{PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} (\phi_e^3 - (\phi_i^4/\phi_e)) \right]} \tag{8}$$

Suponiendo que ϕ_i es la variable que se adapte a la solución del problema:

$$(\phi_e^3 - (\phi_i^4/\phi_e)) = \frac{PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]}$$

$$I / \phi_e (\phi_e^4 - \phi_i^4) = \frac{PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]}$$

$$\frac{1}{\phi_e} (\phi_e^4 - \phi_i^4) = \frac{PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]}$$

$$(\phi_e^4 - \phi_i^4) = \frac{\phi_e PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]}$$

$$\phi_i^4 = \phi_e^4 - \frac{\phi_e PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]}$$

$$\phi_i = \left[\phi_e^4 - \frac{\phi_e PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]} \right]^{1/4} \quad (9)$$

sustituyendo 9 para peso minimo en 1:

$$m = \frac{\pi}{4} (\phi_e^2 \left[\phi_e^4 - \frac{\phi_e PL/2}{\left[\frac{\pi}{32} \sigma_y \right]} \right]^{1/4})^2 L\rho$$

$$m = \frac{\pi}{4} (\phi_e^2 \left[\phi_e^4 - \frac{\phi_e PL}{16} \right]^{1/2}) L\rho$$

$$m = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\phi_e PL}{\frac{\pi}{16} \sigma_y} \right]^{1/2} L\rho$$

Obteniendo el indice de funcionalidad para la resistencia a la fluencia:

$$m = \left[\frac{\pi}{4} \left[\frac{P}{\pi/16} \right]^{1/2} \right] \left[\phi_e^{1/2} L^{3/2} \right] \left[\frac{\rho}{\sigma_y^{1/2}} \right]$$

$$|F^{-1} = \frac{\sigma_y^{1/2}}{\rho}$$

Considerando el mismo caso para la rigidez a la fluencia obteniendo el indice de funcionalidad para el peso:

$$m = V\rho$$

$$= \frac{\pi}{4} (\phi_e^2 - \phi_i^2) L \rho \quad (1)$$

por otra parte:

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 EI} \quad (2)$$

donde:

$$I = \frac{\pi}{64} (\phi_e^4 - \phi_i^4) \quad (3)$$

sustituyendo 3 en 2:

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 E \left[\frac{\pi}{64} (\phi_e^4 - \phi_i^4) \right]} \quad (4)$$

Despejando a ϕ_i como variable probable que se adapte a la solución del problema:

$$(\phi_e^4 - \phi_i^4) = \frac{P (L/2)^3}{3 E \left[\frac{\pi}{64} \right] \delta}$$

$$\phi_i^4 = \phi_e^4 - \frac{P (L/2)^3}{\frac{3\pi}{64} E \delta}$$

$$\phi_i = \left[\phi_e^4 - \frac{P L^3}{\frac{3\pi}{8} E \delta} \right]^{1/4} \quad (5)$$

Sustituyendo 5 en 1:

$$m = \frac{\pi}{4} (\phi_e^2 - \left[\phi_e^4 - \frac{P L^3}{\frac{3\pi}{8} E \delta} \right]^{1/2}) L \rho$$

$$m = \frac{\pi}{4} \left[\frac{P L^3}{\frac{3\pi}{8} E \delta} \right]^{1/2} L \rho$$

Obteniendo el índice de funcionalidad para la rigidez a la fluencia:

$$IF = \left[\frac{\pi}{4} \left[\frac{P}{\frac{3}{8} \pi} \right] \right] \left[L \left[\frac{L^3}{\delta} \right]^{\frac{1}{2}} \right] \left[\frac{\rho}{E^{1/2}} \right]$$

$$IF^{-1} = \frac{E^{1/2}}{\rho}$$

Por lo tanto, para un tubo con perfil circular, los índices de funcionalidad son:

Resistencia a la flexión: $IF^{-1} = \frac{\sigma_y^{1/2}}{\rho}$

Rigidez a la flexión: $IF^{-1} = \frac{E^{1/2}}{\rho}$

Siguiendo la misma metodología (Ver apéndice B "Determinación de índices de funcionalidad" página 75), se determinan los índices de funcionalidad para:

Perfil elíptico:

Resistencia a la flexión: $IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho}$

Rigidez a la flexión: $IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$

Perfil cuadrado:

Resistencia a la flexión: $IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho}$

Rigidez a la flexión: $IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$

Se consideran los valores promedio para un tubo de acero con un contenido mínimo del 0.18 % de carbono como:

$$E = 205 \text{ [GPa]}$$

$$\sigma_y = 370 \text{ [MPa]}$$

$$\rho = 7.86 \text{ [kg/m]}$$

La sustitución de estos valores en los índices de funcionalidad nos da el valor numérico de los mismos:

Tubo con perfil circular:

$$\text{Resistencia a la flexión: } IF^{-1} = \frac{\sigma_y^{1/2}}{\rho} = 2.447 \times 10^3$$

$$\text{Rigidez a la flexión: } IF^{-1} = \frac{E^{1/2}}{\rho} = 57.604 \times 10^3$$

Tubo con perfil elíptico:

$$\text{Resistencia a la flexión: } IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho} = 47.073 \times 10^6$$

$$\text{Rigidez a la flexión: } IF^{-1} = \frac{E}{\rho} = 26.08 \times 10^9$$

Tubo con perfil cuadrado:

$$\text{Resistencia a la flexión: } IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho} = 47.073 \times 10^6$$

$$\text{Rigidez a la flexión: } IF^{-1} = \frac{E}{\rho} = 26.08 \times 10^9$$

Una vez determinado el índice de funcionalidad para cada una de las geometrías propuestas, se procede a determinar que combinación de geometría con material resulta ser la más apropiada de acuerdo a los materiales óptimos presentados en las tablas de ASHBY para dichos índices de funcionalidad.

3.3.2 Selección del material

Debido a la gran cantidad de materiales existentes en el mercado, es indispensable llevar a cabo una selección del material que satisfaga las especificaciones de la estructura. Una manera de realizarlo es utilizando las gráficas de ASHBY para

perfil circular hueco como elemento estructural que mejor se ajusta al diseño. De acuerdo a las restricciones del reglamento y a las gráficas de Ashby el espectro de materiales se reduce a:

- Aceros al carbono
- Aceros al níquel
- Aceros al Molibdeno
- Aceros al níquel-cromo -molibdeno

La selección se hace por medio de la siguiente matriz de decisiones:

Características	Aceros al carbono	Aceros al Molibdeno
Costo del material	10	6
Costo de la manufactura	10	7
Costo por reparación	10	7
Peso	7	9
Resistencia a la corrosión	7	9
Resistencia Mecánica	8	10
Costo por Soldabilidad	10	6
Total	<u>8.705</u>	7.755

Matriz 3.2 "Selección del material"

De acuerdo a los resultados obtenidos, el mejor material para el prototipo de una estructura es el de acero al carbono. La composición más común de acero al carbono encontrado en el mercado es un AISI 1018 (con 0.18% de carbono) el cual tiene las siguientes propiedades mecánicas:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

AISI or SAE Number	Condition of Steel	Tensile Strength ksi	Yield Strength ksi	% Elongation in 2"	% Reduction of Area	Hardness Brinell	Hardness Rockwell	Machinability % of CD-1212
1018*	HOT ROLLED	55/70	35/50	30/40	55/65	120/140	B67/80	55
	COLD DRAWN	70/85	60/75	18/25	45/55	150/180	B80/90	65
	**Carburized at 1700 degree F Furnace cooled, Reheated to 1425 degree F., Quenched in Water Tempered at 350 degree F. CORE	90	55	26	55	185	B90	

Tabla 3.1 "Propiedades mecánicas del Acero 1018"

Los calibres para un diámetro exterior de 25.4 mm [1 in] son:

14, 16, 18, 20.

El calibre 14 es el más grueso, con un espesor de 2.030mm.

Calculando EI y $\sigma_y I/c$:

$$EI = (205) \left(\frac{\pi}{64} (0.0254^4 - 0.02134^4) \right) \quad [\text{GPa}][\text{m}^4]$$

$$EI = 2101.60 \text{ Nm}^2$$

$$\frac{\sigma_y I}{c} = \frac{(370) \left(\frac{\pi}{64} (0.0254^4 - 0.02134^4) \right)}{0.0254/2} \quad \frac{[\text{MPa}][\text{m}^4]}{[\text{m}]}$$

$$\frac{\sigma_y I}{c} = 298.67 \text{ N m}$$

Por lo tanto para comparar los valores con el de las especificaciones, se concluye que el tubo de este diámetro y calibre no es el adecuado. Debido a que los siguientes calibres son mayores en este diámetro exterior, se hace el cálculo para un tubo cédula 40 ASTM A 53 Grado B con ϕ_{ext} de 19.00 mm [3/4 in] siendo el diámetro superior inmediato al mínimo establecido por las especificaciones.

Calculando EI y $\sigma_y I/c$:

$$EI = (205) \left(\frac{\pi}{64} (0.0267^4 - 0.02096^4) \right) \quad [\text{GPa}][\text{m}^4]$$

$$EI = 3171.92 \text{ Nm}^2$$

$$\frac{\sigma_y I}{c} = (370) \left(\frac{\pi}{64} (0.0267^4 - 0.02096^4) \right) \quad \frac{[\text{MPa}][\text{m}^4]}{0.0254/2} \quad [\text{m}]$$

$$\frac{\sigma_y I}{c} = 450.78 \text{ Nm}$$

Por lo que se concluye que éste tubo si cumple con los valores mínimos tanto para EI como para $\sigma_y I/c$ establecidos en las especificaciones

Las características del tubo son:

ϕ_{ext} nominal:	19.0 [mm]
ϕ_{ext} real:	26.7 [mm]
Espesor de pared:	2.87 [mm]
ϕ_{int} :	20.93 [mm]
Peso:	1.68 [kg/m]

3.3.3 Diseño por CAD

En la actualidad, la computadora representa una herramienta básica para muchas actividades diarias del ser humano, que van desde aplicaciones en artículos como en teléfonos celulares, hasta las aplicaciones más poderosas como son el cálculo de trayectorias para un trasbordador espacial entre otras. En el caso del diseño mecánico, la computadora ha llegado a tal grado el apoyo y la simplificación de cálculos, que actualmente sería prácticamente imprescindible prescindir de ellas si se pretende lograr un sistema competitivo. Esto no significa bajo ningún caso, que el ser humano ya no diseña, y que el diseño queda relegado a la computadora, sino que por medio de la

computadora muchas tareas se simplifican en cuanto a la complejidad y sobretodo el tiempo, teniendo más capacidad de producción manteniendo una alta calidad y una mejor funcionalidad de los sistemas.

Para el caso de la estructura, el diseño de esta, se apoya en un programa CAD (Computer aided design) y en un programa FEA (Finite element analysis). En el primer caso el programa se trata de Mechanical Desktop, desarrollado por Autodesk. Este programa es un medio gráfico de 3 dimensiones, en el cual se puede dibujar prácticamente cualquier mecanismo a partir de figuras básicas para después crear figuras en 3 dimensiones. El programa de FEA es un software llamado Algor 12.04 el cuál permite realizar varios análisis indispensables a la estructura para poder evaluar su efectividad y reacciones ante diferentes tipos de impactos, garantizándose así la seguridad del conductor. Lo más recomendable al utilizar este tipo de software, es el de emplearlos en equipos que estén a la vanguardia tecnológica, es decir que sean lo más poderosos posibles, para obtener los mejores resultados así como para reducir el tiempo de solución de las ecuaciones diferenciales que se presentan en el método de elemento finito, las cuáles pueden durar inclusive días para encontrar su solución.

Una característica muy importante de un programa CAD de 3D, es que permite crear sólidos en base a parámetros. Los sólidos creados en este programa no son sólo superficies que dan la impresión de representar un volumen, sino que cada punto que pertenece al sólido tiene una relación matemática y paramétrica con sus puntos adyacentes. Esto significa que al crear el sólido, la computadora no sólo dibuja a éste en el monitor, sino que crea ecuaciones y referencias matemáticas de cada punto tanto de la superficie, como del interior del mismo, dando la posibilidad de hacer cortes, ensambles, uniones etc. Otra ventaja de este sistema es que permite asignar un determinado tipo de material al sólido, lo que sirve para obtener información importante como el peso de la pieza, el cálculo de los momentos de inercia, interferencias, etc. Debido a esto el dibujo de la estructura en el programa representa muchas utilidades y un gran apoyo como herramienta para el diseño.

El primer paso para obtener la estructura fue el de dibujar en el plano yz (vista lateral) los puntos a escala 1:1 básicos marcados por el reglamento. Estos puntos corresponden a los de la localización de los tubos superiores, de las distancias mínimas reglamentarias y de los puntos de apoyo. A partir de estos puntos, se realiza un diseño preliminar de la estructura,

realizando los trazos sobre los puntos mencionados, tratando de mantener el aspecto del diseño conceptual lo más apegado posible. Una vez que se obtiene la representación preliminar de la estructura a escala 1:1, se procede a pegar un "dummy" el cuál es la representación del ser humano en su vista lateral, a escala 1:1 son la capacidad de movimiento de brazos,



Figura 3.34 "Estructura con el Dummy"

piernas y cabeza. Este muñeco es muy importante, debido a que con él se puede simular la capacidad de movimiento que tendría el conductor (Fig. 3.34) y además permite tener una idea visual de los espacios libres así como de posibles interferencias de la estructura. Esta ayuda es fundamental para garantizar desde un principio la comodidad del conductor, así como la seguridad de que no existirán elementos estructurales que pudieran lastimar al conductor durante un impacto.

Así mismo, se realiza la representación gráfica de todos los sistemas en su plano zy a escala 1:1 para colocarla a esta representación y darse una idea de cómo quedarían integrados los sistemas. Esto es de gran ayuda, ya que se realiza junto con los responsables de cada sistema, para que desde un principio se dejen en claro cualquier duda y problema de localización de los sistemas, lográndose desde un principio una comunicación entre todos, evitando retrasos y minimizando los posibles problemas que se pudieran presentar.

Una vez que se detallaron los puntos importantes, así como las distancias y elementos a utilizar, se procede entonces a realizar la estructura en sólido en la computadora en el software Mechanical Desktop.

Elaboración del croquis y obtención del bosquejo.

Para poder realizar cualquier sólido, se debe especificar el plano cartesiano en el que se pretende trabajar. Este puede ser el plano XY, YZ, o XZ, u otro el cuál esté referenciado a estos. Una vez que se define el plano, el siguiente paso es el de crear un "croquis" o "profile". El croquis es una figura geométrica bidimensional cerrada, la cuál puede ser un cuadrado, un rectángulo, una elipse, o inclusive una figura irregular que esté definida por un límite, que esté cerrada, y que defina un área.

Existen dos maneras para realizar el croquis. La primera es la más rápida, donde se dibuja primero la figura geométrica, sin importar el tamaño o las distancias. Una vez que se ha dibujado, se le aplica la operación de "profile" dando entonces la posibilidad de parametrizar la figura.

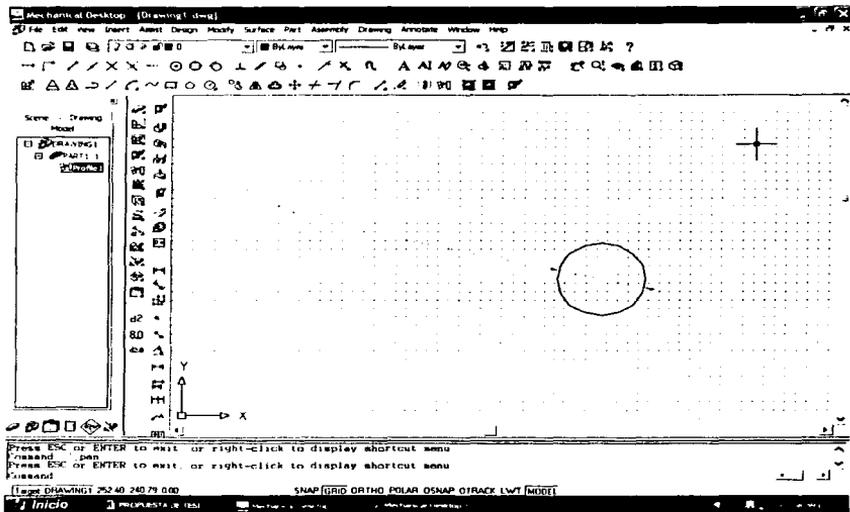


Figura 3.35 "Creación del bosquejo"

La segunda manera es un poco más tardada, sin embargo es la más tradicional debido a la manera en como se trabaja la computadora. Ésta consiste en realizar desde un principio la figura exactamente como se desea, dando desde un principio las medidas y las formas necesarias para realizar el croquis. Es más tardada debido a que a pesar de que se obtiene la figura, después hay que parametrizarla al poner las dimensiones establecidas.

La operación de "profile" es de suma importancia, debido a que es entonces cuando la figura se convierte en "bosquejo" o "sketch" y se le puede modificar aplicándole características propias, como son medidas, distancias, radios, diámetros, paralelismo, tangencia, centros de radio, colinearidad, etc. El bosquejo es la figura básica a partir de la cuál se puede crear un sólido (Fig. 3.35). Una vez obtenido el bosquejo deseado, se puede proceder a realizar la creación del sólido.

Obtención del sólido

Para poder crear un sólido con perfil tubular, existen básicamente 2 maneras para realizarlos. El primero es por el método de "extrusión" y el segundo es por el método de "barrido". Los dos métodos utilizan el mismo principio de creación de un bosquejo o sketch, sin embargo el orden de utilización es diferente.

Para el método de extrusión, lo que se necesita es la creación de un bosquejo. Éste debe de ser creado en un plano normal a la trayectoria de extrusión, sin embargo, este plano puede ser creado bajo diferentes parámetros, como son planos normales, paralelos, con un ángulo, etc. Una vez creado el bosquejo, se selecciona la operación de extrusión del grupo de íconos y se le parametriza. Entre la información que se necesita para parametrizarlo, es la distancia en "ciego" (distancia absoluta hacia una dirección) o en "medio plano" (distancia tomada de extremo a extremo, con el centro en el plano del bosquejo). Así mismo se selecciona la dirección y si es necesario los planos hacia donde se debe extruir. Una vez extruida la pieza (Fig. 3.36), ésta se puede editar o hacer otros cambios en su estructura.

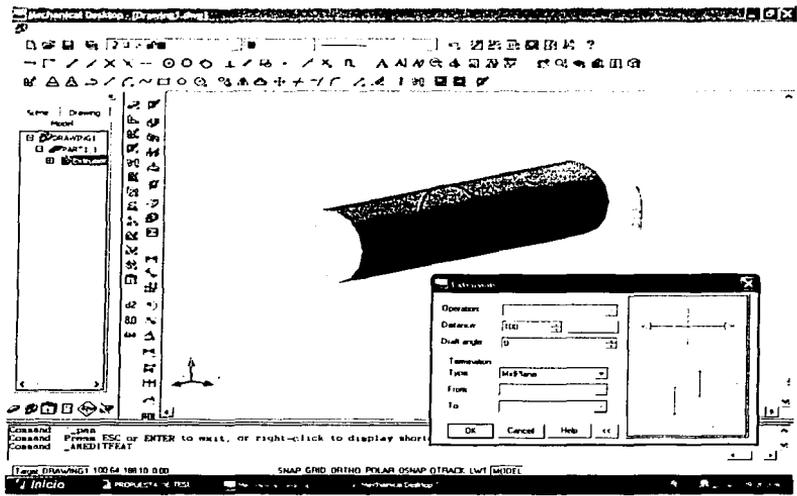


Figura 3.36 "Creación de la extrusión"

La segunda manera para crear sólidos es por medio de un "barrido". El primer paso consiste en realizar la línea en un plano sobre el cual correrá el tubo. Una vez creada, ésta se debe de convertir en una trayectoria la cual puede ser en 2 o en 3 dimensiones. Al crear la trayectoria el sistema pregunta si se debe crear un plano perpendicular a este, lo cuál es muy importante que se realice, debido a que es en este mismo plano donde se debe de crear el bosquejo, el cual debe de ser la figura circular con el diámetro apropiado. Hay que asegurarse que la figura quede en el plano perpendicular en alguno de los dos extremos de la trayectoria, ya que de otra manera no se podrá realizar el barrido. Finalmente se selecciona el icono correspondiente al barrido, y aparece una ventana donde se pregunta la manera de seguir la trayectoria la cual puede ser de forma paralela o perpendicular. Cuando se seleccionan los parámetros deseados, el sistema realiza la operación de barrido de la figura sobre la trayectoria, creando el tubo (Fig. 3.37). Esta operación es usada cuando no se puede dibujar bajo ninguna de las opciones de extrusión presentes en el programa.

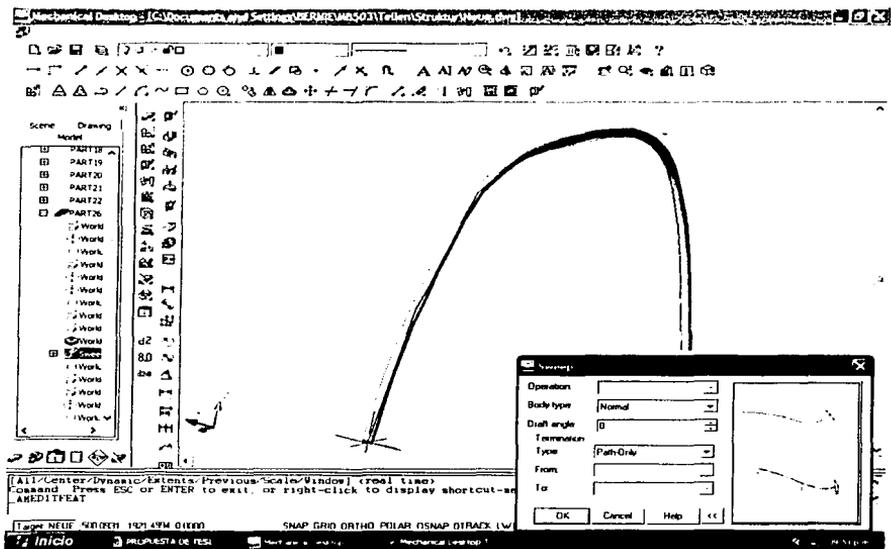


Figura 3.37 "Creación del sólido por barrido"

Una de las ventajas que se tiene al utilizar este tipo de programas, es que una vez que se ha dibujado el sólido, éste se puede editar y realizar diferentes operaciones. La más usada es la de realizar los cortes en el sólido, para crear realmente un tubo, en lugar de una barra sólida. Se recomienda que se haga el corte del diámetro interior real, de tal forma que cuando se realice el cálculo del peso y de los momentos de inercia, éste nos de el más aproximado a la realidad.

Para la creación de los cortes, se sigue el mismo procedimiento antes mencionado, con la única diferencia de que al realizar la extrusión o el barrido se debe de seleccionar la opción de "corte" en lugar de "unión". Otra operación importante es la de realizar los cortes de los abocardados en los tubos, ya que eliminan material innecesario y permite visualizar la mejor manera de abocardar el tubo, de tal forma que los ángulos de corte

sean los más fáciles posibles. Con estas operaciones básicas se desarrollan todos los elementos estructurales de de la estructura.

Ensamble de la estructura

La última parte del dibujo en el programa es la del ensamble. Una vez que se han dibujado todas las piezas, se procede a ensamblarlas una por una. El ensamble es una operación en la cual se unen las piezas por medio de diferentes parámetros y referencias como son el unir ejes colineales, planos coplanares, referencias con respecto a caras, planos, ejes, ejes de revolución, vértices, etc. La dificultad del ensamble radica en el enorme número de referencias y diferentes piezas, sin embargo, si se sigue una rutina y un orden (se recomienda ensamblar la estructura de la misma manera y en el mismo orden de cómo se hará en la realidad), este proceso se facilita sustancialmente. Finalmente, la estructura queda terminada en su totalidad (Fig. 3.38) incluyendo los soportes de los diferentes sistemas que se le ensamblarán.

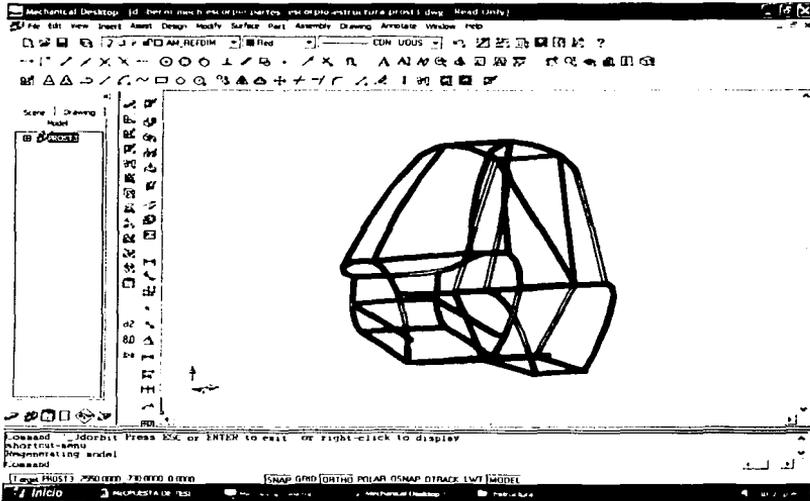


Figura 3.38 "Ensamble de la estructura"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Elaboración de planos

Una de las finalidades al dibujar en un programa CAD, es la generación de información rápida, eficaz y precisa sobre lo que se está diseñando, y una de las maneras de obtener esta información es el realizar unos planos que sean lo más claros y precisos posibles. Es por esto que se deben de generar todos los planos e fabricación, planos de ensamble, planos de configuración y planos de conjunto, para poder construir correctamente la estructura. Al dibujar el prototipo de la estructura, se generaron más de 30 planos de fabricación (Fig. 3.39), 5 planos de ensamble, 3 planos de configuración y 1 de conjunto. Debido a que el programa facilita en gran medida la fabricación de estos planos, se debe de prestar bastante atención en el orden, numero de pieza y datos específicos como el material y las escalas, a fin de obtener correctamente toda la información necesaria. Los planos deben de seguir la norma ISO a fin de tener validez internacional.

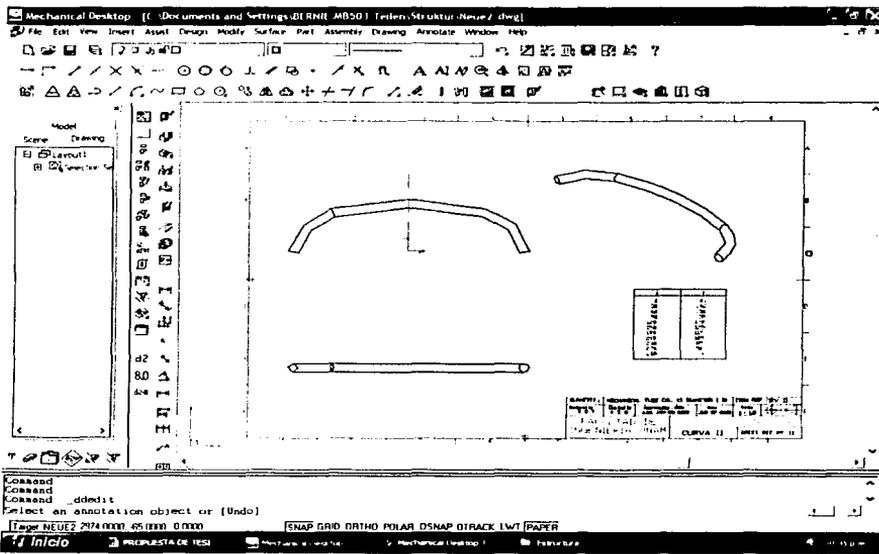


Figura 3.39 "Elaboración de Planos"

3.3.4 Análisis por FEA

El elemento finito fue desarrollado en un principio para el uso en las industrias aeroespacial y nuclear, donde la seguridad de las estructuras es crítica. Hoy en día, el crecimiento del uso de éste método se atribuye principalmente a lo rápido que se desarrolla la tecnología en la computación. Este desarrollo resulta en una serie de paquetes o programas comerciales de elemento finito que son capaces de resolver los más sofisticados problemas, no sólo en el área de estructuras, sino también en un amplio rango de fenómenos que van desde análisis de dinámica de fluidos hasta distribuciones térmicas y procesos de manufactura.

El FEA (Finite Element Analysis por sus siglas en inglés) consiste en un modelo de computadora de un material o diseño que es cargado y analizado en busca de resultados específicos. Una compañía puede verificar que el diseño propuesto es capaz de satisfacer las especificaciones del cliente antes de comenzar la manufactura o construcción. El modificar un producto o estructura existente es utilizado para calificar a estos mismos para una nueva condición de servicio. En caso de alguna falla estructural, el FEA podría ser utilizado para ayudar a determinar las modificaciones de diseño para satisfacer la nueva condición.

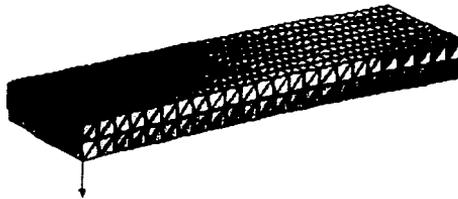


Figura 3.40 "Análisis de Viga bajo carga"

El FEA se basa en el FEM (Finite Element Analysis por sus siglas en inglés) el cuál es un método matemático para resolver ecuaciones diferenciales parciales ordinarias y elípticas por medio de un esquema de interpolación polinomial. Dicho de otra forma, el FEM evalúa a la ecuación de una curva diferencial por medio de un número de curvas polinomiales para seguir la forma de la compleja ecuación diferencial de la curva. Cada curva polinomial en la solución puede ser representada por un número de puntos y de

esta manera el FEM evalúa la solución en estos puntos. Una polinomial lineal requiere dos puntos, mientras que una cuadrática requiere 3. Los puntos se conocen como puntos nodales o nodos. Existen tres maneras matemáticas esenciales con las cuales el FEM puede evaluar los valores de los nodos, los cuales son: el método no variacional de Ritz, el método residual de Galerkin y el método variacional de Rayleigh-Ritz.

En el análisis FEA, la estructura a analizar es subdividida en una malla de elementos finitos de cierto tamaño de una figura simple. Dentro de cada elemento, la variación del desplazamiento es asumida de ser determinada por las simples funciones de una forma polinomial y desplazamientos nodales. Las ecuaciones de esfuerzos y resistencias son desarrolladas en términos del número nodal de desplazamientos. A partir de esto, las ecuaciones de equilibrio son acomodadas en una matriz que puede ser fácilmente programada y resuelta en una computadora. Después de aplicar las condiciones de frontera apropiadas, los desplazamientos nodales son encontradas al resolver la matriz de ecuaciones de rigidez. Una vez que los desplazamientos nodales se conocen, los esfuerzos y resistencias del elemento pueden ser calculados.

Dentro de cada uno de los esquemas de modelado, el programador puede insertar numerosos algoritmos (funciones) los cuales podrían hacer que el sistema se comporte como uno lineal o no lineal. Los sistemas lineales son por mucho menos complejos y generalmente ignoran mucha información del modelado y su comportamiento. Los sistemas no lineales, por otro lado, pueden dar un resultado mucho más realista y es capaz de probar al componente todo el camino hasta la falla.

A pesar de la proliferación de paquetes comerciales de elemento finito, es esencial el tener una comprensión de la técnica y de los procesos involucrados en el análisis. Únicamente así se puede seleccionar un modelo de análisis apropiado y exacto, correctamente definido y por ende bien interpretado. Para lograr esto se deben tener sólidos los conocimientos sobre el campo en el cuál se va a aplicar el análisis de elemento finito.

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS

Una de las aplicaciones más comunes del FEA es la solución de esfuerzos relacionados con problemas de diseño. La manera para evaluarlos por medio del FEA es la siguiente:

- a) Se debe comenzar con la formulación de los componentes de rigidez de la matriz. Esta matriz cuadrada es formada de los detalles de las propiedades del material, la geometría del modelo y de las consideraciones en el campo de esfuerzo-resistencia.
- b) Una vez que se ha creado esta matriz, ésta se podría usar con el conocimiento de las fuerzas para evaluar los desplazamientos de la estructura (por ende el análisis de desplazamientos).
- c) En la evaluación de los desplazamientos, éstos se derivan para formar las 6 distribuciones de esfuerzos; 3 mutuamente perpendiculares esfuerzos directos y 3 correspondientes a los esfuerzos de corte.
- d) Finalmente las seis distribuciones son determinadas por medio de las relaciones esfuerzo/resistencia del material.
- e) Un punto a destacar es que al menos uno de los desplazamientos debe ser conocido antes de que el resto pueda ser determinado (antes de que el sistema de ecuaciones pueda ser resuelto). Estos desplazamientos conocidos son referidos como condiciones de frontera y seguido se les asigna el valor de cero. Sin estas condiciones de frontera, se podría tener una singularidad o un mensaje de error de cero pivote, indicando que no se pudo obtener una única solución.

Estas operaciones hay que tener en cuenta al momento de trabajar con paquetes de elemento finito, para obtener los resultados lo más precisos posibles. Debido a la enorme cantidad de información que se genera en este tipo de análisis, en este capítulo se propone la metodología a seguir para realizar análisis estáticos por medio de FEA y se presentan los resultados de dos de estos análisis.

El análisis por elemento finito consta de tres etapas principales que son:

PRE-PROCESO

SOLUCION

POST-PROCESO

Estas tres etapas constan de varias tareas de simulación, siendo las más importantes:

PRE-PROCESO: Modelado de la pieza

Mallado

Condiciones de frontera

SOLUCION: Modelo de solución

POST-PROCESO: Post-proceso

PRE-PROCESO

Modelado de la Pieza

El modelado de la pieza es el primer paso para realizar el análisis por medio de FEA. Para el caso de las estructuras Mini Baja, el modelado debe de tener ciertas características, que la hacen un tanto diferente a un modelado de una pieza sólida común. La principal diferencia radica en la dificultad de la geometría de la estructura, por lo que se deben de tomar ciertas consideraciones.

Un problema que se presenta comúnmente radica en que al exportar el archivo de la estructura de un programa CAD aun programa FEA se pierde información o se distorsiona (aún utilizando programas que contengan CAD y FEA en el mismo software), por lo que hay que revisar de nuevo la estructura para corregir los errores que se pudieran haber presentado. Otro problema que se presenta es que debido a la capacidad de las computadoras actuales es muy complicado y tardado realizar un análisis de la estructura utilizando el modelo obtenido en el paquete CAD, debido a la complejidad y a la cantidad de información de la misma (se tendría que utilizar una computadora mucho más potente como una Workstation).

Teniendo estas consideraciones en cuenta, una solución viable es el de dibujar en el paquete CAD la estructura en alambre, es decir, representando a los tubos únicamente por líneas, siguiendo el contorno original. Este archivo se tendría que guardar con la extensión: *.dwg y exportarse al programa de análisis de FEA (Fig. 3.41). La ventaja que se presenta es que en este formato se minimizan los errores de exportación del archivo, se puede realizar el análisis con un alto grado de confiabilidad y precisión, y se puede utilizar una computadora que no necesite tantos recursos, abaratando los costos.

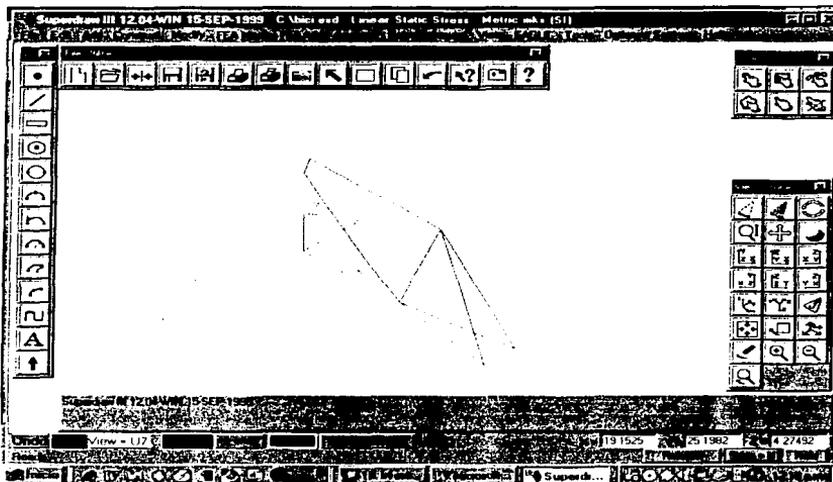


Figura 3.41 "Dibujo en alambre de una estructura"

Mallado

Para poder llevar a cabo el análisis de elemento finito, la estructura debe de ser dividida en un número de pequeños elementos conocido como elementos finitos. En otras palabras, una red matemática o mallado es requerido para utilizar el FEA.

La habilidad de utilizar el FEM reside en escoger la correcta densidad de malla requerida para resolver el problema así como el tipo de malla. Si la malla es muy

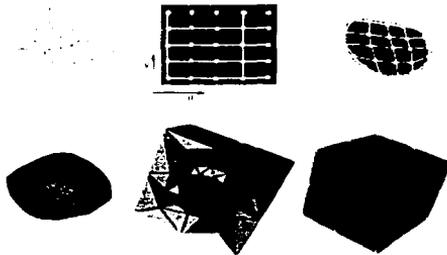


Figura 3.42 "Diferentes ejemplos de mallado"

grande, entonces el elemento no permitirá que la correcta solución sea obtenida. Por el otro lado, si la malla es demasiado fina, el costo del tiempo de cómputo para el análisis puede resultar desproporcionado para el resultado obtenido. Para poder elegir la malla adecuada, se requiere tener alguna idea de

los parámetros de distribución (esfuerzo, temperatura, presión, etc.) dentro del componente. Si la respuesta es conocida, entonces una buena malla puede ser definida. Una malla fina es requerida cuando existe un alto parámetro de gradientes y esfuerzos, mientras que una malla grande es suficiente en áreas que tengan contornos de una forma constante.

Cada elemento está definido en términos de la forma básica del elemento. Debido a la geometría de un componente, los elementos pueden llegar a distorsionarse en un esfuerzo por forzar la malla dentro del límite de la estructura. Cuando los elementos están distorsionados de la figura original, el resultado pierde precisión. Conforme el elemento se distorsiona, el error se incrementa. Por esto hay que tener especial cuidado en mantener los elementos lo menos distorsionados posibles, para obtener un resultado lo más preciso posible.

Dependiendo del paquete y del análisis se pueden utilizar diferentes tipos de elementos o figuras principales en el mallado, como cuadrados, triángulos principalmente. Cualquiera que sea el elemento principal, el mallado es controlado por dos parámetros asignados a la malla de la superficie o del volumen que afectan el tamaño de los elementos generados.

El primero es la longitud del elemento, el cual es el tamaño nominal de los elementos que el programa tratará de generar. El segundo parámetro controla el refinamiento de las curvas en el modelo al especificar cuánta desviación es permitida entre los lados rectos del elemento y los límites de las curvas.

Al tener estas consideraciones, se deben de considerar las siguientes condiciones generales para el mallado:

- a) El FEM tiene ciertos requerimientos sobre el mallado. El mallado debe de ser válido (sin agujeros, auto intersecciones o caras unidas en 2 o más esquinas).
- b) El mallado debe de conformar el límite del elemento.
- c) La densidad del mallado debe ser controlable, para permitir un resultado exacto y tener control sobre el tiempo de solución.
- d) La densidad del mallado variará dependiendo de la exactitud requerida, cualquier variación debe ser suave para reducir o eliminar los efectos de la difusión/refracción numérica.
- e) Existen algunos requisitos generales sobre la forma del mallado. En general, los elementos deben ser lo más equiangulares posibles en triángulos equiláteros y tetraedros rectangulares. Elementos altamente distorsionados (triángulos largos y delgados, tetraedros aplastados) pueden causar errores en el resultado.

Considerando estas observaciones, se realiza el mallado en el programa de elemento Finito (Fig. 3.43). En el caso específico de este programa (Algor FEA 12.04) el mallado se realiza al dividir las líneas que conforman a la estructura en un número determinado de divisiones, unidas por medio de nodos. Los puntos rojos determinan la cantidad de elementos en los que se encuentra dividida la malla. Una vez que se ha seleccionado la cantidad de divisiones, y de haber realizado esta operación, se procede a la siguiente parte de que es la selección de las condiciones de frontera.

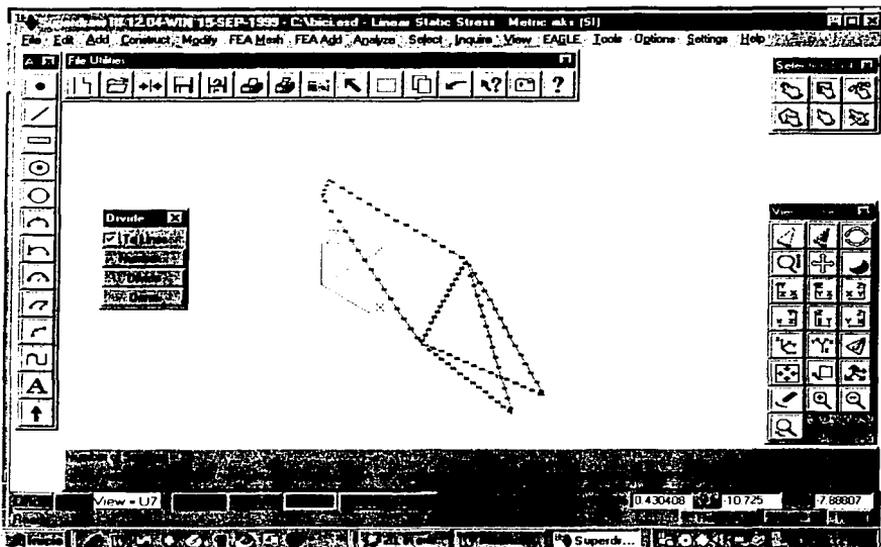


Figura 3.43 "Creación del mallado en la estructura"

Condiciones de Frontera

Las condiciones de Frontera se utilizan para crear casos de análisis que contengan cargas y condiciones de restricción de la frontera para aplicar al modelo. El aplicar las condiciones de frontera al modelo, significa que si la parte cambia y el modelo se actualiza, las condiciones de frontera también se actualizarán.

Un caso de análisis es una colección de restricciones, constricciones, cargas estructurales, transferencia de calor, etc. Para la mayoría de los problemas estructurales, se necesitan únicamente las cargas estructurales y las restricciones de movimiento (Fig. 3.44). En este caso se determinan cuales van a ser las restricciones (libertad de movimiento en X, Y,Z y/o libertad de giro en los 3 ejes coordinados) y se escogen los puntos sobre la estructura que se quieran restringir.

Fuerzas y Momentos nodales

Este es la información con la cual se va a realizar el análisis. Al especificar las fuerzas y los momentos que se le aplicarán a la estructura (en un análisis de esfuerzos y desplazamientos), se debe tener un cuidado especial en que éstas sean lo más cercanos a la realidad posible, es decir que se encuentren dentro de rangos aceptados para el caso específico de cada problema. Una manera de obtener una magnitud aproximada pero válida e las fuerzas que actúan sobre la estructura, es el de analizar los impactos que se tenga en una estructura anterior, y dependiendo de la flexión o deformación que se tenga en un elemento se podrá determinar la magnitud de la fuerza del impacto.

Una vez que se especifican las fuerzas y momentos deseados a estudiar, se determina el material, las propiedades del mismo y el tipo de análisis que se quiere realizar (Fig. 3.45).

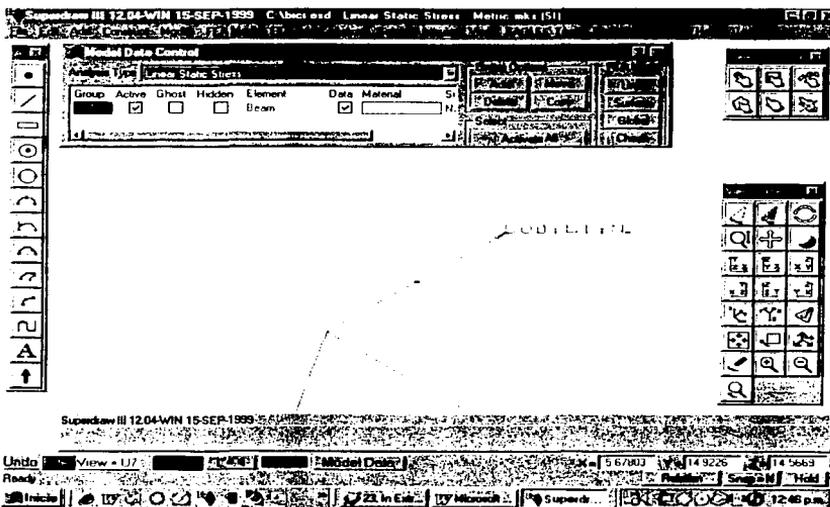


Figura 3.45 "Especificación de fuerzas y momentos en la estructura"

Solución

Modelado de la solución

Es en esta etapa donde la computadora realiza los cálculos de las ecuaciones diferenciales y de la matriz, para encontrar la solución. El tiempo en que se tarde en realizar éste, depende de la complejidad de la geometría, de la densidad y forma de la malla, de las condiciones de frontera, y de la capacidad de la máquina. En caso de que el modelado se pare, se deben de revisar las condiciones de frontera, como los grados de libertad y las restricciones, además hay que revisar el mallado y por supuesto el modelo de la geometría, para evitar que existan irregularidades que entorpezcan el análisis.

Post-Proceso

Post Proceso

Esta aplicación de la tarea de simulación provee de herramientas para mostrar e interpretar los resultados encontrados una vez que la solución ha terminado. Los resultados pueden inclusive ser extraídos para análisis de elemento finito posteriores para aun post-proceso. Existen diferentes maneras de mostrar los resultados, incluidos muestreos de forma y muestreos deformados de la geometría.

Normalmente para el análisis de vigas (usado para estudiar la estructura) se deben de revisar las deflexiones de la estructura antes de interpretar los esfuerzos (Fig. 3.45). Los errores en la condición de frontera o en las conexiones de los elementos son generalmente más fáciles de detectar en la gráfica de deflexión que en la de los esfuerzos.

Una vez que en general las deflexiones son razonables, se deben de buscar los mayores esfuerzos que se encuentren sobre las vigas. Una gráfica de esfuerzos mostrará las líneas que muestran los elementos en las vigas con los mismos colores que la escala de los esfuerzos. Haya que tener cuidado al interpretar los valores numéricos. Es importante el reconocer que el contorno de los algoritmos de los

esfuerzos es el promedio de los nodos que conectan en esa zona. Los esfuerzos cortantes, así como los esfuerzos cortantes causados por la torsión se entienden mejor con una flecha, la cual indica la magnitud y la dirección de los esfuerzos de corte. Así mismo los colores ayudan a la interpretación y localización de las mayores deflexiones y esfuerzos.

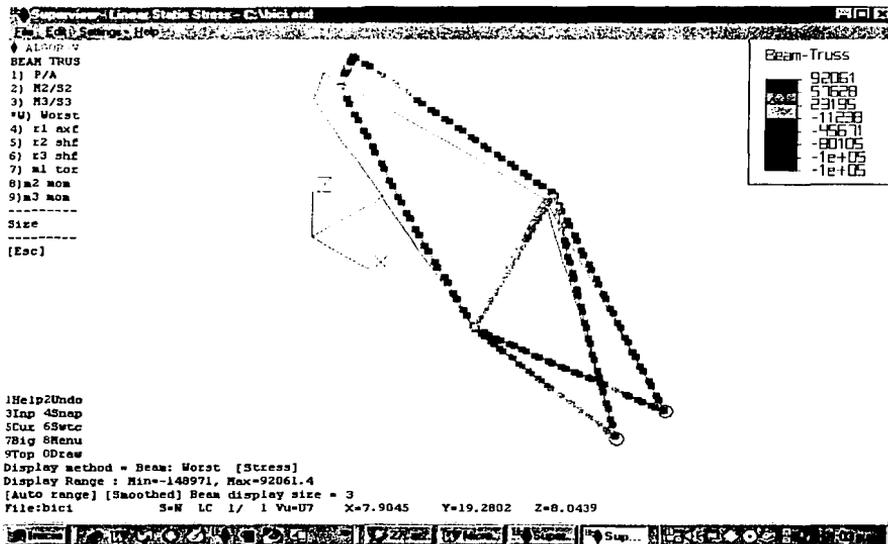


Figura 3.46 "Etapa de Post Proceso: Análisis de viga"

El desarrollo de este análisis se puede aplicar a la estructura del Mini Baja. A continuación se presentan dos casos de análisis del desplazamiento que sufre la estructura. El primero es un análisis estático bajo una carga de 7000 N considerando el caso crítico de que se suban hasta 6 personas más el piloto para alguna presentación, como ocurre al tomar la foto de equipo. El segundo análisis determinará el desplazamiento que ocurre en la estructura al aplicársele un momento en la parte frontal, para determinar si ésta cumple la rigidez mínima a la torsión establecida en las especificaciones.

1 Análisis bajo carga estática

Condiciones de frontera:

Puntos a,b,c,d: Restricciones de posición y giro en: Tx,Ty,Tz; Rx,Ry,Rz.

Aplicación de Momento:

Puntos 1,2,3,4,5,6: Magnitud (por punto): 801.15 N
Dirección: Eje z negativo

Puntos 7,8,9,10: Magnitud (por punto): 515.025 N
Dirección: Eje z negativo

Número de nodos y ecuaciones:

3579 nodos; 21414 ecuaciones

Material:

ASTM A 53 Grado B con ϕ_{ext} de 19.00 mm [3/4 in] (ϕ_{ext} real de 26.7 mm [1.050 in])

Resultados

Desplazamiento máximo de 2.5294 mm

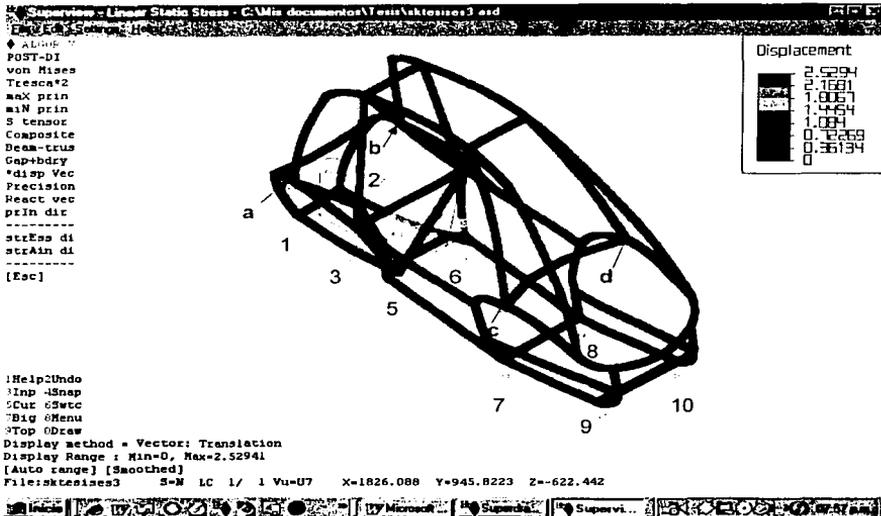


Figura 3.47 "Resultados de desplazamiento por carga estática"

II Torsión al frente de la estructura

Condiciones de frontera:

Punto a: Restricciones de posición y giro en: Tx,Ty,Tz; Rx,Ry,Rz.

Punto b: Restricciones de posición y giro en: Tx,Ty,Tz; Rx,Ry,Rz.

Aplicación de Momento:

Punto 1: Magnitud: 2712.0098 N*m

Dirección: Eje X negativo

Número de nodos y ecuaciones:

3579 nodos; 21426 ecuaciones

Material:

ASTM A 36 Grado B con ϕ_{ext} de 19.00 mm [3/4 in] ($\phi_{ext\ real}$ de 26.7 mm [1.050 in])

Resultados

Desplazamiento máximo de 0.02917 mm

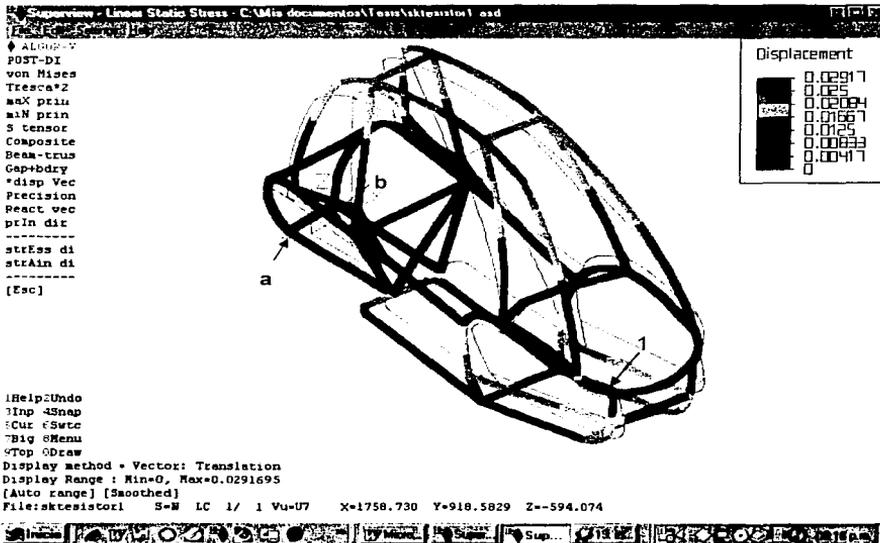


Figura 3.48 "Resultados de desplazamiento por torsión estructural"

3.4 Datos finales y resultados del FEA

La siguiente tabla contiene la información sobre la estructura obtenida de los resultados de los análisis realizados a ésta.

PROPIEDAD	RESULTADO
Peso	35.0818 Kg
Volumen	5735595.5687 mm ³
Superficie	3997867.0426 mm ²
Momento	
I _{xx}	8204665.0021 kg mm ²
I _{yy}	19824777.9395 kg mm ²
I _{zz}	15555948.1867 kg mm ²
I _{xy}	
I _{xz}	57937.9675 kg mm ²
I _{yz}	1985829.3699 kg mm ²
I _{yz}	4473.7371 kg mm ²
I _{xy}	
I _{xz}	
I _{yz}	
I _{xy}	
I _{xz}	426.6089 mm
I _{yz}	663.1376 mm
I _{xy}	587.4186 mm
I _{xz}	
I _{yz}	
I _{xy}	
I _{xz}	7702274.7553 kg mm ²
I _{yz}	19825119.3916 kg mm ²
I _{xy}	16057996.9815 kg mm ²
I _{xz}	
I _{yz}	
I _{xy}	
I _{xz}	0.9695, 0.0045, 0.2451 mm
I _{yz}	0.0056, 1.0000, 0.0037 mm
I _{xy}	0.2451, 0.0049, 0.9695 mm

Para el análisis de la rigidez a la torsión de la estructura, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Rigidez a la torsión: } \frac{\text{Torque}}{57 \text{ grados}} \times \frac{\text{distancia de medición}}{\text{deflexión}}$$

De acuerdo al segundo análisis realizado por FEA a la estructura, se obtiene una deflexión máxima de 0.02917 mm. Sustituyendo este valor y siendo la distancia de medición el extremo del tubo, así como el Torque de 2712.0098 se tiene:

$$\text{Rigidez a la torsión: } \frac{2712.0098}{57 \text{ grados}} \times \frac{13.35}{0.02917}$$

Rigidez a la torsión: 21775.1540 N*m /grados

De los resultados del análisis de desplazamiento, se puede concluir que:

- 1) El desplazamiento de 2.5294 mm causado por una carga estática de 7000N está dentro de los rangos permisibles que especifican un desplazamiento máximo de 12 mm.
- 2) Una vez determinado el valor de la rigidez torsional, se observa que éste se encuentra muy por arriba del valor mínimo establecido en las especificaciones, por lo que la estructura tiene una suficiente rigidez a la torsión para soportar las irregularidades del terreno.

3.5 Proceso de construcción del vehículo

Una vez definida la geometría, el material, y el diseño de la estructura, se procede a la construcción del mismo. Es muy importante que la construcción sea realizada con el mayor cuidado posible, para evitar que quede descuadrada o que tenga deficiencias en las uniones, ya que en ese caso la estructura tendría una diferente respuesta a lo analizado por medio de FEA.

El primer paso para construir consiste en crear un bastidor o pequeño andamio hecho de tubos o madera que esté lo mas recto posible. El realizar este bastidor ayudará a alinear los tubos y sujetarlos de una manera fija, para que al soldarlos no se muevan, así como garantizarán que los errores de alineación sean mínimos. Este bastidor también ayuda a que éste se mantenga nivelado, no importando la superficie sobre la

cual se coloque, por medio de unas patas retráctiles y de un nivel. Esto es de gran utilidad cuando se necesita colocar los miembros horizontales, así como los miembros que se encuentren con algún ángulo con respecto a la horizontal.

Ya que se tiene el bastidor o andamio, la etapa que procede es el de cortar todos los tubos de acuerdo a los planos. Es importante considerar un excedente (aprox. 10 cm) en el corte de aquellos tubos que se vayan a doblar en curvas, debido a que el material se estira y a que se debe tener una superficie de sujeción libre. Los tubos rectos no deben de tener un excedente mayor a 1cm, para evitar que haya desperdicios. Para tener un orden de los tubos, es muy buena idea marcarlos a cada uno con las claves correspondientes al número de pieza correspondiente a cada plano, de esta manera se evitarán errores al construir el vehículo.

La siguiente etapa es la de obtener las curvas en escala 1:1. Esto se puede realizar por medio de un plotter el cual directamente del software CAD imprime a la escala real el contorno de las curvas. Si el contorno de ésta es mas grande que el ancho del plotter, se puede dibujar a mano considerando las coordenadas, aunque éste método es mucho más inexacto. Es muy importante escribir la clave correspondiente al número de pieza del plano, para evitar errores y saber cuantos tubos se van a doblar en estas guías. Con las guías curvas, se construyen unos escantillones que no son mas que guías de acero sobre las cuáles se va a doblar el tubo. Estos se realizan en frío y a mano, debido a la longitud que pueden llegar a tener. Al tener listos los escantillones, estos se fijan en una mesa que esté empotrada al piso y se procede a doblar los tubos.

La etapa de doblado de tubo es una de las más delicadas. Primero se debe de fijar al escantillón de la manera más fija posible. Después con el otro extremo del tubo se va aplicando una fuerza en contra del escantillón, de tal forma que el momento aplicado va ejerciendo un esfuerzo suficiente para ir doblando el tubo. Una vez que el tubo ha tomado la forma requerida, se retira y se hacen los cortes necesarios conforme a planos.

Cuando ya se tienen doblados y cortados los tubos, la siguiente etapa es la de abocardado. El abocardado del tubo se realiza por fresado, dependiendo del diámetro del mismo se realiza con un diámetro de la fresa adecuada. Se debe de abocardar los tubos conforme a planos y conforme a los ángulos que en estos se especifiquen para garantizar una buena unión entre los miembros, así como para facilitar la soldadura.

Una vez que ya se tienen listos los tubos cortados, doblados y abocardados, se procede finalmente a construir el prototipo. Se comienza ensamblando la parte de abajo, soldando todos los elementos con soldadura MIG (la cuál garantiza una excelente unión al estar dentro de una atmósfera de Argón, con bajos costos), para proseguir con la parte media y finalmente la parte superior. Hay que apoyarse en el bastidor para que todo quede lo más recto posible, y evitar errores en sus dimensiones que conlleven a una estructura chueca. Una vez terminada la estructura se soldan todos los elementos tales como soportes, bases, orejas, etc. y se le dan los acabados necesarios a la soldadura para dejarla en un estado óptimo para el ensamble de los otros sistemas y para los acabados finales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO MINI BAJA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1 Desarrollo del producto Mini Baja

Al introducir cualquier producto a un mercado de consumo, se necesitan tres factores básicos que son: una necesidad que satisfaga al mercado de consumo, una percepción de que existe esa necesidad y un mercado que tenga capacidad de compra de esa necesidad. Antes de poner en marcha un proyecto de pequeñas y grandes magnitudes, antes de realizar análisis financieros y análisis de costos, se deben reconocer y analizar estos tres factores, para tener una buena estrategia de entrada al mercado y garantizar la venta del producto.

4.1.1 Necesidad y Mercado

Siendo la necesidad uno de los primeros factores a considerar, se encontró un mercado consumidor en zonas agrícolas, centros de esparcimiento, centros turísticos, agrupamientos de rescate, etc. donde se requiere un medio de transporte para una persona que sea pequeño, y ligero, para utilizarse en diversos terrenos agrestes (como son la playa, pantanos, desiertos, campos agrícolas, bosques, etc.) y climas inhóspitos (lluvia, sol, nieve, etc.) el cuál sea diseñado para fines recreativos y de trabajo.

4.1.2 Definición del producto

Se necesita que el producto cuente con la capacidad de transportar una persona, además de remolcar maquinaria y carga, entre otras aplicaciones. El producto debe de cubrir la necesidad teniendo como prioridad la seguridad del usuario, a bajos costos y de fácil mantenimiento.

4.1.3 Bandera del producto

Producto que permite transportar a una persona y carga ligera por terrenos agrestes diversos, con seguridad.

4.1.4 Estudio de Mercado

Para estimar las necesidades que tiene el mercado, se realizó una encuesta con la finalidad de recopilar información con respecto al producto presentado, de tal forma que se puedan definir la necesidad de una manera muy específica e información adicional que ayuden a definir los requerimientos y las especificaciones del producto de una manera más clara. A continuación se muestra el cuestionario aplicado:

Se está desarrollando un nuevo vehículo de aplicaciones diversas, y este cuestionario servirá para recopilar información útil y necesaria para el proyecto. De antemano agradecemos su participación. Gracias.

- 1) Usted es:
a) Mujer b) Hombre
- 2) ¿En que rango de edad se encuentra?
a) 20-25 b) 26-30 c) 31-35 d) 36-40 e) Mayor a 40
- 3) ¿Se encuentra usted laborando actualmente?
a) Sí. b) No.
- 4) ¿Conoce los vehículos denominados "Todo terreno (off road)" (cuatrimotos, camionetas, etc.)?
a) Sí. b) No.
- 5) ¿Posee actualmente un vehículo todo terreno?
a) Sí. b) No.

Si la respuesta fue No, favor de pasar a la pregunta 9

- 6) ¿Ha tenido algún tipo de problemas con estos vehículos?
a) Sí. b) No.
 - 7) ¿Qué tipo de problema?
-

- 8) ¿Cómo considera el precio de compra de su vehículo todo terreno?
a) Precio alto. b) Precio justo. c) Precio bajo.

Favor de continuar con la pregunta 9

- 9) De existir un nuevo vehículo para una persona todo terreno, ¿En cuál de las siguientes actividades lo utilizaría? (Puede marcar más de una opción).
 - a) Recreación.
 - b) Renta del vehículo.
 - c) Deporte.
 - d) Medio de transporte.
 - e) Herramienta de trabajo.
 - f) Actividades agrícolas u otras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Si su respuesta fue a, b, o c pasar a la pregunta 10, 11 y 12.

Si su respuesta fue d pasar a la pregunta 13, 14 y 15.

Si su respuesta fue e o f pasar a la pregunta 16 y 17

- 10) ¿Cuál de las siguientes características consideraría la más importante para un vehículo todo terreno? (Únicamente marcar tres opciones)
- a) Velocidad. b) Potencia. c) Diseño. d) Seguridad. e) Comodidad.
- 11) ¿En cuál de los siguientes terrenos utilizaría el vehículo? (Puede marcar más de una opción)
- a) Terreno lodoso.
b) Terreno con nieve.
c) Arena (playa).
d) Terreno Boscoso.
e) Pedregal.
f) Otro. ¿Cuál? _____
- 12) ¿En cuál de las siguientes pruebas le interesa más como evento deportivo para un vehículo todo terreno? (Puede marcar más de una opción)
- a) Maniobrabilidad.
b) Subir una pendiente.
c) Aceleración.
d) Rock Crawling (Control sobre terreno rocoso).
e) Resistencia a campo traviesa.
f) Todas las anteriores.

Favor de continuar en la pregunta 18.

- 13) En la localidad donde vive, los caminos son:
- a) Pavimentados b) de terracería c) Brechas
- 14) ¿Cuánta distancia recorre diariamente de su casa al lugar de trabajo? (Únicamente marcar una opción)
- a) Menos de 1 km
b) De 1 a 5 km
c) De 5 a 10 km
d) Más de 10 km
- 15) ¿Cuál de las siguientes características considera la más importante para el transporte en su localidad? (Únicamente marcar tres opciones)
- a) Seguridad.
b) Economía en el uso de gasolina.
c) Movilidad en cualquier tipo de camino.
d) Comodidad
e) Velocidad

Favor de continuar en la pregunta 18.

- 16) ¿En cuál de las siguientes aplicaciones utilizaría un vehículo todo terreno como herramienta de trabajo? (Puede marcar más de una opción)
- a) Vehículo de transporte.
b) Vehículo para remolcar equipo de trabajo, herramientas, vehículos ligeros, etc.
c) Vehículo para supervisar playas, bosques, reservas ecológicas, etc.
d) Vehículo para aplicaciones agrícolas o aplicaciones de jardinería.
e) Otras. ¿Cuáles? _____

- 17) ¿Cuál de las siguientes características considera la más importante para un vehículo todo terreno personal como herramienta de trabajo? (Únicamente marcar tres opciones)
- Potencia.
 - Velocidad.
 - Facilidad y bajos costos de operación.
 - Facilidad y bajos costos de mantenimiento.
 - Durabilidad.

Favor de continuar con la pregunta 18.

- 18) ¿Con que frecuencia utilizaría el vehículo personal todo terreno? (Únicamente marcar una opción)

- Toda la semana.
- 3 veces por semana.
- 1 vez por semana.
- 2 veces por mes.
- 1 vez por mes.

- 19) ¿Cuánto consideraría un precio justo (en Pesos) por un vehículo personal todo terreno que cumpla con las características deseadas (Cualesquiera que haya sido su elección en la pregunta 8)?

- 10,000 a 20,000
- 20,000 a 30,000
- 30,000 a 40,000
- 40,000 a 50,000

- 20) Suponiendo se ofrezca un vehículo personal todo terreno totalmente nuevo que cumpla con las características deseadas, a un precio justo, ¿Le interesaría adquirir un nuevo vehículo personal todo terreno?

- Sí
- No

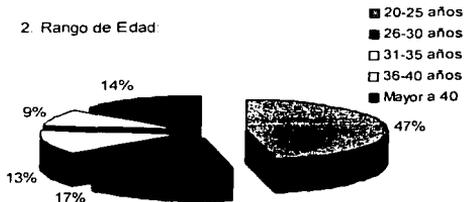
Los resultados que se obtuvieron con el cuestionario son los siguientes:

1. Usted es:



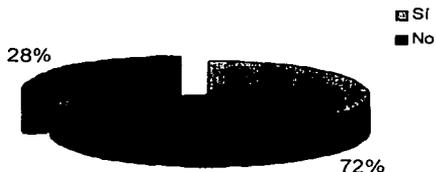
1.- El campo donde se realizó la encuesta consideró ambos sexos, debido a que los vehículos todo terreno pueden ser utilizados por ambos sexos.

2. Rango de Edad:



2.- El rango de edad que más contestó la encuesta se encuentra entre los 20-25 años, seguido por 26-30 por lo que se puede determinar que el mercado consumidor será en su mayoría por gente joven.

3. ¿Labora actualmente?



4. ¿Conoce los vehículos "Todo Terreno"?



5. ¿Posee un vehículo "Todo Terreno"?



6. ¿Ha tenido algún problema con este vehículo?



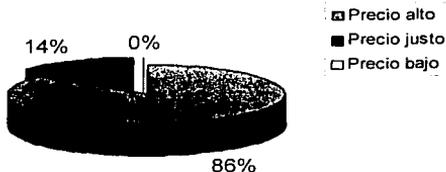
3.- De las personas encuestadas, un 72% trabaja. Este dato es muy importante, debido a que este sector de la población podría contar con los recursos suficientes para comprar el vehículo

4.- Debido a que una gran parte de la población (96% de esta muestra) conoce los vehículos todo terreno, por lo que los costos de comercialización para dar a conocer el vehículo podrían ser no muy costosos.

5.- En esta muestra poblacional, sólo un 8% posee un vehículo todo terreno. Este dato es muy importante, ya que existe un gran mercado potencial que podría estar interesado en el vehículo.

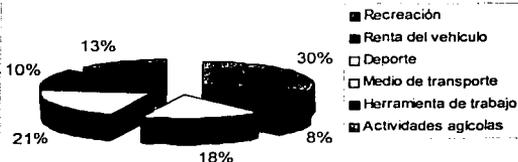
6.- Casi dos terceras partes de las personas que tienen un vehículo todo terreno han tenido algún problema con el mismo, como alto consumo de combustible, problemas mecánicos en la suspensión, falta de refacciones, etc. (respuestas a la pregunta 7)

8. ¿Como considera el precio de compra de su vehículo?



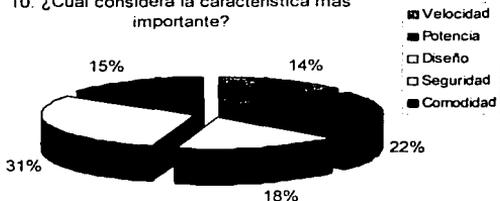
8.- Un 86% de quienes tienen un vehículo todo terreno considera que el precio que pagó por él es alto. Este dato es relevante porque si se desarrolla un vehículo todo terreno con un precio bajo en la venta, podrá tener más aceptación en el mercado.

9. ¿En que actividad utilizaría un vehículo todo terreno para una persona



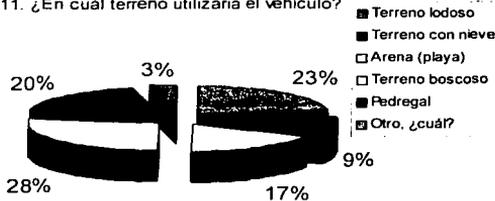
9.- En esta gráfica se observa que la posible aplicación más aceptada para estos vehículos son del tipo recreacional. Sin embargo, su uso como medio de transporte y en el deporte tienen grandes perspectivas de aplicación.

10. ¿Cuál considera la característica más importante?



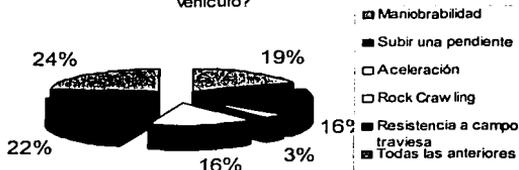
10.- Las personas que seleccionaron las tres primeras opciones de la pregunta anterior, consideran como característica más importante la seguridad, seguida por la potencia y el diseño.

11. ¿En cuál terreno utilizaría el vehículo?



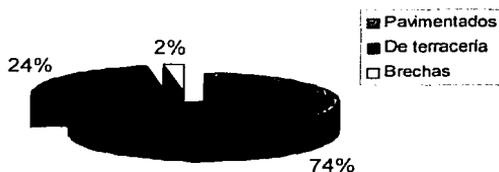
11.- Al ser un vehículo de recreación, de renta o deportivo, se usaría en prácticamente cualquier tipo de terreno, sobresaliendo la preferencia de terrenos boscosos y lodosos. En cuanto a los terrenos arenosos (playa) se observa un gran potencial para su aplicación.

12. ¿Que prueba deportiva le interesa más para el vehículo?



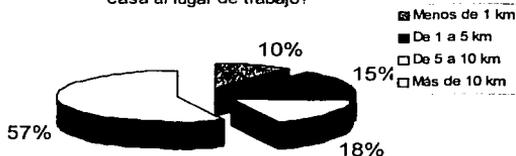
12.- Considerando las cualidades deportivas de un vehículo todo terreno, prácticamente el interés de la muestra se decidió por todas, notándose una ligera preferencia por la maniobrabilidad y la resistencia a campo travesía.

13. ¿En la localidad donde vive, los caminos son:



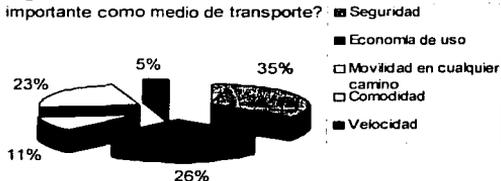
13.- La muestra poblacional que consideró las aplicaciones del vehículo todo terreno como medio de transporte, vive en su mayoría en zonas pavimentadas.

14. ¿Cuanta distancia recorre diariamente de su casa al lugar de trabajo?



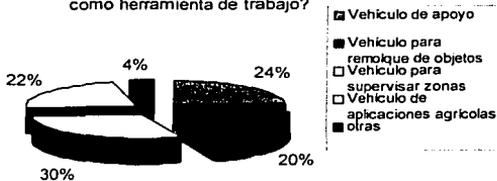
14.- La mayoría de las personas (casi 2/3 partes de la muestra total) tiene que recorrer más de 10 km de su casa al lugar donde labora. Este dato es importante para tomarse en cuenta en la determinación de la autonomía del vehículo.

15. ¿Cuál característica considera la más importante como medio de transporte?



15.- Al considerarse este vehículo como medio de transporte, sobresalen las siguientes características que debería tener el vehículo: ser seguro, que sea económico en el consumo de gasolina, y que sea cómodo.

16. ¿En qué aplicaciones utilizaría el vehículo como herramienta de trabajo?



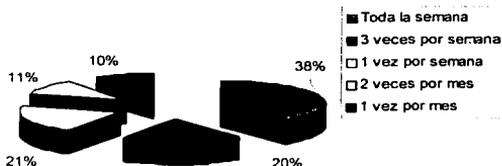
16.- Las personas que escogieron la aplicación del vehículo como herramienta de trabajo, consideran casi de igual importancia las diferentes aplicaciones de trabajo, sobresaliendo en gran medida el uso como vehículo para supervisar zonas (boscosas, ranchos, parques federales, etc.

17. ¿Qué característica considera la más importante como herramienta de trabajo?



17.- Las características más importantes que consideran las personas que un vehículo todo terreno como herramienta de trabajo son: Potencia, bajos costos y facilidad de mantenimiento y bajos costos y facilidad de operación.

18. ¿con que frecuencia utilizaría el vehículo?



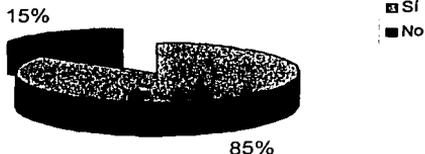
18.- La mayoría de las personas usarían el vehículo toda la semana. Este dato es muy importante porque determina el desgaste que podría tener el vehículo.

19. ¿Qué rango de precios (en pesos) considera justo para un vehículo todo terreno?



19.- Al preguntar cuanto consideraría un precio justo para este vehículo, se observa que no convergen en ningún rango, siendo el más seleccionado el rango de 20,000 a 30,000 pesos, seguido muy de cerca por el rango de 40,000 a 50,000 pesos.

20. ¿Compraría un vehículo todo terreno de dichas características a un precio justo?



20.- Una gran mayoría de las personas estaría dispuesto a comprar un vehículo todo terreno que cumpla sus necesidades a un precio justo. Este dato es de gran relevancia, porque da una idea de la aceptación del vehículo en el mercado.

4.1.5 Requerimientos y especificaciones del producto

Una vez realizado el análisis de mercado, se pueden determinar los principales requerimientos y especificaciones del vehículo todo terreno. Estos deben estar enfocados a cubrir principalmente las necesidades del mercado (obtenidos en el capítulo anterior), ya que éste es el que comprará el vehículo.

Requerimientos:

1. Comodidad.
2. Bajos costos de operación.
3. Bajos costos de mantenimiento.
4. Diseño atractivo.
5. Durabilidad.
6. Economía en el consumo de gasolina.
7. Seguridad.
8. Potencia

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Especificaciones generales:

Tipo de vehículo:	Vehículo Tubular Todo Terreno.
Capacidad:	1 persona.
Autonomía:	40 km
Máxima velocidad en una superficie plana:	60 Km/h
Velocidad en una pendiente:	10 Km/h

Peso:	198 Kg (Sin conductor)
Radio de giro:	1500 mm
Ancho:	1200 mm
Largo:	1800 mm
Altura:	1400 mm
Motor:	Briggs & Stratton 10 H.P.
Tren motriz:	Convertidor variable de torque (CVT) con caja reductora de tres posiciones: Avance, Neutral, Reversa.
Frenos:	1 Disco en el eje trasero.
Suspensión delantera:	Doble brazo tipo "A".
Suspensión trasera:	Brazo tipo arrastrado
Dirección:	Tipo piñón cremallera.
Carrocería:	Material compuesto.
Llantas delanteras:	21x7x10 todo terreno
Llantas traseras:	22x8x10 todo terreno
Cinturón de seguridad:	Tipo profesional de competencias, con 5 puntos de apoyo.
Asiento:	Poliuretano de alta densidad con base de fibra de vidrio.

Tabla 4.1 "Especificaciones del vehículo."

Teniendo los requerimientos, y las especificaciones del producto, se procede a una parte muy importante que es el proyecto de la empresa, donde se establecen las políticas y características de la misma.

4.2 Proyecto de la empresa

Una vez que se han determinado los tres factores básicos (una necesidad que satisfaga al mercado de consumo, una percepción de que existe esa necesidad y un mercado que tenga capacidad de compra de esa necesidad) y que es factible introducir un producto en el mercado de consumo, es conveniente establecer las características y los objetivos del proyecto de la empresa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.1 Descripción de la empresa

La empresa estará comprendida por la aportación de capital de diferentes socios e inversionistas, determinando con ello que la misma estará constituida bajo el régimen de sociedad. La creación del proyecto de empresa es independiente, pero vinculada en un gran porcentaje en el sector de la industria automotriz, en el sector de la industria de motos y sobretodo en el sector de la industria de las cuatrimotos.

El principal enfoque al comienzo de la empresa, es satisfacer una necesidad que no se encuentra del todo cubierta por los actuales vehículos, al hacer notar al público consumidor la importancia y las ventajas que se tendrán con el nuevo vehículo. De acuerdo con el análisis de mercado, el nicho de consumidores potenciales se encuentran prácticamente en toda la república Mexicana, debido a la diversidad de aplicaciones que cubre el nuevo producto. En cuanto al porqué adquirir nuestro producto, se ha enfocado a la facilidad de operación, diseño y seguridad entre otras cosas, teniendo como resultado un vehículo que cubre prácticamente con la mayoría de las necesidades de los consumidores de acuerdo a la utilización que se le dé al vehículo. Todo con un costo mucho más bajo con respecto a la competencia.

En cuanto a la fabricación del vehículo, se utilizará maquinaria convencional para abaratar los costos, y con el mismo fin el uso de algunas piezas comerciales, mientras que para piezas mucho más complejas se mandarán maquilar. Esto se verá más a detalle en el análisis financiero.

Una de las razones principales que nos motivan al lanzamiento de este nuevo producto, es el hecho de que existe una explotación de estos vehículos casi nula, debido a que se les da un enfoque principalmente recreativo y a lo costoso que resultan siendo solo muy pocos consumidores logran obtenerlos. Además, gracias a las encuestas se puede inferir en las necesidades a un nivel más detallado de los consumidores; en base a ello se ha adaptado nuestro producto a sus requerimientos,

por lo que se puede satisfacer de una mejor manera las necesidades del cliente, y por ende, atraerlos hacia nuestro producto.

Las metas a corto plazo son dar a conocer nuestro producto y hacer que éste se establezca como un vehículo necesario para varias aplicaciones particulares. El objetivo de venta en los primeros años será de 4,000 unidades al año. Las metas a largo plazo son el desarrollo de alternativas de los vehículos que cumplan cubran necesidades aún más específicas y la comercialización de vehículos para el extranjero.

4.2.2 Misión

Realizar vehículos personales e innovadores que cubran una gran cantidad de aplicaciones específicas de los consumidores y que garanticen una permanencia creciente en el mercado.

4.2.3 Visión

Ser una empresa competitiva a nivel mundial, en aquellas categorías de productos y segmentos de mercado en las cuáles se desee participar por medio de productos que cuenten con tecnología y que compitan con ventaja por su calidad, servicio y precio, manteniendo la flexibilidad para detectar oportunidades de negocio, que nos permitan estar al alcance de los consumidores.

4.2.4 Situación actual

Siendo la empresa nueva, se busca desarrollar un tipo específico de vehículos todo terreno monoplaça, el cuál deberá de satisfacer diferentes necesidades como son la recreación, el deporte, el transporte, y como herramienta de trabajo, teniendo como prioridad la seguridad del usuario y la excelencia en la calidad del producto y del servicio.

4.3 Análisis Financiero

El análisis financiero está compuesto por dos rubros principales, siendo el primero el análisis de costos del vehículo Mini Baja, en donde se determinará el costo total del vehículo bajo una producción anual de 4000 unidades al año, y la segunda parte se trata de un análisis completo considerando los gastos de producción, gastos de operación, los gastos administrativos, etc. para obtener el tiempo de retorno de la inversión, así como establecer el precio de venta final del vehículo.

4.3.1 Reporte de costos del vehículo

El reporte de costos del vehículo Mini Baja se realiza considerando todas las piezas del vehículo, el ensamble y la mano de obra. Las piezas que conforman el vehículo provienen de dos maneras, unas son compradas (al ser piezas comerciales como los rines, las llantas, etc.) y otras son fabricadas bajo un diseño propio. Para ambos casos se deberá obtener el costo de producción (como se verá más adelante). Además se deberá considerar el costo de la mano de obra, y gastos adicionales o indirectos, tales como agua, luz, etc.

Nota: El reglamento establece que los costos de producción y manufactura (maquinado, mano de obra, ensamble, etc.) se deben de realizar en USD, sin realizar el cambio a moneda nacional, para homogeneizar los análisis de costos y para que todas las universidades trabajen bajo las mismas bases. Por lo tanto el presente trabajo trabajará bajo esa premisa utilizando las tablas guía que para ello se indica. Esto aplica para todas las universidades.

Debido a que existen muchos procesos para fabricar piezas, se presenta a continuación una tabla (Tabla 4.2) donde se especifican los costos para las operaciones de maquinado más comunes. Cuando el proceso no se encuentre en esta tabla, o su unidad de medida sea el tiempo, entonces el costo se determinará por la fracción de tiempo en minutos multiplicado por el costo de la mano de obra.

Operación	Precios en USD
Mano de Obra	\$ 8.00 / hora (60 minutos)
Maquinado CNC (tiempo)	\$ 50.00 / hora
Soldadura (por cm)	\$ 0.13 / cm
Taladrado	\$ 0.35 / agujero
Agujero machueado	\$ 0.70 / agujero
Corte de tubos	\$ 0.15 / cm
Doblado de tubo	\$ 0.75 / dobléz
Corte No metálico	\$ 0.08 / cm
Abocardado	\$ 0.75 / abocardado
Corte de láminas de metal	\$ 0.20 / corte
Agujero en láminas de metal	\$ 0.20 / agujero
Doblado de láminas de metal	\$ 0.05 / dobléz
Estampado en láminas de metal (proceso)	\$ 0.0075 / cm ²
Fundición en arena (proceso)	\$ 6.6 / kg
Fundición en molde (proceso)	\$ 8.8 / kg
Inyección de plástico (proceso)	\$ 6.05 / kg
Fresado	\$ 25.00 / hora
Torneado	\$ 15.00 / hora
Ensamble de tuercas, tornillos, etc	\$ 0.02 / u

Tabla 4.2 "Costos de operaciones de maquinado más comunes"

En cuanto al costo por la adquisición del material, a continuación se presenta una tabla (tabla 4.3) donde se especifican los costos a considerar de algunos materiales.

Material (densidad)	Precios en USD
Acero suave e.g. 1010, 1025 (7850 kg/m ³)	\$ 0.66 / kg
Acero aleado e.g. 4130 Crommoly (7850 kg/m ³)	\$ 1.32 / kg
Aluminio (2710 kg/m ³)	\$ 0.195 / kg
Magnesio (1800kg/m ³)	\$ 4.95 / kg
Materiales compuestos sin grafito	\$ 88 / kg
Materiales compuestos con grafito	\$ 220 / kg

Tabla 4.3 "Costos de materiales"

Si el material no se encuentra en esta tabla, la manera de obtener su precio es el de considerar al material con un costo de mayoreo. Este costo de mayoreo se debe asumir como el 70 por ciento del valor comercial del material ($0.70 * \text{costo comercial del material}$).

Cuando las piezas sean compradas, se aplica otro criterio para poder adecuarlas a una producción de 4000 unidades al año. El costo de piezas compradas se debe de asumir como el precio de Manufactura de Equipo Original (OEM por sus siglas en inglés). Para obtener el costo OEM se debe de asumir como el 40 por ciento del precio de venta en la distribuidora ($0.40 * \text{costo de la pieza}$).

Para realizar de una manera más fácil y ordenada el reporte de costos del vehículo, se debe de subdividir en los siguientes sub-ensamble:

1. Motor.
2. Transmisión.
3. Tren motriz.
4. Llantas.
5. Rines.
6. Mecanismo de dirección.
7. Suspensión delantera.
8. Suspensión trasera.
9. Estructura.
10. Carrocería .
11. Frenos.
12. Equipo de seguridad.
13. Equipo eléctrico.
14. Tornillería.
15. Misceláneos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

primera consta de la información del material, y la segunda consta de la información sobre el proceso de corte o conformado.

**MINIBALTA
FORM B**

Subassembly _____

Fabricated Part Listing for Item _____

Material Cost

Part Name	Material	Quantity	Cost
Sub-Total			

Labor Cost

Manufacturing Process	Fabrication Time in Minutes	Direct Labor	Overhead	Cost
Sub-Total				

Total Fabrication Time _____

Material Total _____

Labor Total _____

Subassembly Total _____

Figura 4.2 "Formato B para reporte de costos de fabricación"

Utilizando de una manera apropiada estas tablas se puede elaborar el reporte de costos de vehículo. Debido a la extensión del reporte de costos es demasiado extensa (más de 200 páginas), no se incluye en este trabajo, sin embargo a continuación se presenta un ejemplo de cómo se deben de utilizar los formatos para un sistema completo. El sub-ensamble presentado es la transmisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La primera parte consta del formato A (Fig. 4.3), donde se encuentran descritas las diferentes características de las piezas utilizadas en él. El assembly overhead, se refiere al costo extra que se tiene por ensamblar el sistema, de acuerdo al tiempo y los costos que se tienen de mano de obra. Por último se tiene el costo final del sistema, el cuál se va a reportar en la hoja oficial de costos.

La segunda parte consta del formato B (Fig. 4.4a y 4.4b), donde (como ya se explicó anteriormente) se encuentra dividida en dos secciones. La primera sección corresponde al material, donde se especifican las características principales de éste, así como el subtotal del material de la pieza. La segunda sección se refiere a las operaciones de maquinado, el tiempo parcial de cada proceso, así como los costos derivados de la mano de obra y del proceso en sí. Se determina el tiempo total de fabricación y por último se obtiene el costo parcial de esta sección, y al final se calcula el costo de fabricación de la pieza, que es el que se reporta en el formato A.

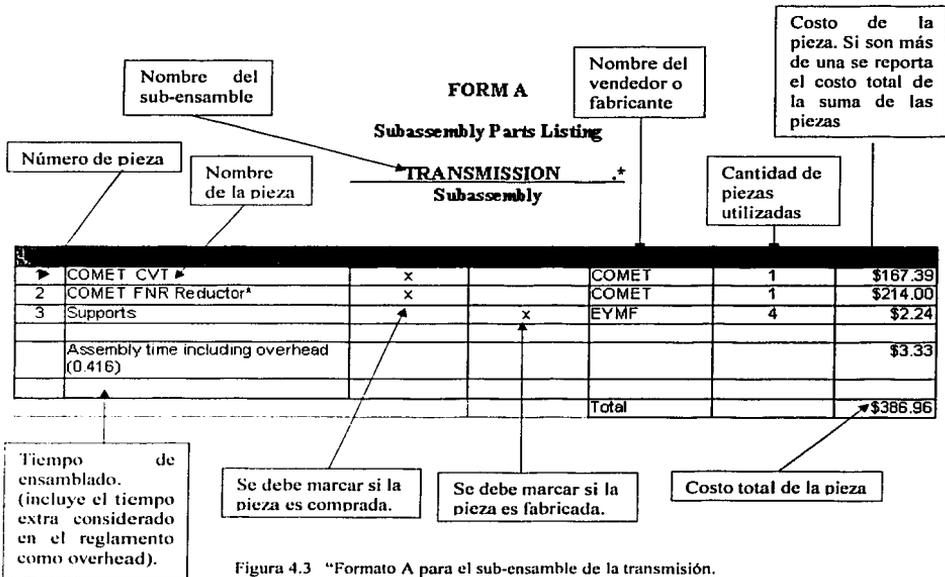


Figura 4.3 "Formato A para el sub-ensamble de la transmisión.

FORM B

TRANSMISSION
Subassembly

Fabricated Part Listing for item 3 SUPPORTS

Material Cost				Costo material del
Gearbox Supports Quantity: 4	Plate Steel 50.8 X 6.4	50 cm		\$0.40
				\$0.40

Nombre del sub-ensamble: TRANSMISSION Subassembly

Número y nombre de la pieza: 3 SUPPORTS

Nombre de la pieza y cantidad: Gearbox Supports Quantity: 4

Material, características importantes y dimensiones generales: Plate Steel 50.8 X 6.4

Cantidad del material: 50 cm

Costo por concepto de materiales: \$0.40

Figura 4.4a "Primera sección del formato B para sub-ensamble de transmisión"

Proceso de Manufactura	Tiempo de fabricación en minutos	Costo de mano de obra	Costo de sobrecarga	Costos subtotales de cada proceso
Labour Cost				
Cut off gearbox supports	3.5	\$0.47	\$0.39	\$0.86
Weld gearbox supports	1.5	\$0.20	\$0.17	\$0.37
Drill gearbox supports	1	\$0.13	\$0.11	\$0.24
Radiusing	1.5	\$0.20	\$0.17	\$0.37
				\$1.84
Total fabrication time	7.5		Material Total	\$0.40
			Labour Total	\$1.84
Tiempo total de fabricación		Costo total del material	Subassembly Total	\$2.24
		Costo total de mano de obra		Costo total del subensamble de la pieza

Figura 4.4b "Segunda sección del formato B para sub-ensamble de transmisión"

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Con ambos formatos, se realiza el reporte de costos de todos los sub-ensambles. Una vez que se tienen los costos de material, resultado el precio final de producción del vehículo.

Reporte Oficial De Costos

SISTEMA	EMPRESA O DESCRIPCION	COSTOS DE SUB-ENSA MBLE		COSTOS DE FABRICACIÓN	SUBTOTAL	
		Material	Mano de Obra	Mano de Obra	Material	Mano de Obra
1. Motor	BRIGGS & STRATTON	\$0.10	\$4.88	\$1.34	\$350.88	\$6.22
2. Transmisión	COMET	\$0.40	\$6.15	\$1.84	\$421.79	\$7.99
3. Tren motriz	EYMF	\$13.36	\$8.58	\$62.29	\$59.24	\$70.87
4. Llantas	TEAM MR. USA	\$0.00	\$4.88	\$0.00	\$111.92	\$4.88
5. Rines	TEAM MR. USA	\$0.00	\$4.88	\$0.00	\$101.55	\$4.88
6. Mecanismo de dirección	EYMF	\$13.50	\$8.58	\$72.26	\$68.92	\$80.84
7. Suspensión delantera	EYMF	\$14.45	\$9.76	\$47.09	\$58.83	\$56.85
8. Suspensión trasera	EYMF	\$6.71	\$7.40	\$14.29	\$104.20	\$21.69
9. Estructura	EYMF	\$32.79	\$29.60	\$52.49	\$32.79	\$82.09
10. Carrocería	EYMF	\$9.42	\$4.44	\$148.48	\$9.42	\$152.92
11. Frenos	EUROIVAN	\$0.65	\$11.84	\$1.93	\$56.36	\$13.77
12. Equipo de seguridad	JULIO CESAR V	\$0.00	\$7.40	\$0.00	\$52.87	\$7.40
13. Equipo eléctrico	LASO AUTOSERVICIO	\$0.00	\$4.44	\$0.00	\$15.90	\$4.44
14. Tornillería	LASO AUTOSERVICIO	\$0.00	\$7.40	\$0.00	\$3.40	\$7.40
15. Misceláneo	AM	\$0.00	\$14.80	\$0.00	\$78.82	\$14.80
TOTAL					\$1526.89	\$537.04

COSTO TOTAL DEL VEHÍCULO \$2,063.9 USD
 (Material + Mano de obra)

Tabla 4.4 "Reporte Oficial de Costos"

Finalmente se obtiene el costo del vehículo en moneda nacional a una tasa de cambio de \$11.00 MN por cada \$1.00 USD dando como resultado un precio total de: **\$22,703.00 MN**. Este es el costo de producción que se utilizará en el análisis financiero.

4.3.2 Localización de la planta

Un factor muy importante para el éxito del proyecto es la localización de la planta. Se deben estudiar muy cuidadosamente los factores que integran a esta selección, como la mano de obra, las fuentes de materia prima, la infraestructura necesaria, etc. La manera en que se realizó la localización de la planta corresponde a la del diagrama 4.1, donde se hace ver de una forma más explícita los pasos a seguir.

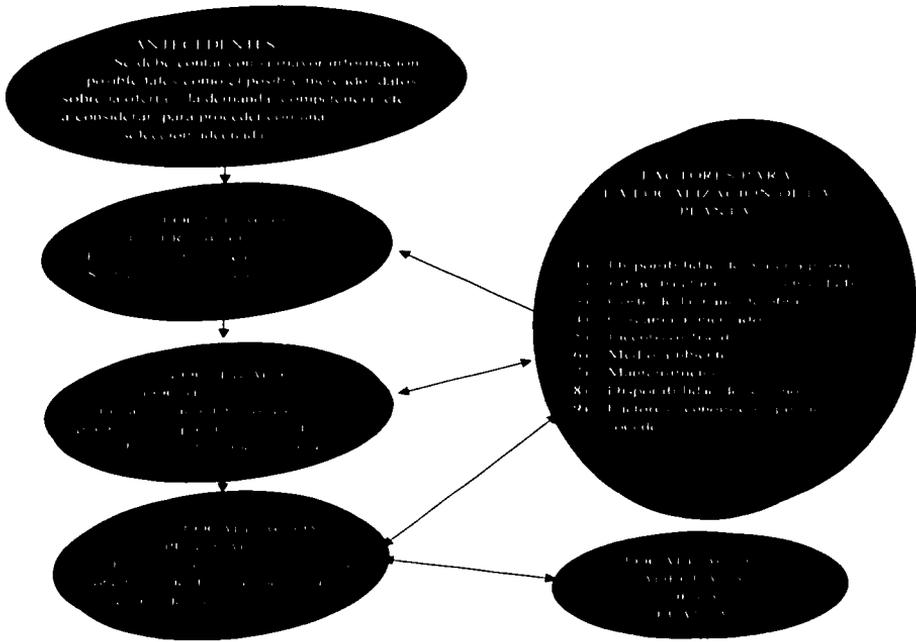


Diagrama 4.1 "Localización de la Planta"

Siguiendo este criterio de selección, encontramos que de acuerdo al mercado que se pretende penetrar, la localización internacional radica en la República Mexicana, sin embargo, debido al hecho de que se tiene pensado incursionar en otros mercados internacionales, no se cierra la alternativa a tener una planta en otro país.

La selección regional es un poco más compleja, debido a las innumerables opciones viables que se tienen, sobresaliendo dos: La región de Monterrey, y la del Distrito Federal y área metropolitana. La región de Monterrey presenta grandes ventajas por la cercanía de la frontera y la cantidad de mercancía que se transporta, sin embargo, es en el centro del país donde se encuentra localizadas la mayoría de las empresas automotrices, así como sus distribuidoras, siendo éste un factor determinante cuando se trata de la construcción de un vehículo que utiliza piezas automotrices comerciales. Otro factor es la el gran suministro de materia prima de la zona además de que es un buen punto de partida para establecer una buena introducción del mercado a nivel nacional.

De acuerdo a esto, se tiene que los dos lugares a evaluar en la localización puntual son el Distrito Federal y Naucalpan, Estado de México.

Los factores a considerar en esta selección son:

- a. Disponibilidad de materia prima.
- b. Infraestructura (electricidad, accesibilidad, etc.)
- c. Cercanía al mercado.
- d. Mano de obra.
- e. Medio ambiente.
- f. Disponibilidad de terrenos.
- g. Factores políticos, económicos y sociales.
- h. Incentivos fiscales.

De acuerdo con las dos opciones de localización, y con la investigación realizada para tal fin, se obtuvo la siguiente información:

Factor	Distrito Federal	Naucalpan, Edo. de México
a	Buena disponibilidad de materia prima pero los gastos de importación en cuanto a seguro y flete son elevados.	Mejor disponibilidad de materia prima, debido a ser una zona industrial. El acceso puede ser por ferrocarril o por transporte sobre ruedas.
b	Buena infraestructura. Costos accesibles, pero algunos problemas con el suministro de voltajes industriales.	Excelente infraestructura para fines industriales. La infraestructura se encuentra respaldada por CFE para suministro industrial.
c	Excelentes condiciones para un mercado del tipo recreativo-deportivo principalmente. Se encuentra un poco limitada en el sentido de distribución fuera de la ciudad.	Excelentes condiciones para penetrar a un mercado más masivo, al tener la facilidad de distribuir fuera de la zona por la facilidad del medio de transporte como el ferrocarril.
d	Buenas condiciones para la mano de obra ya que en general no se requieren conocimientos especiales y se puede capacitar fácilmente.	Buenas condiciones para la mano de obra ya que en general no se requieren conocimientos especiales y se puede capacitar fácilmente.
e	Se encuentran con restricciones debido a que en el Distrito Federal se encuentra saturada de fábricas y se está en un proceso para sacar dichas fábricas de la zona	Se tiene una mejor infraestructura por ser zona industrial para recolección de desechos, además se cuentan con la creación de parques industriales que tienen en cuenta el medio ambiente.
f	Se encuentran pocos terrenos disponibles, teniendo estos costos muy altos.	Disposición de terrenos accesibles y adecuados para las necesidades del proyecto de la empresa, debido al tipo de zona industrial.
g	Mucha delincuencia en la zona, lo que incrementa demasiado los costos de aseguramiento. Poca estabilidad social, debido a que se concentran manifestaciones y protestas al encontrarse centralizado el poder en la capital.	Mejor estabilidad económica y social, mejores planes de desarrollo industrial. Sin embargo los índices de delincuencia también se encuentran altos.
h	Pocos incentivos fiscales, debido al deseo de descentralizar las actividades industriales en el Distrito Federal.	Mejores incentivos fiscales, tales como: condonación de impuestos estatales (en algunos casos), facilidades para crear infraestructura, créditos, etc.

Comparando las dos alternativas, se observa que el parque industrial de Tlalnepantla del estado de México presenta mejores alternativas y mayores ventajas casi para la mayoría de los factores, por lo que se selecciona como lugar para establecer la planta.

4.3.4 Activos fijos

TERRENO Y CONSTRUCCIÓN	\$15,700,000.00 MN
Características: Localizado en Alce Blanco, Naucalpan, con un terreno de 4,900 m ² y una construcción de 5,800 m ² . Contacto: A. Cuevas Bienes Raíces.	
Terreno:	\$490,000.00 MN
Construcción:	\$ 15,210,000.00 MN
MAQUINARÍA Y EQUIPO DE PRODUCCIÓN Y AUXILIAR	\$ 1,000,300.00 MN
3 Fresadoras Verticales No. 2 modelo BRIDGEPORT 11R2E4, 3 EJES	\$534,000.00 MN
3 Taladros de banco modelo CRAFTSMAN 1 ½ HP MOD. 137.219090	\$ 21,900.00 MN
2 Tornos modelo COLCHESTER # 1400	\$133,000.00 MN
4 Cortadores de esmeril modelo CRAFTSMAN 3300RPM	\$ 14,400.00 MN
4 Máquinas para soldar tipo MIG modelo	\$ 68,000.00 MN
2 Cizallas para corte de lámina modelo UNIVERSAL PEXTO CALIBRE 20 X 6'	\$110,000.00 MN
2 Dobladoras de lámina de cortina modelo CHICAGO # 334 25 TON X 5'	\$ 89,000.00 MN
Otros	\$ 30,000.00 MN
EQUIPO Y MUEBLES DE OFICINA	\$298,618.00 MN
15 Impresoras modelo CANON I550	\$ 22,500.00 MN
30 teléfonos modelo TELEFONO ALAMBRICO FACITEL CLA	\$ 12,870.00 MN
3 Scanners modelo ESCANER EPSON PERFECTION 1260	\$ 2,307.00 MN
36 Escritorios modelo ELEMENTS ESCRITORIO EJECUTIVO GRIS/NEGRO 30X60.	\$ 64,764.00 MN

5 Faxes modelo FAX SHARP PAPEL BOND UP200U	\$ 4,495.00 MN
8 Copiadoras modelo COPIADORA DIGITAL CANON D320	\$ 52,792.00 MN
30 archiveros modelo ARCHIVERO 2 GAVETAS NEGRO PRODATEC	\$ 44,970.00 MN
80 Sillas modelo SILLA DE TRABAJO CON BRAZOS NOVIMEX	\$ 63,920.00 MN
Otros (Consumibles)	\$ 30,000.00 MN
EQUIPO DE TRANSPORTE	\$537,150.00 MN
3 Autos MARCA GM MODELO CHEVY:	\$209,970.00 MN
2 Camionetas tipo PICK UP MARCA GM MODELO	\$327,180.00 MN
DISPOSITIVOS Y HERRAMENTAL	\$ 400,000.00 MN
Herramental varios (buriles, brocas, fresas, etc.)	\$ 20,000.00 MN
Dispositivos varios (Sistemas de fijación, disp. De medición, etc.)	\$ 80,000.00 MN
20 Computadoras modelo SONY VAIO PCV RX93M	\$300,000.00 MN
Total activos fijos	\$17,936,068.00 MN

4.3.5 Activos diferidos

GASTOS PREOPERATORIOS

Entre los gastos preoperatorios, se encuentran los gastos de capacitación, instalación, pruebas de maquinaria, etc. Es decir todos los gastos que ocurren antes de empezar la producción de la planta. Estos gastos se estiman en **\$500,000.00 MN**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PATENTES Y MARCAS

El costo de las patentes y marcas estimado es de \$70,000.00 MN

Total activos diferidos \$570,000.00 MN

4.3.6 Políticas de la empresa

Se producen 16 vehículos diarios de lunes a viernes con un promedio mensual de 21 días laborables siendo la producción mensual de 336 unidades y la producción anual es de 4032 unidades. Para la venta de las unidades, se aplicaron las siguientes políticas:

Año	% de unidades mensuales (No. de unidades)	Pago	Costo	Enganche	Meses de financiamiento	Descuentos
	(por unidad)					
			\$	%		
2004	30% (101)		30,000.00		-	
	30% (101)		34,500.00		6	
	40% (134)		33,000.00		3	
2005	30% (101)		30,500.00		-	
	30% (101)		35,075.00		6	
	40% (134)		33,550.00		3	
2006	30% (101)		31,250.00		-	
	30% (101)		37,087.00		6	
	40% (134)		35,475.00		3	
2007	30% (101)		32,250.00		-	
	30% (101)	F	37,087.00		6	
	40% (134)	F	35,475.00	35%	3	
2008	30% (101)	C	33,250.00		-	
	30% (101)	F	38,237.50	35%	6	
	40% (134)	F	36,575.00	35%	3	
2009	30% (101)	C	34,250.00		-	
	30% (101)	F	39,387.00	35%	6	
	40% (134)	F	37,675.00	35%	3	
2010	30% (101)	C	35,500.00		-	
	30% (101)	F	40,825.00	35%	6	
	40% (134)	F	39,050.00	35%	3	

C - Pago de contado
 F - Financiamiento con un 15% de interés.
 F - Financiamiento con un 10% de interés

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.3.7 Balance al 31 de Diciembre

ESQUEMA DE UN BALANCE AL 31 DE DICIEMBRE EN MILES DE PESOS

ACTIVOS	2003		2004		2005		2006	
	30000	100%	42080	100%	42943	100%	41894	100%
Activo Circulante	31494	85%	37207	89%	36887	86%	36484	87%
Caja y Bancos	8051	27%	4200	10%	5005	12%	4326	10%
Materiales y piezas	5043	17%	5069	13%	5726	13%	5633	14%
Producción en proceso								
Producto terminado	0		1012		1046		2003	
Cuentas por cobrar			13695		13008		14231	
Anticipos								
Activo Fijo	4708	15%	4873	12%	5056	12%	4410	11%
Terrenos	443		443		443		443	
Construcciones	15210	0	15210	761	15210	761	15210	761
Maquinaría y equipo de producción y auxiliar	1053	0	1000	110	1100	110	1100	130
Equipo y muebles de oficina	243	0	329	30	376	33	368	35
Equipo de transporte	527	0	527	54	527	54	527	54
Dispositivos e instrumental	413	0	420	152	443	130	483	145
Depreciación acumulada			1070		2162		3200	
Activo Intangible	503	2%	543	1%	500	1%	540	1%
Costos de desarrollo	503	0	543	100	500	100	540	100
Patentes y marcas	0	0	0	14	0	14	0	14
Amortización acumulada			14		25		342	

PASIVOS	2003		2004		2005		2006	
	30000	100%	42080	100%	42943	100%	41894	100%
Pasivos a Largo Plazo	12000	4%	12000	3%	11000	3%	10000	3%
Proveedores								
Pasivo de Corto Plazo	0	0%	2000	5%	1000	2%	0	0%
Pasivo de Mediano Plazo	0	0%	7500	18%	6500	15%	5000	12%
Pasivo de Largo Plazo	12000	40%	12000	28%	11000	26%	10000	24%
Utilidades por pagar								
Impuestos por pagar								
Capital Social	21000	70%	21000	50%	21000	49%	21000	51%
Capital Social	21000	69%	21000	49%	21000	49%	21000	51%
Utilidad ejercicios anteriores	0	0%	0	0%	250	1%	3442	8%
Utilidad del Ejercicio retenido	0	0%	350	1%	3063	7%	2121	5%
Reservas								

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 1 - El aumento anual del rubro de materiales y piezas (1 mes en almacén) se debe al incremento anual considerado de 1%.
- 2 - El aumento en productos terminados (5 días de productos terminados) se debe al incremento combinado de la mano de obra, y materiales. (Ver Flujo de efectivo)
- 3 - El valor de la depreciación comienza en el año siguiente a la compra o adquisición.

ESQUEMA DE UN BALANCE AL 31 DE DICIEMBRE EN MILES DE PESOS

	2007		2008		2009		2010	
ACTIVOS	41823	100%	40692	100%	40335	100%	40232	100%
Caja y Bancos	4500	11%	4350	11%	4187	10%	4743	12%
Materiales y piezas	5872	14%	5931	14%	5960	15%	6050	15%
Producción en proceso								
Producto terminado	2100		2120		2192		2281	
Cuentas por cobrar	14708		15150		15815		16191	
Anticipos								
Terrenos	863	2%	863	2%	863	2%	863	2%
Construcciones	15210	36%	15210	37%	15210	38%	15210	38%
Maquinaría y equipo de producción y auxiliar	1300	3%	1300	3%	1300	3%	1300	3%
Equipo y muebles de oficina	49	0%	49	0%	49	0%	59	0%
Equipo de transporte	57	0%	57	0%	57	0%	57	0%
Dispositivos y herramientas	70	0%	60	0%	63	0%	63	0%
Depreciación acumulada	421	1%	530	1%	645	2%	710	2%
Deudas por pagar	503	1%	503	1%	503	1%	503	1%
Deudas por pagar a largo plazo	70	0%	70	0%	70	0%	70	0%
Patentes y marcas	39	0%	39	0%	39	0%	39	0%
Amortización acumulada								

	2007		2008		2009		2010	
PASIVOS	41823	100%	40692	100%	40335	100%	40232	100%
Proveedores	3500	8%	3000	7%	3000	7%	3000	7%
Partido de Corto Plazo								
Partido de Mediano Plazo								
Partido de Largo Plazo								
Utilidades por pagar								
Impuestos por pagar								
Capital Social	21000	50%	21000	51%	21000	52%	21000	52%
Utilidad ejercicio anterior	2250	5%	2150	5%	2350	6%	2127	5%
Utilidad del Ejercicio retenido								
Reservas								

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4 - En la utilidad del ejercicio retenido se le descuenta el pago de los dividendos (cuando se aplique) a la utilidad obtenida en el estado de pérdidas y ganancias.

4.3.8 Estado de origen y aplicación de recursos

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACIÓN DE RECURSOS EN MILES DE PESOS

	2003		2004		2005		2006	
TOTAL ORIGEN	33000	100%	11040	100%	6793	100%	6841	100%
EXTERNO	33000	100%	11040	86%	6793	0%	6841	0%
Capital Social	21000	64%	0	0%	0	0%	0	0%
Cuentas por pagar (proveedores)	0	0%	2000	18%	0	0%	0	0%
Préstamos corto plazo	0	0%	7500	68%	0	0%	0	0%
Préstamo mediano plazo	12000	36%	0	0%	0	0%	0	0%
Préstamo largo plazo	0	0%	0	0%	0	100%	0	100%
INTERNO	0	0%	350	3%	5593	82%	5621	82%
Utilidad	0	0%	350	3%	5593	82%	5621	82%
Depreciación	0	0%	1190	11%	1200	18%	1220	18%
TOTAL APLICACIÓN	24149	100%	15683	100%	5996	100%	7491	100%
INTERNO	24149	100%	15683	100%	5996	100%	7491	100%
Capital de Trabajo	5643	23%	15633	100%	346	6%	441	6%
Activo fijo	17936	74%	50	0%	150	3%	50	1%
Activo diferido	570	2%	0	0%	0	0%	0	0%
Activo circulante	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Amortización	0	0%	0	0%	3000	50%	3500	47%
Pago de Dividendos	0	0%	0	0%	2500	42%	3500	47%
ORIGEN-APLICACIÓN	8851		-4643		797		-650	
CAJA Y BANCOS	8851		4208		5005		4355	

	2007		2008		2009		2010	
TOTAL ORIGEN	7356	100%	7385	100%	7475	100%	8331	100%
EXTERNO	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Capital Social	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Cuentas por pagar (proveedores)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Préstamos corto plazo	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Préstamo mediano plazo	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Préstamo largo plazo	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
INTERNO	7356	100%	7385	100%	7475	100%	8331	100%
Utilidad	6259	85%	6159	83%	6353	85%	7197	86%
Depreciación	1097	15%	1226	17%	1122	15%	1134	14%
TOTAL APLICACIÓN	7131	100%	7815	100%	7658	100%	7755	100%
INTERNO	7131	100%	7815	100%	7658	100%	7755	100%
Capital de Trabajo	581	8%	565	7%	588	8%	705	9%
Activo fijo	550	8%	50	1%	70	1%	50	1%
Activo diferido	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Activo circulante	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
EXTERNO	2000	84%	2000	92%	2000	91%	2000	90%
Amortización	3000	42%	3000	39%	3000	39%	3000	39%
Pago de Dividendos	3000	42%	4000	53%	4000	52%	4000	52%
ORIGEN-APLICACIÓN	225		-230		-183		576	
CAJA Y BANCOS	4580		4350		4167		4743	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.3.9 Estado de pérdidas y ganancias

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN MILES DE PESOS

	2004		2005		2006		2007	
	\$		\$		\$		\$	
Total de ventas	117563	100%	133209	100%	136347	100%	140631	100%
Descuentos		0%	1848	1%	1893	1%	1954	1%
Reparaciones en garantía	1764	2%	2131	2%	2181	2%	2250	2%
Ingresos netos	115799	98%	129230	97%	132273	97%	136427	97%
Costo de lo vendido	98688	84%	101223	76%	103872	76%	106995	76%
Utilidad Bruta	17111	15%	28007	21%	28401	21%	29432	21%
Gastos Gen. administración	13282	11%	14102	11%	15008	11%	15977	11%
Depreciación	1190	1%	1200	1%	1220	1%	1097	1%
Utilidad de Operación	2639	2%	12705	10%	12173	9%	12358	9%
Gastos de Intereses	2040	2%	3145	2%	2565	2%	2041	1%
Utilidad antes de RUT e Impuestos	599	1%	9560	7%	9608	7%	10317	7%
RUT	60	0%	956	1%	961	1%	1032	1%
Utilidad antes Impuestos	539	0%	8604	6%	8647	6%	9285	7%
Impuestos	189	0%	3011	2%	3027	2%	3027	2%
Utilidad Neta	350	0%	5593	4%	5621	4%	6258	4%

	2008		2009		2010	
Total de ventas	144972	100%	149367	100%	154746	100%
Descuentos	2015	1%	2075	1%	2476	2%
Devoluciones	2320	2%	2350	2%	2476	2%
Ingresos netos	140637	97%	144902	97%	149795	97%
Costo de lo vendido	110296	76%	113783	76%	117472	76%
Utilidad Bruta	30341	21%	31119	21%	32323	21%
Gastos Gen. administración	17056	12%	18116	12%	18376	12%
Depreciación	1226	1%	1122	1%	1134	1%
Utilidad de Operación	12059	8%	11881	8%	12813	8%
Gastos de Intereses	1531	1%	1021	1%	511	0%
Utilidad antes de RUT e Impuestos	10528	7%	10860	7%	12302	8%
RUT	1053	1%	1086	1%	1230	1%
Utilidad antes Impuestos	9475	7%	9774	7%	11072	7%
Impuestos	3316	2%	3421	2%	3875	3%
Utilidad Neta	6159	4%	6353	4%	7197	5%

- 5- El costo de lo vendido no considera los 5 días de producto terminado que se encuentra en inventarios. Este se considera en el flujo de efectivo y en el balance.
- 6- El RUT es del 10%.
- 7- Los impuestos son del 35%.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.3.10 Flujo de Efectivo

FLUJO DE EFECTIVO 2004 (MILES DE PESOS)

1	CONCEPTO	A	B	C	D	E	F	G
2	Caja	ENE-FEB	MAR-ABRIL	MAYO-JUNIO	JULIO-AGOST	SEP-OCT	NOV-DIC	TOTAL
3	EGRESOS	20487	18495	18495	18495	18495	21505	115971
4	INVERSIÓN	50	0	0	0	0	0	50
5	ACTIVO FIJO	50						50
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACIÓN	17963	16051	16051	16051	16051	18433	100600
8	MATERIALES	12631 ⁸	11287 ⁹	11287	11287	11287	11287	69066
9	MANO DE OBRA	4443 ¹⁰	3970 ¹¹	3970	3970	3970	5955 ¹²	26278
10	CARGA IMPOSITIVA	889 ¹³	794 ¹⁴	794	794	794	1191	5256
11	GENERALES	2134	2104	2104	2104	2104	2732	13262
12	SUELDO Y SALARIOS	1045	1045	1045	1045	1045	1568 ¹⁵	6793
13	CARGA IMPOSITIVA	209	209	209	209	209	314	1359
14	GASTOS SERVICIOS	750	750	750	750	750	750	4500
15	GASTOS POR DEMOSTRACIÓN	130	100	100	100	100	100	630
16	PAGO DEUDA	340	340	340	340	340	340	2040
17	PRINCIPAL	0	0	0	0	0	0	0
18	INTERESES	340	340	340	340	340	340	2040
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	0	0
20	INGRESOS	12930.5	18272.5	20740.5	21873	21873	30873	126563
21	VENTAS	12931 ¹⁶	18273	20741	21873	21873	21873	117563
22	CRÉDITOS	0	0	0	0		9000	9000
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DEFICIT/SUPERAVIT	-7556	-223	2245.5	3378	3378	9368	
26	ACUMULADO	1295	1072	3318	6696	10074	18442	18442

- 8.- Se incluye el costo del material de 5 días de producto terminado.
- 9.- El costo de material por vehículo es de \$16,796.13 MN. Este costo por 16 vehículos diarios por 21 días laborados da \$5,643,500.00 MN.
- 10.- Se incluye el costo de mano de obra de 5 días de producto terminado.
- 11.- El costo de mano de obra por vehículo es de \$ 5,907.73 MN. Este costo por 16 vehículos diarios por 21 días laborados da \$ 1,985.00 MN.
- 12.- Se incluye el costo del aguinaldo.
- 13.- Se incluye el costo de carga impositiva de 5 días de trabajo.
- 14.- La carga impositiva aproximada es de un 20% de la mano de obra, sueldos y salarios.
- 15.- Se incluye el costo del aguinaldo.
- 16.- Para ver cómo se obtuvieron los ingresos por ventas, ir al Apéndice C.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FLUJO DE EFECTIVO 2005 (MILES DE PESOS)

1	CONCEPTO	A ENE-FEB	B MAR-ABRIL	C MAYO-JUNIO	D JULIO-AGOST	E SEP-OCT	F NOV-DIC	G TOTAL
2	Caja	4208	1505	4894	7908	10907	13989	
3	EGRESOS	24392	19199	19199	19199	19199	24889	126078
4	INVERSION	150	0	0	0	0	0	150
5	ACTIVO FIJO	150						150
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACION	18408	16450	16450	16450	16450	18974	103181
8	MATERIALES	12757	11400	11400	11400	11400	11400	69757
9	MAHO DE OBRA	4709	4208	4208	4208	4208	8312	27853
10	CARGA IMPOSITIVA	942	842	842	842	842	1262	5571
11	GENERALES	2240	2240	2240	2240	2240	2904	14102
12	SUELDO Y SALARIOS	1108	1108	1108	1108	1108	1662	7202
13	CARGA IMPOSITIVA	222	222	222	222	222	332	1440
14	GASTOS SERVICIOS	800	800	800	800	800	800	4800
15	GASTOS POR DEMOSTRACION	110	110	110	110	110	110	660
16	PAGO DEUDA	3595	510	510	510	510	510	6145
17		PRINCIPAL	3000	0	0	0	0	3000
18		INTERESES	595	510	510	510	510	3145
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	2500	2500
20	INGRESOS	22089	22179	22221	22240	22240	22240	133209
21	VENTAS	22089	22179	22221	22240	22240	22240	133209
22	CRÉDITOS	0	0					0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DEFICIT/SUPERAVIT	-2303	2960	3022	3040.8	3041	-2549	
26	ACUMULADO	1905	4864	7908	10947	13888	11339	11339

17 - Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 6%.

FLUJO DE EFECTIVO 2006 (MILES DE PESOS)

1	CONCEPTO	A ENE-FEB	B MAR-ABRIL	C MAYO-JUNIO	D JULIO-AGOST	E SEP-OCT	F NOV-DIC	G TOTAL
2	Caja	8005	2222	5259	6008	11481	14805	
3	EGRESOS	25344	19656	19656	19656	19656	26536	130503
4	INVERSION	50	0	0	0	0	0	50
5	ACTIVO FIJO	50						50
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACION	18974	18666	18666	18666	18666	19542	105880
8	MATERIALES	12895	11514	11514	11514	11514	11514	70455
9	MAHO DE OBRA	4961	4460	4460	4460	4460	6690	29521
10	CARGA IMPOSITIVA	998	892	892	892	892	1338	5904
11	GENERALES	2410	2379	2379	2379	2379	3083	15008
12	SUELDO Y SALARIOS	1174	1174	1174	1174	1174	1761	7631
13	CARGA IMPOSITIVA	235	235	235	235	235	352	1526
14	GASTOS SERVICIOS	850	850	850	850	850	850	5100
15	GASTOS POR DEMOSTRACION	151	120	120	120	120	120	751
16	PAGO DEUDA	4010	411	411	411	411	411	6085
17		PRINCIPAL	3500	0	0	0	0	3500
18		INTERESES	510	411	411	411	411	2585
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	3500	3500
20	INGRESOS	22561	22693	22753	22780	22780	22780	136347
21	VENTAS	22561	22693	22753	22780	22780	22780	136347
22	CRÉDITOS	0						0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DEFICIT/SUPERAVIT	-2783	3037	3097	3124.2	3124	-3756	
26	ACUMULADO	2222	5259	8356	11481	14805	10849	10849

18 - Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 6%.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FLUJO DE EFECTIVO 2007 (MILES DE PESOS)

19

1	CONCEPTO	A ENE-FEB	B MAR-ABRIL	C MAYO-JUNIO	D JULIO-AGOST	E SEP-OCT	F NOV-DIC	G TOTAL
2	Caja	406	1649	4623	6061.8	11739	14676	
3	EGRESOS	25019	20219	20219	20219	20219	26035	133629
4	INVERSIÓN	550	0	0	0	0	0	550
5	ACTIVO FIJO	550						550
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACIÓN	19421	17355	17355	17355	17355	20219	108061
8	MATERIALES	13013	11629	11629	11629	11629	11629	71158
9	MANO DE OBRA	5340	4772	4772	4772	4772	7158	31586
10	CARGA IMPOSITIVA	1068	954	954	954	954	1432	6317
11	GENERALES	2537	2537	2537	2537	2537	3291	15977
12	SUELDO Y SALARIOS	1256	1256	1256	1256	1256	1884	8164
13	CARGA IMPOSITIVA	251	251	251	251	251	377	1633
14	GASTOS SERVICIOS	900	900	900	900	900	900	5400
15	GASTOS POR DEMOSTRACIÓN	130	130	130	130	130	130	780
16	PAGO DEUDA	3411	326	326	326	326	326	5041
17	PRINCIPAL	3000	0	0	0	0	0	3000
18	INTERESES	411	326	326	326	326	326	2041
19		0	0	0	0	0	3000	3000
20	INGRESOS	23213	23393	23477	23516	23516	23516	140631
21	VENTAS	23213	23393	23477	23516	23516	23516	140631
22	CRÉDITOS	0						0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DÉFICIT/SUPERAVIT	-2706	3174	3258	3297.4	3297	-3319	
26	ACUMULADO	1649	4823	8082	11379	14676	11357	11357

19.- Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 7%.

FLUJO DE EFECTIVO 2008 (MILES DE PESOS)

20

1	CONCEPTO	A ENE-FEB	B MAR-ABRIL	C MAYO-JUNIO	D JULIO-AGOST	E SEP-OCT	F NOV-DIC	G TOTAL
2	Caja	4060	2812	6716	9100	12520	15940	
3	EGRESOS	26112	20816	20816	20816	20816	28686	138062
4	INVERSIÓN	50	0	0	0	0	0	50
5	ACTIVO FIJO	50						50
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACIÓN	20000	17872	17872	17872	17872	20936	124240
8	MATERIALES	13143	11745	11745	11745	11745	11745	71868
9	MANO DE OBRA	5714	5106	5106	5106	5106	7659	33797
10	CARGA IMPOSITIVA	1143	1021	1021	1021	1021	1532	6759
11	GENERALES	2738	2703	2703	2703	2703	3509	17056
12	SUELDO Y SALARIOS	1344	1344	1344	1344	1344	2016	8736
13	CARGA IMPOSITIVA	269	269	269	269	269	403	1747
14	GASTOS SERVICIOS	950	950	950	950	950	950	5700
15	GASTOS POR DEMOSTRACIÓN	173	140	140	140	140	140	873
16	PAGO DEUDA	3326	241	241	241	241	241	4531
17	PRINCIPAL	3000	0	0	0	0	0	3000
18	INTERESES	326	241	241	241	241	241	1531
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	4000	4000
20	INGRESOS	23944	24120	24200	24236	24236	24236	144972
21	VENTAS	23944	24120	24200	24236	24236	24236	144972
22	CRÉDITOS	0						0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DÉFICIT/SUPERAVIT	-2168	3304	3384	3420	3420	-4450	
26	ACUMULADO	2412	5716	9100	12520	15940	11490	11490

20.- Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 7%.

FLUJO DE EFECTIVO 2009 (MILES DE PESOS)

21

1	CONCEPTO	A	B	C	D	E	F	G
2	Caja	ENE-FEB	MAR-ABRIL	MAYO-JUNIO	JULIO-AGOST	SEPOCT	NOV-DIC	TOTAL
3	EGRESOS	26796	21449	21449	21449	21449	29589	142182
4	INVERSION	70	0	0	0	0	0	70
5	ACTIVO FIJO	70						70
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACION	20610	18418	18418	18418	18418	21695	115975
8	MATERIALES	13274	11862	11862	11862	11862	11862	72584
9	MANO DE OBRA	6113	5463	5463	5463	5463	8194	36159
10	CARGA IMPOSITIVA	1223	1093	1093	1093	1093	1639	7232
11	GENERALES	2876	2876	2876	2876	2876	3738	18116
12	SUELDO Y SALARIOS	1438	1438	1438	1438	1438	2157	9347
13	CARGA IMPOSITIVA	288	288	288	288	288	431	1869
14	GASTOS SERVICIOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	6000
15	GASTOS POR DEMOSTRACION	150	150	150	150	150	150	900
16	PAGO DEUDA	3241	156	156	156	156	156	4821
17	PRINCIPAL	3000	0	0	0	0	0	3000
18	INTERESES	241	156	156	156	156	156	1021
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	4000	4000
20	INGRESOS	24669	24849	24933	24972	24972	24972	149367
21	VENTAS	24669	24849	24933	24972	24972	24972	149367
22	CREDITOS	0						0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DEFICIT/SUPERAVI	-2127	3400	3484	3523	3523	-4817	
26	ACUMULADO	2223	5823	9108	12629	18152	11535	11535

21.- Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 7%.

FLUJO DE EFECTIVO 2010 (MILES DE PESOS)

22

1	CONCEPTO	A	B	C	D	E	F	G
2	Caja	ENE-FEB	MAR-ABRIL	MAYO-JUNIO	JULIO-AGOST	SEPOCT	NOV-DIC	TOTAL
3	EGRESOS	27553	22122	22122	22122	22122	29629	145670
4	INVERSION	50	0	0	0	0	0	50
5	ACTIVO FIJO	50						50
6	ACTIVO DIFERIDO							0
7	OPERACION	21255	18994	18994	18994	18994	22502	119733
8	MATERIALES	13406	11980	11980	11980	11980	11980	73306
9	MANO DE OBRA	6541	5845	5845	5845	5845	8768	38689
10	CARGA IMPOSITIVA	1308	1169	1169	1169	1169	1754	7738
11	GENERALES	3092	3057	3057	3057	3057	3057	18378
12	SUELDO Y SALARIOS	1539	1539	1539	1539	1539	1539	9234
13	CARGA IMPOSITIVA	308	308	308	308	308	308	1847
14	GASTOS SERVICIOS	1050	1050	1050	1050	1050	1050	6300
15	GASTOS POR DEMOSTRACION	195	160	160	160	160	160	995
16	PAGO DEUDA	3156	71	71	71	71	71	3511
17	PRINCIPAL	3000	0	0	0	0	0	3000
18	INTERESES	156	71	71	71	71	71	511
19	PAGO DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	4000	4000
20	INGRESOS	25511	25735	25839	25887	25887	25887	154746
21	VENTAS	25511	25735	25839	25887	25887	25887	154746
22	CREDITOS	0						0
23	CAPITAL							0
24	OTROS INGRESOS							0
25	DEFICIT/SUPERAVI	-2042	3613	3717	3765.2	3765	-3742	
26	ACUMULADO	2125	5738	9455	13221	16986	13243	13243

22 - Inflación materiales: 1%; inflación mano de obra , sueldo y salarios: 7%.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3.11 Tasa interna de retorno y tiempo de recuperación de la inversión

Un factor muy importante que se considera en la presentación de costos y ventas que se realiza en la competencia Mini Baja West, es el tener contemplado en cuanto tiempo se recupera la inversión así como la tasa interna de retorno (TIR) En el análisis financiero llevado a cabo, se consideró una inversión de \$21,000,000.00 MN para poder operar la fábrica.

Después de considerar los costos de operación, mano de obra, materiales, etc. así como de tener establecidos los diferentes mecanismos de venta, consideradas para los primeros 7 años, se puede determinar como se va recuperando el capital de la inversión.

Revisando el balance anual de la empresa, se puede observar que a partir del segundo año de ventas es cuando se comienzan a pagar la deuda principal de largo plazo, así como deudas de corto y mediano plazo. Así mismo también es en el segundo año de operaciones donde se comienzan a pagar dividendos. De acuerdo al balance anual, la inversión es recuperada totalmente en el 2010, comenzando con el reparto de utilidades en el 2005:

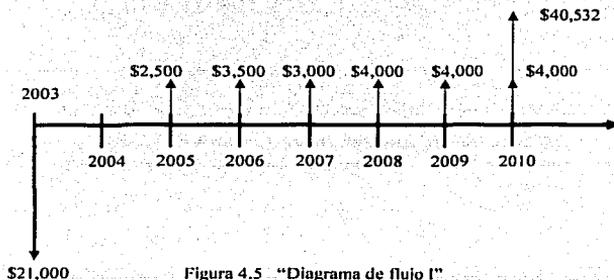


Figura 4.5 "Diagrama de flujo I"

En el año del 2004 no se realiza ningún pago de dividendos. De acuerdo con este flujo la inversión se recuperará en los 7 años próximos a partir del arranque de operaciones de la empresa, empezándose a percibir el pago de dividendos a partir del segundo año de operaciones.

Una vez determinado el tiempo de recuperación de la inversión, es muy importante obtener la tasa de retorno interna, que es el interés con el que se recupera la inversión, valor muy importante para la consideración de los inversionistas. La TIR se obtiene de la siguiente manera:

$$P = -I_n + \sum_{n=1}^7 V_n \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] + F \left[\frac{1}{(1+i)^m} \right]$$

donde:

P = valor presente igualado a cero.

I_n = valor de la inversión.

V_n = valor de pago de dividendos por anualidad.

n = número de anualidades.

F = valor de la empresa.

m = última anualidad.

Con la información mostrada en el diagrama de flujo y de acuerdo a la ecuación anterior se pudo determinar que la tasa de interna de retorno es:

TIR = 19.58%

Con lo que se concluye que se recupera la inversión en 7 años con una TIR del 19.58%.

CONCLUSIONES

Como se puede apreciar en este trabajo, el proyecto Mini Baja es tan completo que considera prácticamente todos los aspectos del diseño, construcción, evaluación, producción y financiamiento del desarrollo de un vehículo. Aunado a esto, la oportunidad que le da al alumno de aplicar lo visto en las aulas desde los primeros semestres, le ayuda a plantearse problemas reales y buscar soluciones adecuadas y técnicamente posibles, tener experiencia en la toma de decisiones, foguearse dentro del campo profesional, y representar a la UNAM y a México en eventos internacionales de gran índole.

Todas estas actividades no tienen más que un solo fin, que es el de complementar la preparación del ingeniero en todos los ámbitos posibles, para que cuando termine los estudios universitarios, tenga más herramientas a su disposición para enfrentarse a la vida profesional y tener así una carrera exitosa.

Una de las maneras para lograr un mejor desempeño del equipo es el tener una excelente organización y comunicación entre los diferentes responsables. Es por esto que al proponer en el presente trabajo una organización en sistemas, al explicar las características más importantes de cada sistema y al delegar y delimitar las responsabilidades más importantes de cada encargado sistema, se pretende facilitar y eficientar la organización y comunicación, de una manera sencilla y clara, tanto para el responsable del sistema, como para los nuevos miembros del equipo que se vayan integrando.

En términos del diseño, el desarrollo de la estructura requirió del empleo de todas las herramientas posibles para cumplir con los requerimientos y especificaciones establecidos desde un principio. Al establecer los principios básicos considerados en todo diseño de la estructura, y al explicar los conceptos de rigidez y resistencia, se pudo comenzar el proceso de diseño de la estructura, explicando cada etapa y valiéndose de la ayuda de diferentes herramientas.

El trabajo en conjunto con estudiantes de otras facultades permite tener una experiencia muy positiva para el desarrollo, debido a que se puede intercambiar información, técnicas y experiencias que enriquezcan el trabajo realizado. Tal fue el caso de trabajar en equipo con el estudiante de diseño industrial Carlos Juárez, quien contribuyó con sus conocimientos para aportar ideas y conceptos de los vehículos Mini Baja, siendo éstos importantes para decidir sobre la imagen que se quería proyectar del vehículo.

En la parte de cálculos y análisis, se recurren a todas las herramientas matemáticas, conocimientos teóricos y paquetes computacionales. Tal fue el caso en la etapa de selección de la geometría y los materiales, donde las matemáticas y la teoría fueron las herramientas requeridas para realizar una selección confiable y conveniente. Para el caso de la definición de la estructura, el diseño a detalle, la determinación de puntos y obtención de planos, fue necesaria el empleo de la computadora. Este tipo de herramientas son muy necesarias hoy en día por los ingenieros para realizar trabajos más detallados, precisos y de una manera más rápida. La explicación del proceso de dibujo en el paquete CAD permite al alumno a tener una idea y una guía de cómo se debe llevar a cabo y qué debe considerar, para un dibujo eficiente de la estructura, sin embargo la práctica en este tipo de paquetes y el continuo uso de los mismos es muy importante para obtener resultados óptimos.

El uso del método de elemento finito es una de las herramientas más poderosas y prácticas con las que cuenta el ingeniero. Sin embargo no es una caja de magia, hay que tener un amplio conocimiento de la teoría y de los fenómenos que se están analizando, para tener una correcta interpretación de los resultados. Al aprender a usarse esta herramienta, uno adquiere una gran capacidad de análisis de distintos tipos de diseños, con lo que se puede obtener una predicción mas real de cómo se comportará el diseño ante diferentes circunstancias.

Con el uso del método de Elemento Finito, se pudo comprobar que la estructura es lo suficientemente segura y capaz de soportar cargas estáticas y la torsión especificada por la bibliografía, lamentablemente solo se pudieron realizar estos dos análisis por

falta de espacio, ya que al ser éste un campo muy amplio donde se deben de realizar un numero mucho mayor de análisis bajo diferentes circunstancias y condiciones, sería prácticamente imposible realizar todos estos en el presente trabajo, debido a la cantidad de temas contenidos en el mismo.

Finalmente en la construcción del vehículo, ésta se logró con maquinaria convencional con la que cuenta el taller de Ingeniería Mecánica y elementos comerciales. Cabe destacar que éste proceso de construcción no es el considerado para el análisis de costos, debido a que el método empleado para la construcción del prototipo es artesanal, y los tiempos y el proceso en una producción industrial son muy diferentes.

En cuanto al capítulo de costos, se logró realizar el reporte de costos considerando todos los procesos involucrados en la construcción del mismo bajo una producción industrial. El reporte de costos es muy importante y tiene que ser elaborado de acuerdo al reglamento Mini Baja, por lo que se explicó cada una de las características con las que cuenta este reglamento de la manera mas clara posible, y se ejemplificó su uso correcto.

El precio de mano de obra y de materiales cumple satisfactoriamente todas las expectativas, ya que fue premiada sobresaliendo de las universidades restantes. Para complementar tal éxito, se realizó un análisis financiero considerando todos los factores posibles que intervienen en él, para obtener resultados lo más apegados a la realidad. Se realizaron diferentes escenarios y situaciones, siendo el presentado el más completo y el más desarrollado. Con los resultados obtenidos se pretende obtener el mejor resultado en la presentación de ventas.

Este es el primer análisis financiero tan completo y que más variables se contemplaron. Este pretende ser por igual una base para que se utilice como una base a partir de la cual se pueda completar en los próximos años, ya sea como trabajos o inclusive por otro proyecto de tesis, hasta llegar a ser un proyecto completamente viable. Esta opción queda abierta.

**MINI BAJA WEST 1999
MANHATTAN, KANSAS**

ARTURO SAEZ MONROY
BERNARDO ORTIGA TORRES
CARLOS JUAREZ OLIVERA
JORGE E. GONZALEZ ALMINZA
EVRISTO ISRAEL TABOADA E.
MARIO GALEANO
MIGUEL ANGEL SANCHEZ R.
RICARDO JIMENEZ MARTINEZ



COORDINADOR:
ARMANDO SANCHEZ GUZMÁN

**MINI BAJA WEST 2001
MANHATTAN, KANSAS**

ALEJANDRO NAVARRETE II
ARTURO SAEZ MONROY
BEATRIZ TINAJERO CRUZ
BERNARDO ORTIGA TORRES
CARLOS ESPINOSA ESCALONA
CARLOS A. JUAREZ OLIVERA
EDUARDO SICARDO RICAÑO
FABIAN IGLESIAS OCHOA
GERMAN LOPEZ BATIZ
MARCOS RODRIGUEZ R.
RICARDO JIMENEZ MARTINEZ



COORDINADOR:
ARMANDO SANCHEZ GUZMÁN

**MINI BAJA WEST 2002
LOGAN, UTAH**

ARTURO SAEZ
ALEJANDRO NAVARRETE
ABEL LOPEZ
BEATRIZ TINAJERO
BERNARDO TORRES
CARLOS ESPINOSA
EDUARDO SICARDO
FABIAN IGLESIAS
RICARDO JIMENEZ



COORDINADOR:
ARMANDO SANCHEZ GUZMÁN

**MINI BAJA WEST 2003
PROVO, UTAH**

ALEJANDRO NAVARRETE
ARTURO SAEZ
ABEL LOPEZ
BEATRIZ TINAJERO
BERNARDO TORRES
CARLOS ESPINOSA
DEMIAN RODRIGUEZ
EDUARDO SICARDO
FABIAN IGLESIAS
JULIAN HURTADO
MARCOS ROMERO
MARIO ESCARFING
RUBEN FERMIN DOMINGUEZ
RUBEN GUARNEROS GUTIERREZ



COORDINADOR:
ARMANDO SANCHEZ GUZMÁN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REFERENCIAS

Referencia Bibliográfica:

1. ADAMS, Herb. Chassis Engineering. EUA, HPBooks, 2000.
ISBN 1-55788-055-7
2. ASHBY, Materials Selection in Mechanical Design. EUA, Pergamon Press, 1992.
ISBN <http://www.atvconnection.com/>
3. ATV Connection Magazine. Honda ATV History 101. EUA, 2000.
www.atvconnection.com
4. BEER & JOHNSTON. Mecánica de Materiales. México, Mc Graw Hill, 1996.
ISBN 0-07-837340-9
5. BEER & JOHNSTON. Mecánica Vectorial para Ingenieros. México, Mc Graw Hill, 1997. ISBN 970-10-1021-3
6. BLANK & TARQUIN. Ingeniería Económica. Colombia, Mc Graw Hill, 2000.
ISBN 958-600-966-1
7. COLLADO, Aceros. Prontuario (Catálogo). México, 1996
8. COMPENDIO DE MAQUINARIA. Utilleje. México, Utillaje, 2003.
www.utillaje.com
9. FISHER, Laura. Investigación de Mercados, Teoría y Práctica. México, Tipos Futura, 2003.
10. HANSEN, R. DON. Administración de costos. México, International Thomson Editores, 1996. ISBN 968-7529-05-9

11. LAWRY, H. Mark. I-DEAS Master Series™ 2.0. EUA, SDRC, 2000.
ISBN 0-9638178-1-7
12. MENCHACA, Lobato Arturo. Tesis: Diseño de la estructura de un vehículo eléctrico de reparto. México, Centro de Diseño y Manufactura de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2000.
13. MONAGHAM, Dermot. FEA Portal. EUA, 2003.
www.dermotmonaghan.com/
14. SAE International. Abridged History of SAE. EUA, 2003.
www.sae.org
15. SAE Student Central. Mini Baja Rules. EUA, 2004.
www.sae.org
16. SANCHEZ, Armando. Tesis: Diseño de una estructura tubular mediante CAD y CAE. México, Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2002.
17. WESTON, Fred; BRIGHAM, Eugene. Fundamentos de Administración Financiera. Mc Graw Hill, México, 1987, ISBN 0-03-000227-3

REFERENCIA DE FOTOGRAFÍAS, IMÁGENES Y FIGURAS:

1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 a, 1.6 b: ATV Connection Magazine. Honda ATV History 101. 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12: Mini Baja UNAM. 1.13a, 1.13 b: SAE Student Central. Mini Baja Rules. 1.14, 1.15a, 1.15b, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8: Mini Baja UNAM. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10: ADAMS, Herb. Chassis Engineering. 3.11, 3.12, 3.13, 3.14: Mini Baja UNAM. 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23: SAE Student Central. Mini Baja Rules. 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30, 3.31, 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39: Mini Baja UNAM. 3.40: MONAGHAM, Dermot. FEA Portal. 3.41: Mini Baja UNAM. 3.42: MONAGHAM, Dermot. FEA Portal. 3.43, 3.44, 3.45, 3.46, 3.47, 3.48: Mini Baja UNAM. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4a, 4.4b: SAE Student Central. Mini Baja Rules. 4.5: Mini Baja UNAM.



APÉNDICES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

164

APÉNDICE A

LISTA DE CHEQUEO DE SEGURIDAD

SAE MINI BAJA

Technical/Safety Checklist

CAR # _____

This checklist is provided only as a reference document. Vehicles must satisfy all the rules whether or not they are included on this checklist.

The Safety and Technical inspectors may, at their option, review additional or different items to insure compliance with the rules.

Section	Rule	Pass	Fail (reason/what)	Recheck
Roll Cage				
31.1	Roll cage is large enough to accommodate the largest driver (6' 3"). The driver's helmet will be atleast 5 inches away from a straight-edge applied to any two places on the structure.			
31.2.2	Rear Hoop Must be substantially Vertical (\pm 20 degrees from vertical)			
31.2.2	Rear Roll Hoop must be attached to Lower Frame Side			
31.2.2	Driver's seat does not intrude into Rear Roll Hoop plane.			
31.2.4	Roll Hoop overhead members form 4 distinct points above driver's head			
Roll Cage Bracing				
31.2.3	Rear Roll Hoop diagonal bracing meets configuration requirements			
31.2.3	Lateral bracing of Rear Roll Hoop max 5" at top and max 2" at bottom			
31.2.6	Side impact members shall run between 6 and 12 inches above the lowest point of the seat in contact with the driver.			
31.2.6	Side braces must be at least 2 inches from the driver.			
31.2.6	Driver's feet must be behind Front Lateral Crossmember Plane			
31.2.7	Front Bracing Members are within 45 degrees of vertical.			
31.2.8.1	Front Bracing Member to front fore/aft bracing at least 30 degrees			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

31.2.8.2	Rear Roll Hoop to fore/aft bracing angle at least 30 degrees			
31.2.9	Roll Cage Protects the driver as intended. Final judgement will rest with Chief Safety Judge.			
Bolted Roll Cages				
31.5	Flanges/Tabs must be twice the tube structures, made of the same materia type. The must be properly welded to each tubing part to be joined			
31.5	Flange mounts (1) min. 2X the diameter of the attached tubing,(2) flush mated, (3) no gap between the faces over 0.030 inches.			
31.5	Tab mounts must be dual, parallel and on each side of the tubing to which they are welded, having a welded length of at least 2X the diameter of the adjoined tubing. Tubing held by bolts must be reinforced such that the area through which the bolt passes cannot be compressed from tightening or impact			
31.5	All Fastner requirements apply			
Driver Head Clearance				
31.3.3	Roll cage must extend (41 in) above the seating surface. The template in figure 1 fits completely within the roll cage.			
31.3.1	In all case a minimum of 5 inches vertical clearance must be provided from the helmet top of the team's tallest driver to the bottom of the roll cage top tubes			
Material				
31.4	Roll cage constructed of steel tubing with a minimum carbon content of 0.18%			
31.4	Minimum O. D. of 1.0 in and wall thickness of .083 in			
31.4	Alternative Material must have equivalent stiffness. And bending strength (SY/c)			
31.4	Non-Steel roll cages are prohibited.			
31.4.1	Roll Cage Specification Sheet submitted			
Padding				
31.4.2	Entire Roll cage must be padded with resilient material.			
31.4.2	Head rest of resilient material minimum (1.0 in) thick mounted behind the drivers head			
31.4.3	Two (2) Roll cage inspection holes (min .18" dia.) fore/aft in role cage			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

31.4.4	All sharp edges which might endanger the driver, crew, or officials, including "ty raps", must be eliminated, shielded or radiused.			
31.4.5	Invoices, bills etc. of the materials used in the roll cage and bracing are required at safety inspection			
Cockpit				
31.4.4	No points/sharp edges in driver's compartment.			
32.1	Cockpit protects driver and allows easy egress			
32.2	Maximum time for a driver to egress the vehicle is 5 seconds. (This must be demonstrated with the largest driver: life jacket, helmet, and gloves, arm restraints, etc.).			
32.3	A firewall must completely separate the engine compartment and fuel tank from the cockpit. It must extend from the lowest point of the cockpit to the top of the roll cage.			
32.3	Firewall must be metal, at least 0.508mm (0.020 inches) thick.			
32.3	Cutouts for the pull starter will be allowed, only if their design meets sidewall safety standards. (these cutouts still must not allow fuel to enter cockpit)			
32.4	Belly pan must extend the entire length of the cockpit. The belly pan must protect the driver from debris.			
32.4	Belly pan material may be metal or equivalent plastic sheet, but expanded metal is not acceptable.			
32.5	All steering and suspension links must be shielded from the driver to prevent contact or entanglement with the legs.			
Kill Switches				
32.6	Two Positive Kill switches effecting ignition and all electrical systems (except the brake light)			
32.6.1	Kill switches must be Toggle Type and not require a sustained action.			
32.6.1	External kill switch Run will be in the up position and kill will be in the down position.			
32.6.2	External kill switch located on the driver's right side, perpendicular to the firewall, between 5 and 7 inches down from the top of the roll cage and between 3 and 5 inches behind main roll hoop, within easy reach of track workers.			
32.6.2	Cockpit Kill switch within in easy reach of the restrained driver. Kill will be down or towards the driver.			

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

32.6.3	Switches Labeled "Kill Switch" with "Run" and "Kill" marked			
Fire Extinguisher				
32.7	Minimum UL rating of 5 B C.			
32.7	Must be mounted in the cockpit and be accessible to the restrained driver and to others outside the vehicle.			
32.7	Mounting must resist shaking loose but be easily removable. (Shake vigorously)			
32.7	All extinguishers must be equipped with a manufacturer installed gage and must be readable and properly charged			
Throttle Pedal				
31.2.6	Drivers feet can not stick out of the car			
32.8	Only foot operated throttle controls are allowed.			
32.8	Wide open throttle stop is required (at the pedal)			
32.8	All throttle controls must return to idle stop in the event of failure.			
32.8	Feet can not get trapped in the pedals			
Driver Restraint				
33.1	4 point seat belt (2 lap & 2 over shoulder).			
33.1	Y-type shoulder straps are not allowed			
33.1	All belts meet SF4 specification 16.1, and are in good condition. (Other ratings will be accepted ONLY with proper documentation)			
33.1	Areas through which belts pass are grommeted to prevent chafing.			
33.1.1	All belts must join with a single metal-to-metal quick release lever type buckle. No camlock systems will be allowed.			
33.1.2	Safety belts can be no older than 3 years, as per the dates on the safety belts			
33.2	All straps must be mounted separately to the car frame, using sound engineering practices			
33.3	Lap belt must be worn in such a manner that it passes over the pelvic area at a point below the anterior superior iliac spines.			
33.4.1	All belts must be mounted forward of the firewall.			
Safety Belts - Vertical Location				
33.4.1	Shoulder belts must be mounted below the drivers shoulders			

33.4.1	Shoulder belts must be no more than 102mm (4in) below the perpendicular from the spine to the seat back at the shoulder level.			
Safety Belts - Horizontal Location				
33.4.2	"The <u>mounting points</u> shall be 6" ± 2" center to center of the mounting bolts. The <u>straps</u> shall be between 6-12 inches center to center of the straps as they pass over the shoulders of the driver."			
33.4.2	The straps shall not pass through anything that will cause the center distance to be less than 4inches center to center of the strap.			
33.4.2	When adjusted, no portion of the belt may project beyond the cockpit and must not come into contact with any rotating components or terrain features.			
33.5	Loose ends must be restrained but not wrapped around the buckle.			
Arm Restraints				
33.6	Only Commercially Manufactured restraints are Allowed			
33.6	Must prevent arms from extending beyond roll cage.			
33.6	Secured to driver restraint system.			
33.6	Must separate completely from the vehicle when the driver releases the four point harness.			
33.6	Cockpit/Window Netting is Allowed (not allowed in EAST)			
33.7	Must prevent accidental unfastening			
Braking System				
34.1.	All vehicles must incorporate a foot-operated braking system capable of locking either the front or rear tires on dry pavement.			
34.2	Brake Light MUST have a SAE rating for a motorcycle or a passenger car (visible and securely mounted) Independent of kill switch			
34.3	The brakes on the driven axle must operate through the final drive axle. <i>Braking on a jackshaft or through a reduction stage is prohibited even if they have front brakes.</i>			
34.4	Hand operated "cutting brakes" are permitted provided section 34.1 is satisfied.			

Fuel System				
35.1	Entire fuel system must be contained within the roll envelope such that it is protected from impact (either from another car or in the event of a rollover).			
35.1	Fuel tank mounting must resist shaking loose.			
35.2	Only one fuel tank is permitted. Tank must be the stock Briggs & Stratton tank.			
35.2.1	Vent line must be routed above the tank assembly and extend beyond the lateral edges of the tank before extending down to the bottom of the car. (Even if a check valve is used)			
35.3	All fuel lines must be located away from sharp edges and prevented from chafing.			
35.3	Grommeting is required when fuel lines pass through any frame member.			
35.3	All lines must be securely attached.			
35.3	Fuel lines are not allowed in the cockpit.			
35.3.1	Fuel lines are to be 1/2"OD and 1/4"ID			
35.3.1	Stock fuel filters must be used			
Spill Prevention				
35.4	Fuel tank position must be such that no fuel can spill onto the driver, engine, ignition, or exhaust during fueling.			
35.4	A drip pan that is at least 8 inches in diameter or equivalent area and have sides of at least 1.5 inches high.			
35.4	Splash shields might also be required to prevent fuel from directly being poured on the engine or exhaust.			
35.4	Fuel must drain from the drip pan through a tube to the bottom of the car.			
35.5	All fuel caps must be captive (i.e. mechanically prevented from rotating).			
35.5	All caps must prevent fuel from leaking when vehicle is inverted.			
Steering and Suspension				
36.1	All vehicles must be equipped with positive wheel lock-to-lock stops. These stops must be located at the wheel king pins and on the backside of the wheel. Wheel stops must function at full jounce, full rebound and all points in between. No straps or cables will be allowed.			
36.2	Tie rods must be protected from frontal impact			
36.3	Adjustable tie rods must be constrained from rotating with a jam nut.			

36.4	All ball joints, tie rod ends with studs and tie rods in single shear must have a safety washer (.18" minimum thickness). OEM ball joints are the ONLY exceptions.			
Fasteners				
37.1	All fasteners in the following sub systems must be <u>captive requiring lock nuts, cotter pins or safety wire.</u>			
a	Steering			
b	Suspension (includes wheel studs/bolts)			
c	Braking (includes master cylinders and rotors)			
d	Driver Restraint System			
37.2	All bolts in the following sub systems must meet or exceed SAE Grade 5, M 8.8 metric grade, or AN military specifications.			
a	Steering			
b	Suspension (includes wheel bolts)			
c	Braking (includes master cylinders and rotors)			
d	Driver Restraint System			
37.3	On all bolts in the following sub systems using lock nuts, at least 2 threads must extend beyond all lock nuts.			
a	Steering			
b	Suspension (includes wheel bolts)			
c	Braking (includes master cylinders and rotors)			
d	Driver Restraint System			
Guards				
38.1	All belts, chains, sprockets, etc. must have shields adequate to prevent injury from flying components.			
38.1	Shields must extend around the periphery over any area that is in line with the driver, bystanders, fuel tank or fuel lines.			
38.1	All moving power train parts must be guarded so that a finger cannot be inserted into them. <u>U-joints, axle shafts, brake rotors and hubs are exempt.</u>			
38.1	Material shall be 1010 steel plate at least 1.524 mm (0.06) in thick or have an equivalent ultimate strength. All guards regardless of material must be at least 1.524 mm (0.06) in thick. Any material other than steel must have documentation to prove equivalency to steel.			
38.2	Factory stock guards <u>must be demonstrated</u> to be equal to those described in this section.			
38.3	Propellers must be located or shrouded so that direct contact with the propeller is not possible.			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Vehicle Identification			
23.1	Top mounted silhouette or stencil vehicle number at least 10" high		
23.1	No sharp edges or points on numbers		
23.2	Vehicle body numbers 8" high on contrasting background		
23.3	School name on each side 1" Letters		
23.5	A whip mounted blaze orange flag located a minimum of 2.134m (7 ft) and a maximum of 2.438 m (8 ft) above the ground is required and at the top of the whip.		
23.5	The top of the whip flag must have a 50.8 mm (2.0 in) diameter blunt end.		
Towing Hitch Point			
22.0	Towing hitch must have a minimum hole of .75" diameter and a maximum thickness of .375"		
Driver Equipment Requirements			
39.1	All drivers must wear a well-fitting safety helmet with an integrated (one-piece composite shell) chin/face guard.		
39.1	All helmets must meet Snell M95, SA-95, M100, SA-00, or British Standards Institution BS 6658-85 types A or A/FR rating. (Appropriate sticker is required)		
39.1	Full-face race helmets must utilize the original transparent face shield. Motor-Cross helmets must incorporate the use of transparent safety goggles.		
39.1	Neck Support SFI 3.3 must be worn		
39.2	Drivers must wear long pants, socks, shoes, gloves and a long sleeved upper garment		
39.3	ONLY U. S. Coast Guard life jacket is allowed. (Canadian Coast Guard approved only life jacket with proper documentation of equivalency)		
General Rules			
30.1.2	The safety judges can require any modification at their discretion		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TUBERIA INDUSTRIAL

TRAMO COMERCIAL 6.00 mts.

APÉNDICE B

CATÁLOGO DE LOS MATERIALES COMERCIALES EMPLEADOS

DIAMETRO EXTERIOR		PESO TEORICO		DIAMETRO EXTERIOR		PESO TEORICO	
mm.	pulgadas	calibre	Kg/m	mm.	pulgadas	calibre	Kg/m
12.7	1/2"	18	0.390	33.4	1.315"	14	1.575
		20	0.234			16	1.260
15.875	5/8"	14	0.715			18	1.030
		16	0.620			20	0.730
		18	0.488	34.92	1.38"	13	1.930
		20	0.383			14	1.530
19.05	3/4"	14	0.870			16	1.640
		16	0.725			18	1.330
		18	0.593			20	1.070
		20	0.452			22	0.665
20.6	13/16"	14	0.960	38.10	1.12"	14	1.827
		16	0.785			16	1.450
		18	0.625			18	1.190
		20	0.504			20	0.903
22.22	7/8"	14	1.020	41.3	1.58"	14	1.980
		16	0.830			16	1.584
		18	0.683			18	1.267
		20	0.525			20	0.950
23.8	15/16"	14	1.120	42.16	1.660"	14	2.050
		16	0.895			16	1.670
		18	0.735			18	1.325
		20	0.560			20	1.010
25.4	1"	14	1.170	44.45	1.34"	14	2.130
		16	0.960			16	1.703
		18	0.789			18	1.396
		20	0.600			20	1.070
28.57	1 1/8"	14	1.330	47.62	1.78"	14	2.282
		16	1.071			16	1.826
		18	0.880			18	1.461
		20	0.672			20	1.095
31.75	1 1/4"	14	1.510	48.26	1.900"	14	2.135
		16	1.210			16	1.720
		18	0.978			18	1.400
		20	0.756			20	1.160
							6.550

APLICACIONES: Muebles Tabulares - Conciertos - Estuque activas ligeros - Barras para contras musicales
 Contramos con Servicio de Dobladora y Curvadora de Tubo.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

TUBO NEGRO Y GALVANIZADO

Cédula 40

TUBERIA DE ACERO
Cédula 40 ASTM - A 53 GRADO B

APLICACIONES
Conducción de líquidos, aire, gas y estructuras
para invernaderos

Tramo comercial 6.40 m.

DIAMETRO EXTERIOR				ESPESOR DE PARED		DIAMETRO INTERIOR		PESO		PRESION HIDROST.	
NOMINAL		REAL									
mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg / m	lbs / pie	kg / cm ²	lbs / pulg ²
10	3/8"	17.1	0.675	2.31	0.091	12.52	0.493	0.85	0.57	50	700
13	1/2"	21.3	0.840	2.71	0.109	15.80	0.622	1.27	0.85	50	700
19	3/4"	26.7	1.050	2.87	0.113	20.93	0.824	1.68	1.13	50	700
25	1"	33.4	1.315	3.38	0.133	26.64	1.049	2.50	1.68	50	700
32	1 1/4"	42.2	1.660	3.56	0.140	35.05	1.380	3.39	2.27	70	1000
38	1 1/2"	48.3	1.900	3.68	0.145	40.89	1.610	4.16	2.72	70	1000
50	2"	60.3	2.375	3.91	0.154	52.50	2.010	5.48	3.65	70	1000
64	2 1/2"	73.0	2.875	5.16	0.203	62.71	2.469	8.66	5.79	70	1000
76	3"	88.9	3.500	5.49	0.216	77.92	3.068	11.34	7.58	70	1000
102	4"	114.3	4.500	6.02	0.237	102.26	4.026	16.21	10.79	85	1200

CEDULA 40 NORMA X											
DIAMETRO EXTERIOR				ESPESOR DE PARED		DIAMETRO INTERIOR		PESO		PRESION HIDROST.	
NOMINAL		REAL									
mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg / m	lbs / pie	kg / cm ²	lbs / pulg ²
64	2 1/2"	73.0	2.875	4.06	0.160	64.88	2.555	6.90	4.64	70	1000
74	3"	88.9	3.500	4.32	0.170	80.26	3.160	9.00	6.05	70	1000
102	4"	114.3	4.500	4.66	0.188	104.90	4.130	12.70	8.53	85	1200

CEDULA 80 - TIPO BASTM-120 Y GN-10											
DIAMETRO EXTERIOR				ESPESOR DE PARED		DIAMETRO INTERIOR		PESO		PRESION HIDROST.	
NOMINAL		REAL									
mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg / m	lbs / pie	kg / cm ²	lbs / pulg ²
10	3/8"	17.1	0.675	3.21	0.126	10.74	0.423	1.10	0.74	59.5	850
13	1/2"	21.3	0.840	3.74	0.147	13.87	0.546	1.61	1.09	59.5	850
19	3/4"	26.7	1.050	3.92	0.154	18.85	0.742	2.18	1.47	59.5	850
25	1"	33.4	1.315	4.55	0.179	24.31	0.957	3.21	2.17	59.5	850
32	1 1/4"	42.2	1.660	4.86	0.191	32.46	1.278	4.44	3.00	127	1800
38	1 1/2"	48.3	1.900	5.09	0.200	38.10	1.500	5.37	3.63	127	1800
50	2"	60.0	2.373	5.55	0.218	49.25	1.939	7.43	5.02	176	2500

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

APÉNDICE C

CÁLCULO DE LA SELECCIÓN DE LA GEOMETRÍA

Índice de Funcionalidad para un tubo elíptico hueco

P = carga; m = masa; V = volumen; ρ = densidad; L = longitud;
 a = eje largo de la elipse; b = eje corto de la elipse; I = momento de inercia;
 σ_y = esfuerzo de fluencia; E = módulo de Young; c = distancia del eje neutral a la fibra más externa;
 M = momento; δ = deflexión; t = espesor.

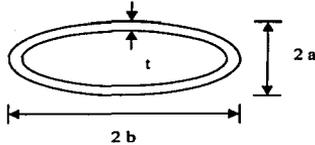


Figura 3.32 "Elipse"

$$\begin{aligned}
 m &= V\rho \\
 &= \pi (a+b) t L \rho
 \end{aligned} \tag{1}$$

por otra parte:

$$M = PL/2 \tag{2}$$

El esfuerzo:

$$\sigma_y = M/z \tag{3}$$

donde: $z = I/c$ (4)

$$c = a \tag{5}$$

I para un tubo con perfil elíptico:

$$I = \frac{\pi}{4} a^3 t \left(1 + \frac{3b}{a}\right) \tag{6}$$

Sustituyendo 5 y 6 en 4:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$z = \left[\frac{\pi a^3 t (1 + \frac{3b}{a})}{4 a} \right]$$

$$z = \frac{\pi a^2 t (1 + \frac{3b}{a})}{4} \quad (7)$$

Sustituyendo 2 y 7 en 3:

$$\sigma_y = \frac{PL/2}{\frac{\pi a^2 t (1 + \frac{3b}{a})}{4}} \quad (8)$$

Despejando a t como variable probable que determine la solución del problema:

$$t = \frac{2 PL}{\pi a^2 \sigma_y (1 + \frac{3b}{a})} \quad (9)$$

Sustituyendo a 9 en 1:

$$m = \pi (a+b) \left[\frac{2 PL}{\pi a^2 \sigma_y (1 + \frac{3b}{a})} \right] L \rho$$

$$IF = \left[\frac{(a+b) L^2}{a^2 (1 + \frac{3b}{a})} \right] \left[2P \right] \left[\frac{\rho}{\sigma_y} \right]$$

$$IF^{-1} = \left[\frac{\sigma_y}{\rho} \right]$$

Considerando el mismo caso para la rigidez a la fluencia obteniendo el índice de funcionalidad para el peso:

$$m = V \rho = \pi (a+b) t L \rho \quad (1)$$

por otra parte:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 EI} \quad (2)$$

en donde:

$$I = \frac{\pi}{4} a^3 t \left(1 + \frac{3b}{a}\right) \quad (3)$$

Sustituyendo 3 en 2:

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 E \left[\frac{\pi}{4} a^3 t \left(1 + \frac{3b}{a}\right) \right]} \quad (4)$$

Despejando a t como variable probable que determine la solución del problema:

$$t = \frac{P (L/2)^3}{3 E \left[\frac{\pi}{4} a^3 \delta \left(1 + \frac{3b}{a}\right) \right]} \quad (5)$$

Sustituyendo 5 en 1:

$$m = \pi (a+b) \left[\frac{P (L/2)^3}{3 E \frac{\pi}{4} a^3 \delta \left(1 + \frac{3b}{a}\right)} \right] L \rho \quad (6)$$

$$IF = \left[\frac{(a+b) L^4}{8 a^3 \left(1 + \frac{3b}{a}\right)} \right] \left[\frac{P}{\frac{3}{4} \delta} \right] \left[\frac{\rho}{E} \right]$$

$$IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$$

Por lo tanto, para un tubo con perfil elíptico, los índices de funcionalidad son:

Resistencia a la flexión: $IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho}$

Rigidez a la flexión: $IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Indice de Funcionalidad para un tubo cuadrado hueco

P = carga; m = masa; V = volumen; ρ = densidad; L = longitud;
b = ancho del cuadrado; I = momento de inercia; σ_y = esfuerzo de fluencia;
E = módulo de Young; c = distancia del eje neutral a la fibra más externa;
M = momento; δ = deflexión; t = espesor.

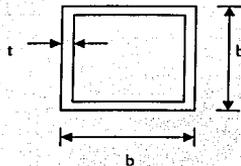


Figura 3.33 "Cuadrado"

$$\begin{aligned} m &= V\rho \\ &= 4 b t L \rho \end{aligned} \tag{1}$$

por otra parte:

$$M = PL/2 \tag{2}$$

El esfuerzo:

$$\sigma_y = M/z \tag{3}$$

$$\text{donde: } z = I/c \tag{4}$$

$$c = b/2 \tag{5}$$

I para un tubo con perfil cuadrado:

$$I = 2/3 b^3 t \tag{6}$$

Sustituyendo 5 y 6 en 4:

$$z = \frac{2/3 b^3 t}{b/2}$$

$$z = 4/3 b^2 t \tag{7}$$

Sustituyendo 2 y 7 en 3:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\sigma_y = \frac{PL/2}{4/3 b^2 t} \quad (8)$$

Suponiendo a t como la variable que se adapta para solucionar el problema:

$$t = \frac{PL/2}{4/3 b^2 \sigma_y}$$

$$t = \frac{3 PL}{8 b^2 \sigma_y} \quad (9)$$

Sustituyendo 9 en 1:

$$m = 4 b \frac{3 PL}{8 b^2 \sigma_y} L \rho$$

$$m = \frac{3 PL^2}{2 b \sigma_y} \rho \quad (10)$$

$$IF = \left[\frac{3 L^2}{2b} \right] \left[P \right] \left[\frac{\rho}{\sigma_y} \right]$$

$$IF^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma_y \\ \rho \end{bmatrix}$$

Considerando el mismo caso para la rigidez a la fluencia obteniendo el índice de funcionalidad para el peso:

$$\begin{aligned} m &= V\rho \\ &= 4 b t L \rho \end{aligned} \quad (1)$$

por otra parte:

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 EI} \quad (2)$$

en donde:

$$I = 2/3 b^3 t \quad (3)$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sustituyendo 3 en 2:

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{3 E 2/3 b^3 t}$$

$$\delta = \frac{P (L/2)^3}{E 2 b^3 t} \quad (4)$$

Despejando a t como la variable probable que resuelva el problema:

$$t = \frac{P (L/2)^3}{E 2 b^3 \delta} \quad (5)$$

Sustituyendo 4 en 1:

$$m = 4 b \frac{P (L/2)^3}{E 2 b^3 \delta} L \rho$$

$$m = \frac{P L^4}{4 E b^2 \delta} \rho$$

$$IF = \left[\frac{L^4}{4b^2} \right] \left[\frac{P}{\delta} \right] \left[\frac{\rho}{E} \right]$$

$$IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$$

Por lo tanto, para un tubo con perfil cuadrado, los Índices de funcionalidad son:

Resistencia a la flexión: $IF^{-1} = \frac{\sigma_y}{\rho}$

Rigidez a la flexión: $IF^{-1} = \frac{E}{\rho}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APÉNDICE D

SUELDOS Y SALARIOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA

Pesos

Area geográfica "A"	\$43.65
Area geográfica "B"	\$41.85
Area geográfica "C"	\$40.30

SALARIOS MÍNIMOS PROFESIONALES QUE ESTARAN VIGENTES A PARTIR DEL 1 DE ENERO DEL AÑO 2003 Pesos diarios

OFICIO No.	PROFESIONES, OFICIOS Y TRABAJOS ESPECIALES	Areas Geográficas		
		A	B	C
1	Albañilería, oficial de	63.60	61.15	58.75
2	Archivista clasificador en oficinas	60.80	58.35	56.05
3	Boticas, farmacias y droguerías, dependiente de mostrador en	55.35	53.15	51.15
4	Buldozer, operador de	67.00	64.20	61.75
5	Cajero(a) de máquina registradora	56.45	54.30	52.25
6	Cajista de imprenta, oficial	60.05	57.75	55.40
7	Cantinero preparador de bebidas	57.75	55.40	53.30
8	Carpintero de obra negra	59.30	56.95	54.65
9	Carpintero en fabricación y reparación de muebles, oficial	62.45	59.90	57.55
10	Cepilladora, operador de	60.35	58.10	55.75
11	Cocinero(a), mayor(a) en restaurantes, fondas y demás establecimientos de preparación y venta de alimentos	64.55	62.00	59.50
12	Colchones, oficial en fabricación y reparación de	58.40	56.10	54.00
13	Colocador de mosaicos y azulejos, oficial	62.15	59.80	57.40
14	Contador, ayudante de	61.30	58.85	56.50
15	Construcción de edificios y casas habitación, yesero en	58.85	56.65	54.35
16	Construcción, herrero en	61.30	58.85	56.50
17	Cortador en talleres y fábricas de manufactura de calzado, oficial	57.15	54.95	52.85
18	Costurero(a) en confección de ropa en talleres o fábricas	56.35	54.00	52.10
19	Costurero(a) en confección de ropa en trabajo a domicilio	58.00	55.80	53.50
20	Chofer acomodador de automóviles en estacionamientos	59.30	56.95	54.65
21	Chofer de camión de carga en general	65.10	62.55	60.15
22	Chofer de camioneta de carga en general	63.05	60.55	58.10
23	Chofer operador de vehículos con guía	60.35	58.10	55.75
24	Draga, operador de	67.70	65.10	62.45
25	Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	63.45	60.95	58.50
26	Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas, oficial	62.15	59.80	57.40
27	Electricista en la reparación de automóviles y camiones, oficial	62.85	60.35	57.90
28	Electricista reparador de motores y/o generadores en talleres de servicio, oficial	60.35	58.10	55.75

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

29	Empleado de góndola, anaquele o sección en tiendas de autoservicio	55.15	53.00	50.70
30	Encargado de bodega y/o almacén	57.40	55.15	53.00
31	Enfermero(a) con título	71.95	69.00	66.35
32	Enfermería, auxiliar práctico de	59.30	56.95	54.85
33	Ferreterías y llapalerías, dependiente de mostrador en	58.70	56.25	54.10
34	Fogonero de calderas de vapor	60.80	58.35	56.05
35	Gasolnero, oficial	58.35	54.00	52.10
36	Herrería, oficial de	61.30	58.85	56.50
37	Hojalatero en la reparación de automóviles y camiones, oficial	62.45	59.90	57.55
38	Hornero fundidor de metales, oficial	64.00	61.55	59.15
39	Joyero-platero, oficial	59.30	56.95	54.65
40	Joyero-platero en trabajo a domicilio, oficial	61.80	59.45	57.10
41	Laboratorio de análisis clínicos, auxiliar en	58.40	56.10	54.00
42	Linotipista, oficial	65.95	63.50	61.00
43	Lubricador de automóviles, camiones y otros vehículos de motor	56.85	54.80	52.35
44	Maestro en escuelas primarias particulares	67.25	64.65	62.00
45	Manejador de gallineros	54.45	52.40	50.35
46	Maquinaria agrícola, operador de	64.00	61.55	59.15
47	Máquinas de fundición a presión, operador de	57.75	55.40	53.30
48	Máquinas de troquelado en trabajos de metal, operador de	57.40	55.15	53.00
49	Máquinas para madera en general, oficial operador de	60.60	58.35	56.05
50	Máquinas para moldear plástico, operador de	56.35	54.00	52.10
51	Mecánico fresador, oficial	64.10	61.75	59.25
52	Mecánico operador de rectificadora	61.80	59.45	57.10
53	Mecánico en reparación de automóviles y camiones, oficial	65.95	63.50	61.00
54	Mecánico tornero, oficial	61.80	59.45	57.10
55	Mecanógrafo(a)	56.45	54.30	52.25
56	Moldeo en fundición de metales	60.35	58.10	55.75
57	Montador en talleres y fábricas de calzado, oficial	57.15	54.95	52.85
58	Motosta en barcos de carga y pasajeros, ayudante de	62.45	59.90	57.55
59	Niquelado y cromado de artículos y piezas de metal, oficial de	60.05	57.75	55.40
60	Peñador(a) y mancurista	59.30	56.95	54.65
61	Perforista con pistola de aire	62.85	60.35	57.90
62	Pintor de automóviles y camiones, oficial	61.30	58.85	56.50
63	Pintor de casas, edificios y construcciones en general, oficial	60.60	58.35	56.05
64	Planchador a máquina en tintorerías, lavanderías y establecimientos similares	56.45	54.30	52.25
65	Piomero en instalaciones sanitarias, oficial	60.95	58.65	56.25
66	Prensa offset multicolor, operador de	63.60	61.15	58.75
67	Preñista, oficial	59.30	56.95	54.65
68	Radotécnico reparador de aparatos eléctricos y electrónicos, oficial	63.45	60.95	58.50
69	Recamarero(a) en hoteles, moteles y otros establecimientos de hospedaje	55.15	53.00	50.70
70	Recepcionista en general	56.85	54.60	52.35
71	Relacionadas de automóviles y camiones, dependiente de mostrador en	57.40	55.15	53.00
72	Reparador de aparatos eléctricos para el hogar, oficial	60.05	57.75	55.40

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

73	Reportero(a) en prensa diaria impresa	130.75	125.70	120.55
74	Reportero(a) gráfico(a) en prensa diaria impresa	130.75	125.70	120.55
75	Repostero o pastelero	83.60	81.15	58.75
76	Sastrería en trabajo a domicilio, oficial de	84.00	81.55	59.15
77	Soldador con soplete o con arco eléctrico	82.85	80.35	57.90
78	Talabartero en la manufactura y reparación de artículos de piel, oficial	59.30	56.95	54.65
79	Tablajero y/o carnicero en mostrador	59.30	56.95	54.65
80	Tapicero de vestiduras de automóviles, oficial	80.35	58.10	55.75
81	Tapicero en reparación de muebles, oficial	60.35	58.10	55.75
82	Taquimecanógrafo(a) en español	59.55	57.20	55.00
83	Trabajador(a) social	71.95	69.00	66.35
84	Traxcavo neumático y/o oruga, operador de	84.85	82.30	59.75
85	Vaquero ordeñador a máquina	55.15	53.00	50.70
86	Velador	56.35	54.00	52.10
87	Vendedor de piso de aparatos de uso doméstico	58.00	55.80	53.50
88	Zapatero en talleres de reparación de calzado, oficial	57.15	54.95	52.85

RECOMENDACIONES DE TABULADORES DE SUELDOS.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO
Valores mínimos recomendados de sueldo base mensual

NIVEL DE ACUERDO AL PERFIL (Tabla 1)	VALORES MINIMOS RECOMENDADOS (pesos m.n.)
1	4,000.00
2	5,000.00
3	6,200.00
4	7,150.00
5	7,850.00
6	9,900.00
7	11,000.00
8	12,800.00
9	14,500.00
10	22,500.00
11	36,000.00

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

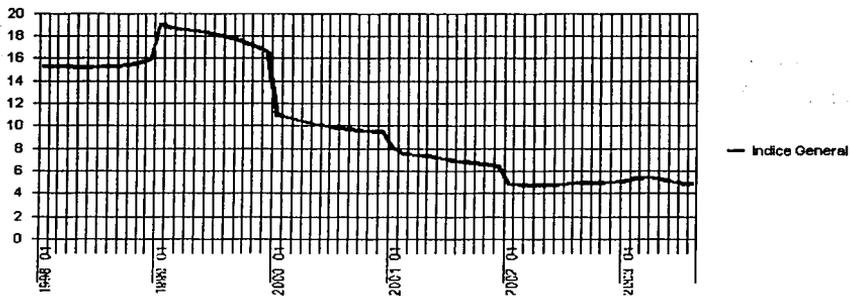
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO A.C.
Niveles de percepción (Perfiles)

Nº de	ESCOLARIDAD y/o ESPECIALIDAD	EXPERIENCIA	TOMA DE DECISIONES	RESPONSABILIDAD	PERSONAL BAJO SU MANDO	EFEECTO DE RIESGO	INICIATIVA
1	Pasante o tecnico profesional	Pasante ninguna Técnico superior a 1 año	Mínima	Limitada	ninguno	Daños pequeños	No toma decisiones
2	Pasante	Superior a 1 año	Poco importante	Limitada	ninguno	Daños pequeños	Decisiones ocasionales de poca importancia
3	Pasante	Mínimo 2 años	Poco importante	Limitada	Grupo de técnicos o pasantes	Daños menores	Decisiones ocasionales de poca importancia
4	Licenciatura, Titulado	Mínimo 1 año	Mediamente importante	Media	Grupo de pasantes hasta nivel 3	Daños considerables	Decisiones frecuentes de cierta importancia
5	Licenciatura, Titulado	Mínimo 2 años	Mediamente importante	Media	Grupo de profesionistas hasta nivel 4	Daños considerables	Decisiones frecuentes de cierta importancia
6	Licenciatura, Titulado	Mínimo 3 años	Importante	Alta	Grupo de profesionistas hasta nivel 5	Daños considerables	Decisiones frecuentes y rápidas, de importancia
7	Licenciatura, Titulado	De 3 a 5 años	Importante	Alta	Grupo de profesionistas unidisciplinarios	Daños considerables	Decisiones frecuentes y rápidas, de importancia
8	Licenciatura, Titulado	De 4 a 6 años	Muy importante	Alta	Grupo de profesionistas unidisciplinarios	Daños importantes	Decisiones que implican considerable iniciativa y juicio
9	Licenciatura, Titulado	De 5 a 8 años	Muy importante	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños importantes	Decisiones que implican considerable iniciativa y juicio
10	Licenciatura, Titulado, especialidad, maestría, doctorado	Más de 8 años ó 3 a 5 años con especialidad, maestría o con doctorado superior a 3 años	De máxima importancia	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños muy importantes	Trabajo independiente confiado a la iniciativa y juicio del profesionista y a su discreción
11	Licenciatura, Titulado, especialidad, maestría, doctorado	Mayor de 10 años, más de 5 años con especialidad, maestría o con doctorado superior a 5 años	De máxima importancia	Máxima total	Grupo de profesionistas unidisciplinarios o multidisciplinarios	Daños muy importantes	Trabajo independiente confiado a la iniciativa y juicio del profesionista y a su discreción

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

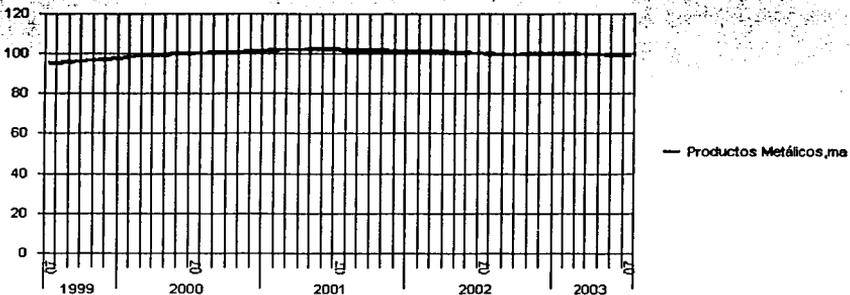
PRECIOS E INFLACIÓN

PRECIOS E INFLACIÓN: Índice Nacional de Precios al Consumidor (Mensual); Base 2a. Quincena de Junio 2002=100;
Inflación Promedio Anual: Índice General y por Objeto del Gasto



Datos Hasta 2003/08 -

PRECIOS E INFLACIÓN: Índice Nacional de Precios al Consumidor (Mensual); Base 2a. Quincena de Junio 2002=100;
Indices: Por Sector de Origen



Datos Hasta 2003/07 - Base 2a. Junio 2002 = 100

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN