

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL



Centro de  
Investigaciones de  
Diseño Industrial

# BICITAXI

## TRICICLO PARA TRANSPORTE DE PASAJERO

Tesis Profesional que  
para obtener el Título de  
**Licenciado en Diseño Industrial**  
presenta:

**CONSTANTINO LANDA SILVA**

Con la dirección de:  
**D.I. Luis Equihua Zamora**  
y la asesoría de:

- D.I. Rodolfo Gutierrez**
- Ing. José Valencia Castrejón**
- D.I. José Luis Alegria Formoso**
- D.I. Fernando Fernández Barba**
- D.I. Jorge Acosta Alvarez**
- Ing. Armando Róa Bejar**
- Lic. Marina Martín Granados**

Declaro que este proyecto de tesis es  
totalmente de mi autoría y que no ha  
sido presentado previamente en  
ninguna otra Institución Educativa

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MÉXICO, D.F. 1996.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
PRESENTE

EP01 Certificado de Aprobación de  
Impresión

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE Constantino Landa Silva No DE CUENTA 8977064-9

NOMBRE DE LA TESIS Bicitaxi-Triciclo para Transporte de Pasajeros


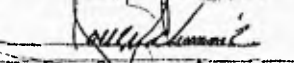
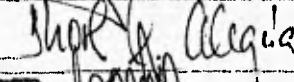

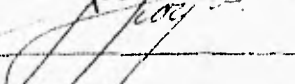
Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de 199	a las	hrs
--	----	--------	-------	-----

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Ciudad Universitaria, D.F. a 25 de octubre de 1995

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
VOCAL ING. JOSE VALENCIA CASTREJON	
SECRETARIO D.I. JOSE LUIS ALEGRIA FORMOSO	
PRIMER SUPLENTE D.I. FERNANDO FERNANDEZ BARBA	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. JORGE ACOSTA ALVAREZ	

Vo. Bo. del Director de la Facultad

## **BICITAXI.**

### **Triciclo para transporte de pasajeros.**

Para la realización del presente proyecto se contó con la coordinación del D.I. Rodolfo Gutierrez, quien dió un cercano seguimiento durante todo el proceso de diseño, la elaboración de planos, modelos y simuladores y la fabricación del prototipo.

Así mismo, desde el inicio del proyecto se contó con la asesoría del Ing. Armando Róca Bejar, del Centro para la Innovación Tecnológica de la U.N.A.M.

La dirección de la presente tesis estuvo a cargo del D.I. Luis Equihua Zamora, y se contó con los siguientes asesores: Ing. José Valencia Castrejón, D.I. José Luis Alegría Formoso, D.I. Fernando Fernández Barba y D.I. Jorge Acosta Alvarez, todos ellos académicos del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial y de la Lic. Marina Martín Granados quien participó en cuanto a los aspectos económicos del proyecto.

Así mismo se contó con el apoyo del Ing. Gabriel Torres Villaseñor, del Instituto de Materiales de la U.N.A.M., y del personal del C.E.D.E.M.I.T., de la Facultad de Ingeniería, donde se hicieron las pruebas experimentales para el manejo del ZINALCO en cuanto a soldadura y dobléz de tubo.

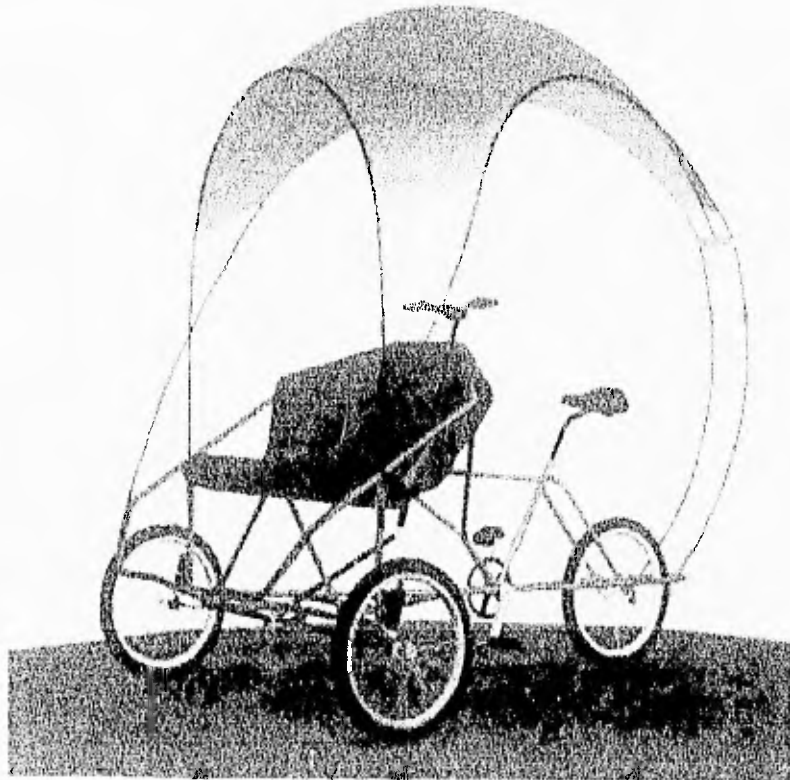
Fué también de gran utilidad el acervo bibliográfico de la Organización de las Naciones Unidas, así como de las diversas bibliotecas de la U.N.A.M.

El objeto de estudio de este proyecto busca satisfacer una necesidad de transporte que se tiene sobre todo en el ámbito urbano, de manera que su utilización puede alcanzar mercados muy variados tanto en organizaciones e instituciones públicas como para grupos privados. Su mejor aprovechamiento se puede dar con la operación de flotillas en servicio.

Por otro lado se presenta como una alternativa para generar fuentes de trabajo a través de una empresa productora del vehículo que se analiza en diferentes escalas de producción.

Para ello se optimizaron los procesos de manufactura con el objetivo de reducir los costos de inversión y de fabricación, utilizando materiales estandarizados, piezas maquilladas y equipos comerciales.

El resultado es un paquete tecnológico que desde su concepción se rigió por parametros ergonómicos, funcionales y estéticos para integrarse de diferentes maneras en el contexto real. Tanto en lo que se refiere directamente al operador y los usuarios, como en su fabricación o su participación dentro de la imagen urbana.



# CONTENIDO



<b>PLANTEAMIENTO</b>	
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
PERFIL DEL PRODUCTO DESEADO	4



<b>ANTECEDENTES</b>	
INVESTIGACIÓN	6
LA BICICLETA Y SU HISTORIA	7
TRANSPORTE DE CARGA CON BICICLETAS	14
OTROS VEHÍCULOS DE PEDALES	15
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	27
ACTIVIDADES ESTACIONARIAS CON PEDALES	24
EL ZINALCO	29
SISTEMAS FUNCIONALES	31
Estructura	31
Ruedas	35
Rayos	34
Rines	34
Llantas	35
Mazas	36
Frenos	37
Cambios de Velocidad	40
Cadenas	41
Piñones y Ruedas Dentadas	42
Bielas y Eje del Pedalier	43
Manubrios, Asientos y Pedales	44
ANTEPROYECTOS	45
PERFIL DEL PRODUCTO VIABLE	46



<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	
PERFIL DEL PRODUCTO EN DESARROLLO	49
FACTORES FUNCIONALES	50
FACTORES TÉCNICOS	54
FACTORES HUMANOS	56
FACTORES ECONÓMICOS	61
Organización de la Empresa-Taller	63
Costos Generales	65
Función de Producción	69
Modelo Complejo de Producción	71
PLANOS	75



<b>ANEXOS</b>	
CONCLUSIONES	77
CRONOLOGÍA DEL PROYECTO	85
LINEAMIENTOS OFICIALES	87
CÁLCULOS	91
TERMINOLOGÍA	97
FUENTES DE INFORMACIÓN	99



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a mis padres y hermanos, a quienes dedico este trabajo, en reconocimiento de su apoyo y paciencia incondicional.

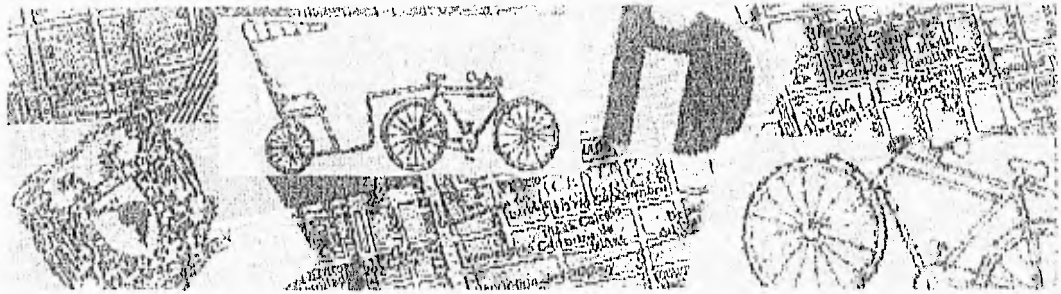
A todo el personal académico del CIEA, particularmente al profesor D. E. Rodolfo Gutiérrez.

A todos mis compañeros, pero especialmente a Enrique Cabrera, Ramón Morales, José Luis Pirano y Valerio Landá, cuya participación hizo posible la realización del prototipo.

A todas las personas que de una u otra manera me aportaron su entusiasmo, sus conocimientos, su amistad o su tiempo, para llevar a cabo este proyecto.

# PLANTEAMIENTO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
PERFIL DEL PRODUCTO DESEADO	5





En el umbral del siglo XXI e inmerso dentro de una dinámica globalizante, México vive una importante etapa de su historia que exige acciones para impulsar su desarrollo a nivel nacional, regional y mundial.

## INTRODUCCION

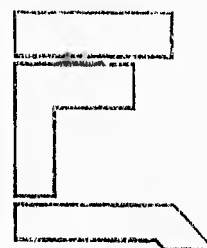
Este desarrollo debe comprender todos los aspectos de la vida del país, pero destacan, en cuanto al **Diseño Industrial**, la sociedad, la economía y la tecnología. De acuerdo a estos tres parámetros, el fomento a la cultura y el bienestar de la población son paralelamente tan importantes como la generación de fuentes de trabajo y la producción industrial o las relaciones comerciales, así como la investigación y el desarrollo tecnológico.

El trabajo del Diseñador Industrial debe orientarse a satisfacer las necesidades de la sociedad en estos tres aspectos, para lo cual este profesional debe integrarse efectivamente a la misma, a través del trabajo multidisciplinario y con el apoyo de las instituciones, organismos y empresas del país.

El fruto profesional del Diseñador Industrial debe dar respuesta integral y positiva a estas necesidades humanas, por medio de la solución técnica de objetos útiles producidos en serie aprovechando la industria moderna y dentro del marco de los recursos técnicos, humanos y culturales que caracterizan a un país. Este es el principal objetivo de este proyecto.

La iniciativa que dió lugar al presente trabajo fue la convocatoria al **CONCURSO DE DISEÑO DE BICITAXIS**, emitida por el **Centro para la Innovación Tecnológica** de la U.N.A.M. (C.I.T), la empresa **Falmex-Galvotex** y el **Movimiento Ciclista Mexicano** a mediados de 1991.

Las bases del concurso planteaban el uso de tubo de **ZINALCO**, aleación de zinc, aluminio y cobre, desarrollada en el **Instituto de Materiales** de la U.N.A.M. por el **Dr. Gabriel Torres Villaseñor**, y producido por un acuerdo de transferencia tecnológica en la empresa Falmex.





Esta invitación fue acogida por el profesor **D.I. Rodolfo Gutiérrez** como tema para desarrollar el proyecto de séptimo semestre (92-1) del Taller de Diseño en el **Centro de Investigaciones de Diseño Industrial**.

En la primer etapa del concurso, así como del proceso de diseño, se presentó un modelo a escala 1:10 acompañado de planos y una descripción general del vehículo, con lo que el jurado pudo seleccionar cinco de los proyectos.

La segunda etapa concluyó el 24 de septiembre de 1992 con la presentación de los prototipos fabricados y con una competencia en la que se evaluó con diversas pruebas y mediciones el desempeño de los mismos.

Cabe mencionar que los cinco proyectos seleccionados de entre unos cincuenta que se presentaron al concurso, fueron de alumnos del C.I.D.I., y los prototipos se desarrollaron en el período correspondiente al octavo semestre (92-2) coordinados por el mismo profesor. Los vehículos se fabricaron en los talleres del C.I.D.I., con el apoyo del C.I.T., el C.E.D.E.M.I.T., el Instituto de Materiales de la U.N.A.M., la empresa Falmex, la empresa Benotto y el Movimiento Bicicletero Mexicano.

El proyecto finalmente seleccionado en el concurso es el tema de este trabajo y consiste en un triciclo para transporte de pasajeros impulsado por la fuerza de un operador. Para efectos de este documento se llamará **BTX** a este modelo y bicitaxi a otros.

Inicialmente se proyectó para circular en el **Centro Histórico de la Ciudad de México**, como transporte público y turístico, pero debido a sus características podría operar en parques, aeropuertos, terminales de tren, etc., y por su versatilidad podría adaptarse a las necesidades tanto de grandes urbes como de pequeños poblados.

Este documento recopila las diversas etapas recorridas en el **Proceso de Diseño**, que se puede describir en cinco puntos principales: la **definición** del problema y de sus elementos





principales, la investigación conceptual y análisis, la **propuesta creativa** de soluciones, la **comparación de adecuación tecnológica** en cuanto a materiales, formas de fabricación, etc., y la **presentación final** del proyecto a través de posters, prototipos o medios audiovisuales, etc.

Así mismo, se incluyen las consideraciones y costumbres de los resultados finales y recomendaciones generales en cuanto a la implementación de una planta productora de bicicletas a nivel de una micro y pequeña empresa.

El trabajo se divide en cuatro partes: la primera contiene el planteamiento del problema; la **segunda**, el procesamiento de la información; la **tercera**, la descripción general del resultado obtenido; y por último, en la **cuarta** parte se incluyen las conclusiones y anexos diversos.





## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar de manera integral, analizando y solucionando los diferentes factores en cuanto a diseño industrial, la propuesta técnica, estética y funcional, para la fabricación de un vehículo terrestre, ligero, de tracción humana que sirva para el transporte de dos pasajeros y un operador.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Promover la aplicación del diseño industrial para plantear soluciones prácticas a los problemas reales de la sociedad, que se pueden dar en diversos ámbitos. En este caso, se podrían mencionar la conservación del medio ambiente, el mejoramiento urbano, el equipamiento de transporte y recreación, tanto como servicios públicos o privados, etc.

Obtener un paquete tecnológico susceptible de realizarse en diferentes niveles de producción (micro y pequeña industria) y aplicable en diversos tipos de localidades, para generar empleos tanto en su fabricación y mantenimiento como en la operación de un sistema de transporte que satisfaga parte de las necesidades de la población.

Aplicar criterios funcionales para solucionar los problemas mecánicos y obtener un eficiente desempeño del vehículo, utilizando tanto los sistemas y equipos existentes en el mercado, como las soluciones originales que se generan durante el proceso de diseño.

Aplicar criterios ergonómicos para ajustar el diseño a las características y necesidades de los usuarios, de tal manera que el conductor sea capaz de obtener el mayor rendimiento de su energía para la operación del vehículo, y que los pasajeros obtengan un servicio eficiente, cómodo y seguro.

Aplicar criterios estéticos para adecuar la apariencia formal del vehículo al contexto donde va a operar, de manera que se logren integrar, para los usuarios, en un paisaje urbano apropiado.

Aplicar criterios económicos para establecer los procesos de fabricación, los materiales y los criterios productivos más adecuados para poder optimizar los costos de manufactura.

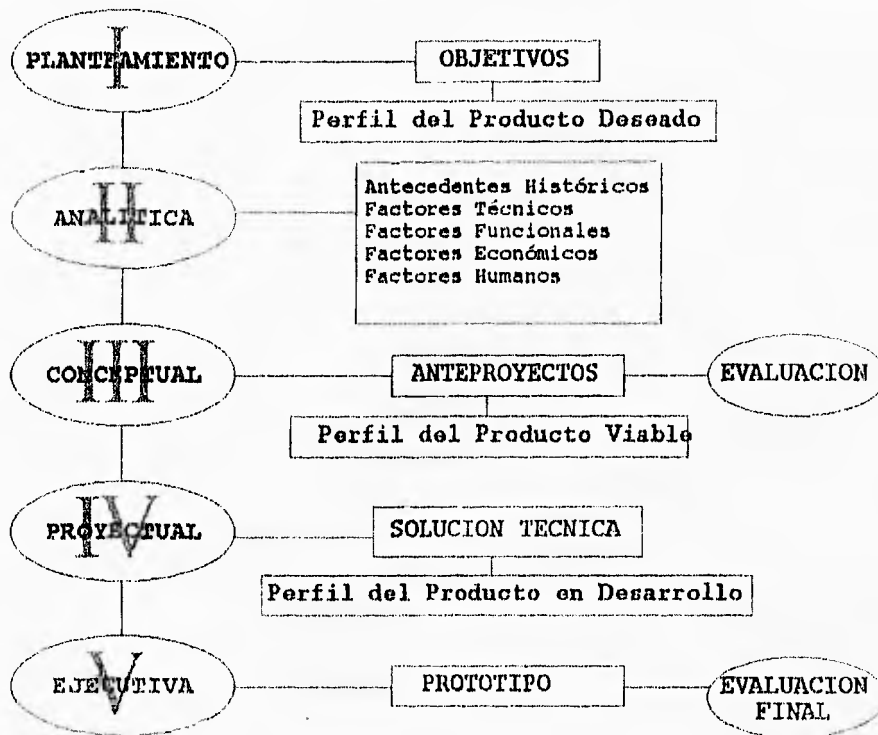


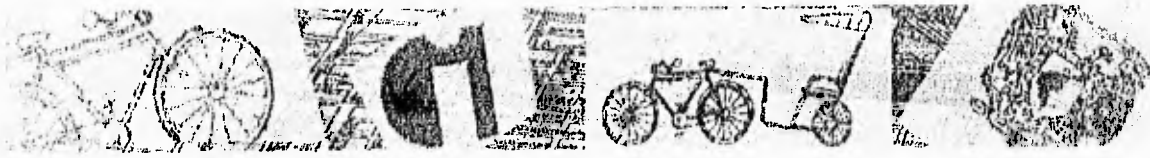


En este caso se desea un vehículo ligero, de tracción humana, en el que se pueda transportar con la fuerza de un operador, a dos pasajeros para hacer viajes cortos cómodamente. Este vehículo debe producirse en serie para integrar un sistema de transporte en el Centro Histórico de la Ciudad de México, y además debe fabricarse en tubo de Zinco.

## PERFIL DEL PRODUCTO DESEADO

Como en cualquier situación de diseño, es necesario establecer un **esquema metodológico** para abordar el problema de una manera eficiente y poder concretar un resultado positivo con una propuesta de diseño que tenga un valor de aportación. El proceso de diseño planteado a continuación constituye al mismo tiempo la estructura general del proyecto y de la presente tesis.





Con el **planteamiento** del problema se esboza un primer **perfil del producto deseado**, que ayuda a delimitar las características y necesidades básicas que se deben contemplar tanto en el diseño como en la búsqueda y análisis de información.

Una vez determinados los **objetivos**, puede iniciarse la primer etapa del proceso de diseño, que está constituida básicamente por el **análisis** de los antecedentes históricos, así como de las necesidades que se tienen que cubrir, tanto de los usuarios, como de la fabricación, operación y mantenimiento del producto. Al plantear cada necesidad se establecen posibilidades de satisfacción, de acuerdo a los medios con que se cuenta o se puede llegar a contar.

Esto conduce a plantear una serie de preguntas referentes a los diversos factores que se deben considerar, preguntas que no reciben respuestas como en un cuestionario, sino que funcionan como un catalizador mental que fijará sistemáticamente la información que se obtenga sobre cada factor para conformar un perfil del producto cada vez más completo. Es necesario analizar los requerimientos específicos del problema en varios ámbitos diferenciados:

**Factores Funcionales** Se refieren a los principios del funcionamiento y las condiciones de uso del producto, es decir, la configuración del vehículo, los mecanismos utilizados, la solución de la estructura, los acabados, la confiabilidad y versatilidad del conjunto, el mantenimiento, etc.

**Factores Técnicos** Incluyen todos los aspectos relativos al problema técnico de la fabricación del objeto, es decir, los materiales, la maquinaria disponible, los cálculos y en general los factores que determinan la existencia física y real del producto.

**Factores Económicos** Son el conjunto de aspectos relacionados con las condiciones del mercado, la factibilidad de producción, los costos de fabricación y de operación, etc.





Aspectos con los que se busca establecer una correcta relación entre el producto y el hombre, en cuanto a los factores fisiológicos, psicológicos y ergonómicos, las condiciones de operación y uso, la seguridad, comodidad y comprensión del diseño, etc.

#### Factores Humanos

Este es el resultado de la aplicación de los enunciados y requerimientos de los factores anteriores, y se manifiesta en una determinada configuración que al ser percibida por el ser humano lleva implícita una valoración estética. El manejo de los componentes del objeto y la aplicación de un orden armónico y de principios visuales conforman el valor estético final del producto que el diseñador imprime en su trabajo.

#### Factores Estéticos

Con el resultado del análisis de estos factores y dentro de un marco teórico más definido, se pasa a la etapa **conceptual**, que en cuanto al proceso de diseño es la etapa realmente creativa. En ella se parte del conocimiento y la valoración de los requerimientos de cada factor condicionante para generar diferentes alternativas de solución para el objeto que se está diseñando, así como para establecer algunas de las limitaciones, especificaciones y otras consideraciones.

Cuando se tiene un buen número de alternativas debe hacerse una **evaluación** atendiendo a las ventajas y desventajas de cada una. De esta evaluación surge un segundo perfil, el del **producto viable**, que establece los conceptos generales del diseño atendiendo a las necesidades planteadas.

La siguiente etapa es la **proyectual**, en la que a través de la aplicación de los conocimientos y la experiencia del diseñador, así como con el apoyo de otros profesionales, se trata de llevar al plano real los postulados generados en la conceptualización del diseño. Para esto es necesario identificar plenamente cada componente del producto, así como analizar y experimentar con las interrelaciones de los mismos.





Esto lleva muchas veces a revisar los conceptos básicos y a través de la retroalimentación del proceso se logra la definición total del producto. Ésta se integra en el **perfil del producto en desarrollo**, cuyo resultado concreto es la descripción detallada a través de planos técnicos, memorias de cálculos o descriptivas, de experimentación con modelos, manuales de operación e instructivos.

Por último se pasa a la etapa **ejecutiva**, que consiste en la elaboración del **prototipo**, que sirve en primer instancia para poder comprobar los postulados de diseño y la respuesta a cada factor condicionante. De esta experiencia se obtienen datos para hacer modificaciones al diseño, de modo que pueda perfeccionarse para iniciar la fabricación del objeto-producto.

Aunque el proceso de diseño termina con esta etapa, se requiere de la constante interpretación y actualización del proyecto, por parte del diseñador, para adaptar de la manera más adecuada e integralmente, las características del objeto-producto a las necesidades de los usuarios. Esto se logra con un seguimiento posterior de la producción, así como con la continua evaluación del desempeño de los productos.



## ANTECEDENTES

INVESTIGACIÓN	7
LA BICICLETA Y SU HISTORIA	7
TRANSPORTE DE CARGA CON BICICLEJAS	14
OTROS VEHÍCULOS DE PEDALES	15
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	20
ACTIVIDADES ESTACIONARIAS CON PEDALES	21
EL ZINALCO	29
SISTEMAS FUNCIONALES	31
Estructura	31
Ruedas	33
Rayos	34
Rines	34
Llantas	35
Mazas	36
Frenos	37
Cambios de Velocidad	40
Cadenas	41
Piñones y Ruedas Dentadas	42
Bielas y Eje del Pedalier	43
Manubrios, Asientos y Pedales	44
ANTEPROYECTOS	45
PERFIL DEL PRODUCTO VIABLE	46





Una vez planteado claramente el problema de diseño es necesario hacer un compendio de datos e información para poder visualizar objetivamente los medios, posibilidades e incluso otros ejemplos de vehículos similares para orientar el proceso de diseño. La mayor parte de la investigación documental se realizó de manera grupal, por lo que el acopio de datos fué considerablemente rápido, permitiendo aplicar más tiempo al análisis de los mismos.

## INVESTIGACIÓN

La búsqueda de datos se rigió en primer lugar por parámetros generales para luego enfocarse en particularidades. Es decir, se investigaron inicialmente los vehículos más antiguos y los sistemas más primitivos; luego se observó el avance tecnológico aplicado a ellos a través del tiempo y su desarrollo hasta nuestros días. Así mismo se hizo un análisis de los ejemplos encontrados y de los sistemas o equipos disponibles en el mercado.

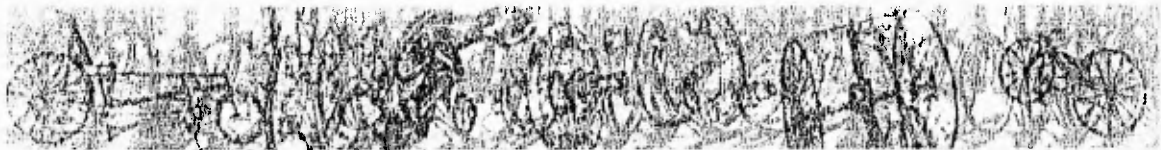
Por otro lado, se estimaron las consideraciones ergonómicas y antropométricas que se requerirían en la máquina, así como las condiciones de su funcionamiento en cuanto a un sistema integrado de transporte en una zona específica, además de los aspectos de mercado y de producción. En primer lugar se estudiaron los antecedentes históricos.

Por aproximadamente 5 mil años el hombre ha utilizado la rueda en diversos usos y acomodos. Aunque no se puede pensar en la invención deliberada de la rueda como un concepto abstracto aplicado a las formas de movimiento rotacional, los primeros ejemplos prácticos, que presentaban un eje vertical utilizado para taladros de arco y tornos de alfarero, se desarrollaron independientemente en diversas culturas del planeta y en diferentes épocas.

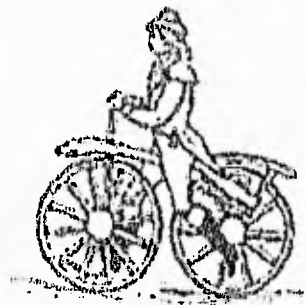
## LA BICICLETA Y SU HISTORIA

La rueda vertical se empezó a usar en el transporte mucho después, básicamente como un elemento para reducir la fricción entre la carga y el piso. Sin embargo, estos sistemas, aunque ingeniosos, eran muy burdos y pasó mucho tiempo hasta que se desarrolló una tecnología capaz de fabricar una rueda ligera y resistente.



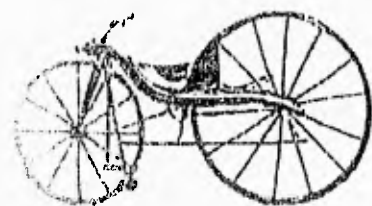


La primer patente que se tiene registrada de una máquina que podría ser el origen de la bicicleta, fue un diseño de Jean Theson, quien en Fontainebleau, Francia, el 4 de febrero de 1645 obtuvo el permiso para utilizar por treinta años su "...cuerpo con cuatro ruedas, sin caballos, operado por dos hombres sentados".



Sin embargo, fué hasta 1790 que alguien construyó una máquina de dos ruedas en línea y se sentó en ella. El inventor fué también un francés llamado De Sivrac, quien dió a conocer el aparato denominado como **celerífero** y se paseó impulsándose con una pierna de cada lado alternando el apoyo en el suelo.

Mucho tiempo después apareció la primer máquina maniobrable de dos ruedas, llamada **draisina**, desarrollada por un ingeniero e inventor alemán, el Baron Karl Von Drais de Sauerbrun y exhibida en París el 6 de abril de 1818. Estaba fabricada en madera, y el conductor sentado debía todavía impulsarse con sus pies en el suelo. Se fabricaron copias de ésta máquina en Inglaterra por Denis Johnson, así como en los Estados Unidos donde tuvo un breve éxito.



La **bicicleta**, como un aparato propulsable, apareció en 1839, cuando después de años de experimentación Kirkpatrick Macmillan, un herrero de Dumfriesshire, Escocia, la aplicó una solución con pedales que iban conectados a palancas que hacían girar la rueda trasera. Esto hizo que por fin el hombre pudiera moverse en una máquina propulsada por él mismo y a una velocidad mayor a la de caminar, aunque no mucha gente se sintió atraída por la idea y pronto pasó de moda.

La máquina de Macmillan tenía rines de acero y aunque se veía más ligera que la draisiniana era realmente pesada. La rueda delantera maniobrable, era de unas 30" (75 cm) y la rueda trasera, con tracción, de unas 40" (100 cm).

Aunque Macmillan fué llamado el inventor de la bicicleta, el primer mecanismo útil que sobrevivió como principio funcional



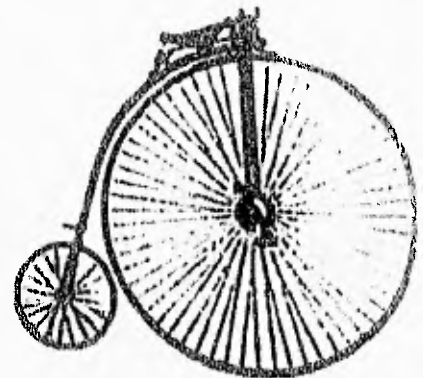


fué el trabajo de otros dos franceses, Pierre Michaux y su hijo Ernest. En París, en 1861, la familia Michaux construyó una maquina con dos pedales fijos a la masa de la rueda delantera. El conductor pudo entonces accionar la rueda con un sistema que según el inventor había visto en un molino manual vertical. Esta máquina, el velocípedo, interesó mucho aunque su cuadro de madera y metal le valió el sobrenombre de "agita-huesos".

Ese año sólo fabricaron dos unidades, pero el modelo fué copiado en Munich, donde aún se preserva un ejemplar en el Deutsches Museum. Más tarde produjeron 142 de estos velocípedos con los que se dieron a conocer. Para 1865 la familia Michaux fabricaba 400 unidades al año, y en 1866 su mecánico, Pierre Lallement, emigró a los Estados Unidos donde patentó el vehículo y lo empezó a producir.

Estos velocípedos se movían una vuelta de rueda por cada vuelta de los pedales, por lo que gradualmente se fué aumentando el diámetro de la rueda delantera, lo que llevó al modelo conocido como Penny Farthing.

Estas máquinas, propiamente llamadas **ordinario** o bicicleta alta, eran más efectivas pero inestables, y cualquier intento de frenar a una buena velocidad podía lanzar al conductor al frente del camino.



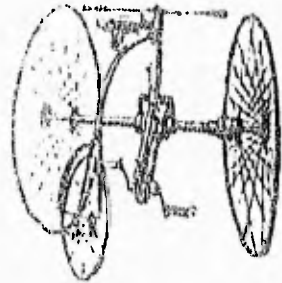
Aunque la gente menospreciaba la máquina se formaron clubes deportivos y en 1884 el coraje de Thomas Stevens, lo llevó a recorrer el territorio de los Estados Unidos pedaleando, caminando y algunas veces cargando su ordinario. En este país se propuso que la rueda pequeña fuera adelante, pero esta configuración no tuvo mucho éxito pues se tenía todavía el problema de una rueda de gran diámetro.

Se hicieron innumerables intentos por reducir el tamaño de la rueda motriz para hacer la bicicleta más segura, pero fallaban por la falta de tecnología apropiada, hasta que se desarrolló la **cadena** de eslabones para la transmisión.





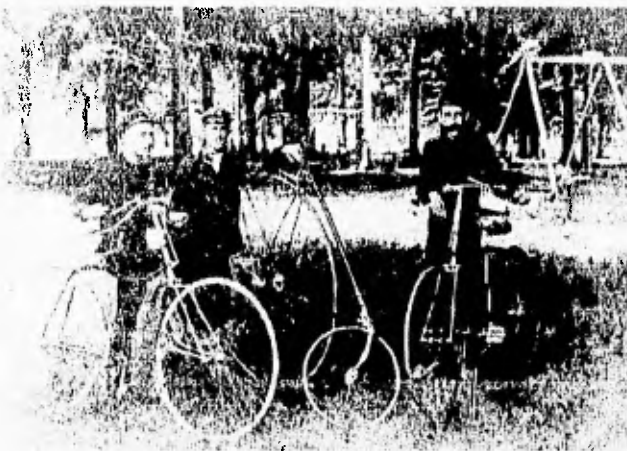
Los dibujos más antiguos que se conservan de una cadena de transmisión, pertenecen a Leonardo Da Vinci, pero nuevamente la tecnología de su tiempo no era capaz de fabricarlas, y fué hasta 1864 que James Slater patentó la primera cadena de transmisión lo suficientemente fuerte y precisa que se hubiera podido aplicar a las bicicletas.



En Francia, la primera **bicyclette** con una cadena de transmisión a la rueda trasera fué diseñada por André Guilmet y fabricada por la firma Meyer Et Cie. en 1868. Sin embargo, esta cadena utilizada básicamente en maquinaria textil era aún débil y fué perfeccionada en 1880 por un suizo, Hans Renold, quien incrementó la superficie de los eslabones para que soportaran una carga mayor.

Más tarde, en 1885, otro francés, G. Juzan, desarrolló su **bicyclette moderne**. Tenía dos ruedas del mismo tamaño y la cadena de transmisión conectada a la rueda trasera. La versión inglesa fué la **rover safety**, del mismo año, desarrollada por John Kemp Starley.

Sus innovaciones fueron muy bien recibidas pero no el diseño del cuadro. Se hicieron infinidad de experimentos con materiales y formas para conectar las dos ruedas con una combinación de rigidez, maniobrabilidad, eficiencia mecánica y comodidad.



Las máquinas fueron integrando avances tecnológicos y mejorando su efectividad y confiabilidad. Por ejemplo, la rueda **neumática** fué inventada rústicamente por Dunlop en 1888, y perfeccionada por Charles K. Welch quien patentó, en 1890, un sistema de alambres integrados en la cobertura externa de hule de la cámara, así como una concavidad en el rin para mantener la llanta en su lugar.

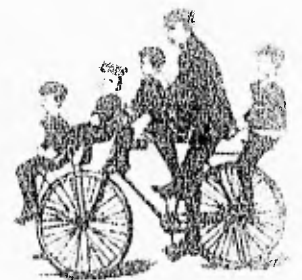




La forma actual de la bicicleta ha permanecido desde 1893 y pocas modificaciones radicales se han hecho en el diseño, aunque el desarrollo tecnológico la pone al día con infinidad de mejoras en cuanto a materiales, procesos, eficiencia y versatilidad. Lo que sí ha evolucionado enormemente en los últimos cien años es la manera en que se fabrica, ya que se han integrado infinidad de avances tecnológicos a esta industria. Así mismo, durante todo su desarrollo y hasta la fecha, se intentan nuevos acomodos y conceptos aplicados al sistema.



Hoy en día es un objeto utilitario para muchísima gente que la usa como medio de transporte individual, así como para servicios de reparto, actividades deportivas o recreativas. Haciendo una comparación práctica, es interesante observar que un automóvil de 5 asientos casi nunca se aprovecha eficientemente, pues en promedio se transportan entre 1 y 2 personas; con la bicicleta ocurre lo contrario, pues a pesar de tener un solo asiento es común ver a más de una persona transportándose en ella.



En el caso del transporte de menores, es posible adaptar fácilmente pequeñas sillas en diversos lugares de la bicicleta como pueden ser el tubo central del cuadro, el manubrio o una canastilla sobre la rueda trasera. Es importante enfatizar el hecho de que la adaptación debe ser muy segura y se recomienda siempre la utilización de cinturones de seguridad y cascos.

Para el transporte de dos adultos es mucho más recomendable y seguro el uso de una bicicleta tandem, que además de ofrecer más espacio para colocar asientos para los menores, facilita la labor, pues son dos personas las que contribuyen a impulsar la bicicleta.





## TRANSPORTE DE CARGA CON BICICLETAS

La forma más adecuada de transportar carga con una bicicleta, depende de la naturaleza de la carga, así como de su peso y volumen. Conviene dividir el transporte de carga con bicicletas en dos tipos: transporte de cargas pequeñas u ocasionales y transporte de cargas grandes o constantes.

Al primer tipo corresponden situaciones como cuando un estudiante lleva sus libros a la escuela o una ama de casa transporta víveres del mercado a su domicilio. Este tipo de transporte puede ser realizado en bicicletas comunes y corrientes sin ninguna modificación o característica especial, de no ser algunos aditamentos como parrilla, canastilla o alforjas que faciliten el manejo de cargas que suelen ser pequeñas y de poco peso.

En la segunda categoría se encuentran aquellas actividades donde el ciclista utiliza su bicicleta como vehículo para transportar cargas más pesadas y lo hace en una forma más regular y continua.

En este caso es necesario una bicicleta con modificaciones o características especiales, que algunas veces pueden ser visibles, como elementos adicionales, y otras veces pasan desapercibidas, como puede ser un material más resistente o una llanta más gruesa.

Muchas veces no sólo se transporta la carga, que puede ser las herramientas laborales de algún trabajador, sino que la bicicleta se convierte en un **negocio ambulante**, generando una posibilidad económica de utilización diferente a las mencionadas hasta el momento.

Por ejemplo, muchas veces se pueden observar vendedores de pan, tacos, frutas, etc., o trabajadores que utilizan la bicicleta no sólo como medio de transporte, sino como una actividad económica móvil, como es el caso de los afiladores.

Sin embargo, la eficiencia de esta máquina la hace tan versátil que no sólo existen infinidad de modelos comerciales de bicicletas y adaptaciones, sino que también existen otras aplicaciones que aprovechan la ganancia mecánica de la





misma, para desarrollar actividades económicas diferentes a la **transportación**, es decir, que el operador permanezca estacionario y la potencia generada se usa para realizar un trabajo útil. Más adelante se mencionan algunas de estas aplicaciones.

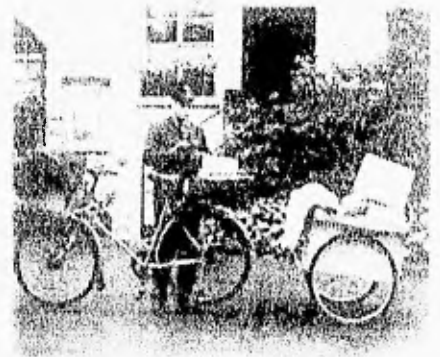
El transporte de personas o cargas utilizando la bicicleta también se puede hacer con otros mecanismos de tracción humana como bicicletas modificadas, remolques adaptados a una bicicleta, triciclos, cuatriciclos, etc. Aunque las características específicas de cada vehículo son muy variadas, se pueden generalizar algunas diferencias.

Por ejemplo, con una bicicleta se tiene la ventaja de que un mismo vehículo puede ser utilizado como transporte personal y de carga; además puede circular por caminos más angostos o rudimentarios que un vehículo más ancho como lo es un triciclo. Por otro lado, el triciclo tiene más estabilidad y el ciclista únicamente tiene que concentrarse en impulsar la carga y no en guardar el equilibrio.

El uso de remolques que son jalados por una bicicleta presenta una situación intermedia, pues permite siempre el uso de la bicicleta como transporte personal y facilita el transporte de carga con cierto grado de estabilidad. Sin embargo, es necesario un buen sistema de acoplamiento para garantizar una unión segura y funcional entre el remolque y la bicicleta, así como un comportamiento coherente entre ambos durante su operación.

El principal inconveniente de estas combinaciones es que pueden resultar peligrosas si se utilizan en lugares donde no haya mucha tradición del uso de la bicicleta, ya que el cuidado que el ciclista debe de tener con los vehículos automotores no se limita a su bicicleta, sino que se extiende al remolque adicional. En estos casos se recomienda colocar, en una de las esquinas posteriores del remolque, un banderín de colores vivos que sea visible por encima de los automóviles.

## OTROS VEHÍCULOS DE PEDALES



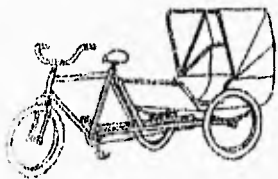


Existe otra configuración en la que se coloca una especie de remolque a un lado de la bicicleta, llamada **sidecar**, y presenta la ventaja de que el peso está más firmemente localizado entre la rueda trasera y una rueda adicional, por lo que el conjunto se convierte en un triciclo. Esta configuración tiene la desventaja de que al frenar se puede originar un torque que puede ocasionar la pérdida del control del vehículo, aunque el peligro se reduce si la carga es ligera, la velocidad no es muy alta y si se cuenta con un buen freno actuando sobre la llanta adicional.

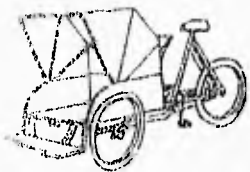


Existen ejemplos probados de triciclos utilizados para el transporte de personas, sobre todo en Asia, donde se conocen como **rickshaws** en la India y **becak** en Indonesia. Éstos juegan un papel muy importante pues ofrecen un medio de transporte a bajo costo a personas que no pueden utilizar otro vehículo, o que no pueden manejar una bicicleta.

En la mayoría de los modelos se utilizan piezas de bicicletas, lo cual no necesariamente constituye una solución óptima, ya que estas piezas están diseñadas y dimensionadas concretamente para bicicletas de transporte individual y no para triciclos, donde además del ciclista se transportan cargas mayores y con tres ruedas en lugar de dos.



Por ejemplo, las ruedas de 71 cm (28") son adecuadas para soportar fuerzas verticales, como sucede en las bicicletas, pero en un triciclo la situación es distinta y una fuerza lateral puede destruir la llanta o el rin. Lo mismo ocurre si se utiliza una relación de piñones similar a la de una bicicleta de turismo, ésta es adecuada para que el ciclista se transporte a sí mismo pero inconveniente si hay mucha carga adicional, ya que puede requerir una fuerza sobre los pedales demasiado alta.

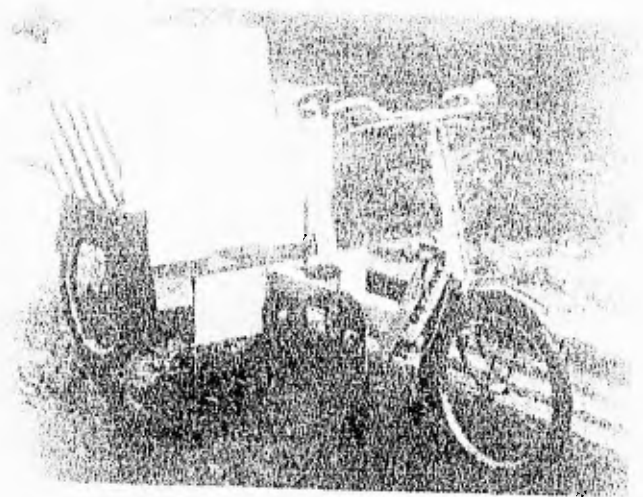


Existen modelos que tienen la desventaja adicional de que para manobrar hay que mover la carga, lo cual resulta difícil y peligroso en situaciones de emergencia, sobre todo si el triciclo va con cierta velocidad; además esta localización de la carga puede restringir la visibilidad del ciclista.

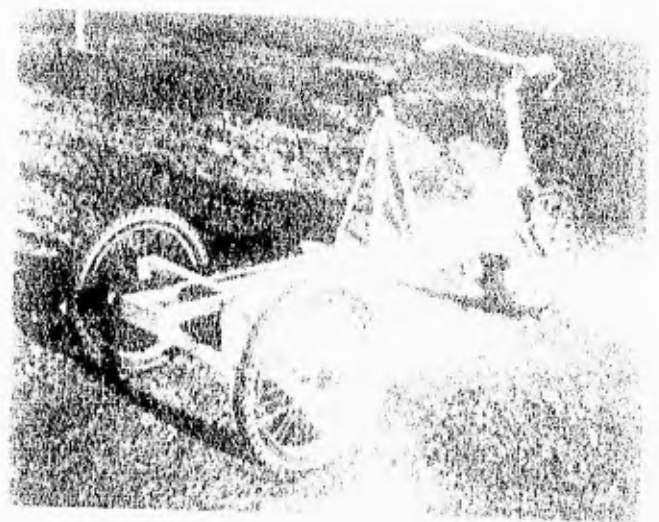




Este tipo de transporte para pasajeros puede ser utilizado en áreas rurales y urbanas. El vehículo, como todos los del transporte de pasajeros, es asiente al **oxtrike** un instrumento, más que la sustitución de los sillones en Asia. Funciona mediante el uso de los pies de transporte pasajeros. Este vehículo puede ser usado para transportar cualquier tipo de carga, pues es básicamente un asiento con tres ruedas, al que se le pueden añadir asientos, plataformas, cajas, etc.

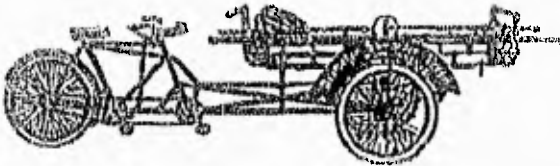


En este modelo de taxi tienen de 50 cm (20") las cuales tienen mayor resistencia a las fuerzas laterales, además de que permiten que el asiento de los pasajeros pueda ser colocado sobre ellas sin restringirse al tamaño del eje (92 cm). Otra adaptación importante del oxtrike es un freno de banda sobre el eje de las ruedas traseras, el cual es activado por una palanca que el conductor acciona con el pie. Con este arreglo no sólo se aplica una fuerza mayor que con las manos y simultáneamente sobre ambas ruedas, sino que el sistema de frenado se mantiene alejado de la humedad cuando llueve, además de dejar las manos libres para maniobrar.



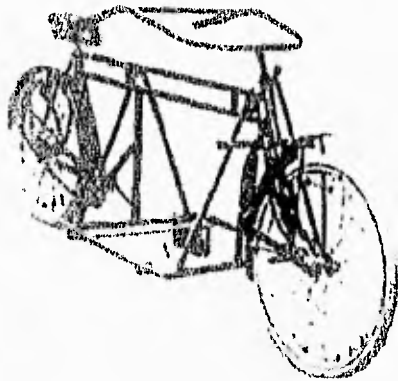
El cuerpo del vehículo está construido con lamina de hierro de 2.0 mm de espesor, la cual es más fácil de encontrar que el tubo de la bicicleta. El hecho de haber diseñado el oxtrike pensando desde un principio en construir un vehículo para el transporte de pasajeros a diferencia de otros construidos a partir de piezas de bicicletas diseñadas para el transporte individual, ha resultado en un vehículo más eficaz, compacto y versátil.



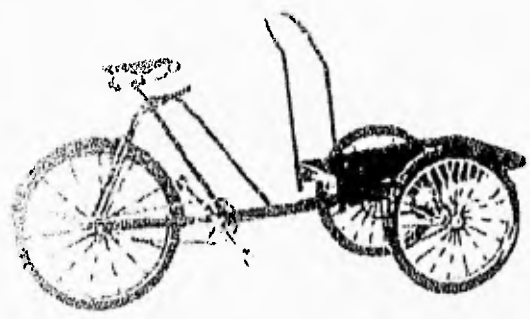


Los triciclos que se han mencionado pueden también ser utilizados para transportar enfermos, mientras éstos tengan dolencias menores o puedan ir normalmente sentados. Cuando el enfermo debe adoptar una posición horizontal estos vehículos se tornan inadecuados ya que no tienen suficiente longitud y se requiere de adaptaciones especiales. Lo más importante es que a través de estas **biciambulancias** se puede prestar un servicio muy importante donde no se cuenta con otro medio para transportar heridos o enfermos, siempre y cuando se tomen las medidas de seguridad pertinentes.

En cuanto al transporte de carga se pueden encontrar muchos y muy diversos ejemplos de bicicletas modificadas para soportar el peso y mantener la maniobrabilidad. Cuando el peso es mayor, se suele bajar el centro de gravedad localizándolo más cerca del suelo, lo que le da mayor estabilidad al conjunto.



Otra forma usual de transportar carga es con un **triciclo de carga**, que por el hecho de tener tres ruedas, en lugar de dos, facilita el transporte de pesos mayores que lo que permite una bicicleta, pues son en sí estructuras más estables. Estos vehículos no solo tienen un diseño especial más adecuado para esta actividad, sino que además cuentan con piezas más resistentes y confiables, como llantas, rayos o frenos reforzados.



Sus fabricantes aseguran que estos triciclos son capaces de transportar hasta 250 kg además del conductor, lo que los puede hacer muy útiles en lugares como el interior de una fábrica o un complejo industrial en donde se necesite mover constantemente cargas pesadas en distancias cortas, y sin problemas de tráfico motorizado.





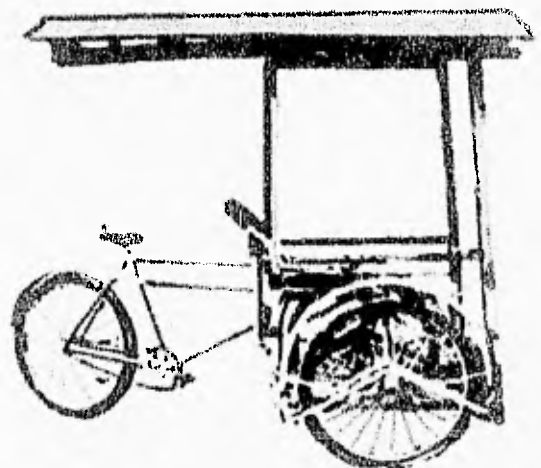
Existe un tipo de triciclo para carga cuyo uso está muy extendido en México. Consiste en una estructura tubular con ruedas de 28", con una caja delantera que tiene un eje de giro que funciona como manubrio y una parte posterior similar a la de una bicicleta. No tiene cambios de velocidad y normalmente maneja sólo un freno en la rueda trasera a contra pedal. Las llantas, los rayos y la estructura, por lo general están reforzados pero se fabrican diversos modelos con muchas variantes.

Estos modelos se utilizan mucho en la distribución de refrescos embotellados, agua en garrafones, etc., en zonas donde los grandes camiones repartidores ocasionarían graves conflictos viales, como lo es el Centro Histórico de la Ciudad de México. Su uso se ha extendido desde hace muchos años, a otras actividades, entre ellas el expendio de alimentos y otros productos.

Un ejemplo de la utilización de este modelo se tiene en Ciudad Hidalgo, Chiapas, población fronteriza que se localiza a 30 km de Tapachula, donde se ha integrado un sistema para el transporte de pasajeros.

La ciudad tiene una población de 15,000 habitantes (Noviembre de 1991) y un tamaño de aproximadamente 2 km cuadrados. Por las características del lugar, en cuanto a infraestructura vial, a los medios de transporte existentes y a la alta demanda por el tráfico fronterizo, este sistema ha funcionado exitosamente.

En la parte delantera del triciclo se adapta una banca de 90 por 35 cm donde además se pueden acomodar bultos o maletas. No cuentan con ninguna protección al frente aunque sí se tiene una tabla para poder apoyar los pies.



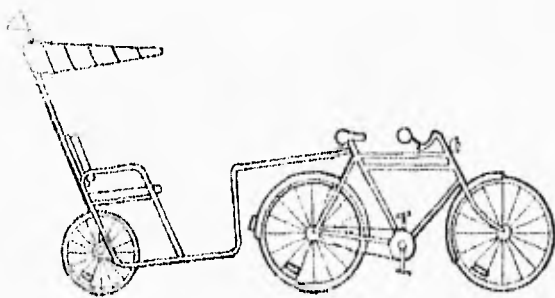


Por el clima de la región, caluroso y húmedo, los vehículos están equipados con un techo de lona plástica que se sostiene con una estructura de madera y algunos tienen la posibilidad de desenrollar otros plásticos translúcidos que bajan desde el techo para proteger a los pasajeros de la lluvia.

Existen aproximadamente 500 triciclos funcionando y están agrupados en tres diferentes organizaciones. Estas se distinguen por el color del vehículo y aunque son independientes tienen las mismas tarifas y zonas de circulación. El costo del pasaje, a finales de 1991, oscilaba entre 300 y 500 pesos (N\$0.30 y N\$0.50) por persona según la distancia, aunque los recorridos rara vez sobrepasan los 2 km.

Aunque no existen rutas establecidas, los triciclos se concentran en los lugares donde se genera el pasaje de acuerdo a la hora del día. Estos puntos estratégicos son: el zócalo, el mercado, la estación de tren, la estación de autobuses, el paso de la frontera por el puente y el paso clandestino por el río. Los triciclos se estacionan en línea en la zona de ascenso del pasaje y después de hacer su recorrido se estacionan en otra zona similar.

Otro ejemplo importante se puede observar en el Centro Histórico de la Ciudad de México, donde el 22 de enero de 1991, empezó a operar el servicio de bicifaxi, utilizando un modelo de remolque para bicicleta llamado **ciclaux**. De hecho, este fenómeno fue lo que originó el Concurso de Diseño de Bicifaxis, motivando a sus organizadores para utilizar el tubo de Zinalco a través del diseño aplicado.

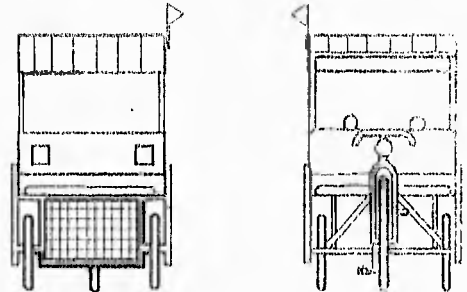


El ciclaux consiste en una estructura de tubo negro o galvanizado de  $\varnothing 3/4"$ , con dos ruedas de 24" a 28" y con un eje de 100 a 120 centímetros, que se conecta a la parte trasera de una bicicleta con una unión que permite su giro independiente. Cuenta con un asiento con respaldo, soporte para los pies y una ligera estructura que soporta un toldo.





Al principio los empezaron a operar con bicicletas de tipo turismo, donde la falta de cambios de velocidades resultaba en una muy pobre ganancia mecánica. En la actualidad se utilizan bicicletas de montaña que cuentan con cambios de velocidad, cuadros y rines más fuertes y llantas más apropiadas.



En algunos casos se le han agregado al remolque aplicaciones en lona plástica o resinas con fibra de vidrio, a manera de carrocería, para generar con los tubos de acoplamiento un espacio para los pasajeros más resguardado del ambiente.

Por la utilidad de este servicio, el relativamente bajo nivel de inversión que se requiere y por tratarse de un modo de transporte no contaminante, el Departamento del Distrito Federal, a través de la Secretaría de Transportes y Vialidad, ha considerado indispensable poner atención al servicio de bicitaxis y se han propuesto objetivos específicos en el **"Programa Integral de Transporte y Vialidad. 1995-2000"**.

Entre ellos destacan el especificar el área de cobertura adecuada para este servicio; reubicar sus bases en sitios donde cuenten con afluencia de usuarios sin causar o dar una imagen de desorden; y contribuir al mejoramiento de sus instalaciones proporcionando mayor información a los usuarios.

Para noviembre de 1995 se tenían registradas 5 organizaciones y un total de 175 vehículos, divididos en dos grupos identificados por el color, los blancos, concesionados del D.D.F. y los amarillos que operan sindicalizados y de manera independiente. En general, los vehículos son alquilados para su operación.

Todos los grupos se concentran en 5 bases y prestan servicio con un horario que va de las 9:00 a las 19:00 horas. La tarifa es ajustada por el operador de acuerdo al tiempo y la distancia del recorrido y se cobra un mínimo de N\$ 2.00 y un máximo de N\$ 5.00.





En torno al Zócalo, la anarquía en la operación de los bicitaxis, proyecta una imagen de caos, situación que se prevé superar al reorganizar este modo de transporte. También se tiene contemplado restringir la circulación de los bicitaxis al área del perímetro B del Centro Histórico y que los operadores utilicen el carril derecho sin circular en sentido contrario, como lo establece el Reglamento de Tránsito.

## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Por otro lado, la Coordinación General de Transporte (C.G.T.), dependencia del Departamento del Distrito Federal (D.D.F.), elaboró los "**Lineamientos Básicos de Confort y Seguridad que Deben Cumplir los Vehículos, para Transporte de Pasajeros, Tipo Bicitaxi, que Operen en la Ciudad de México**", en virtud de que su uso se ha extendido a otros tipos de lugares y eventos, por lo que se ha hecho indispensable regular los aspectos físicos, operativos y de seguridad para eficientar y organizar este servicio.

En ese documento se establecen condiciones y parámetros referentes a los aspectos estructurales, constructivos y de diseño, funcionales, tecnológicos, de seguridad y de señalización que deben cumplir los vehículos y sus operadores.

Aunque este documento fué elaborado después de desarrollado el modelo descrito en el presente trabajo, se realizó una evaluación de acuerdo a los puntos especificados, que se incluye en la Memoria Descriptiva bajo el título de Lineamientos Oficiales.

El Departamento del Distrito Federal, por medio de su **Gaceta Oficial** de mayo de 1992, publicó la normatividad establecida en cuanto a los dispositivos de seguridad que deben incorporar los vehículos de cualquier tipo.

En el caso de los bicitaxis, este equipo, que está considerado como de advertencia visual, deberá ser utilizado para prevenir a otros conductores sobre la proximidad del vehículo.

Esta serie de elementos de seguridad están determinados en cuanto a color, forma, tamaño y fluorescencia o reflexión de luz.





Se especifica en primer lugar un **banderín** con antena, que es un dispositivo consistente en una bandera de forma triangular, de 30 cms por lado, acoplada a una antena, cuya altura total no deberá ser menor a 1.80 metros. El material de la bandera debe ser impermeable, resistente, reflejante y de colores fluorescentes para que pueda ser visible por peatones y conductores de otros vehículos.

Igualmente se establece el uso de **reflejantes**, que son dispositivos consistentes en superficies transparentes, de coloraciones variadas que, mediante reflexión desvían la luz haciéndola incidir en otro punto. Éstos deberán ser perfectamente visibles a 100 metros de distancia.

Los reflejantes que se ubiquen en el frente del vehículo serán de color ámbar y de color rojo los de la parte trasera. Además deberán incorporarse reflejantes de color ámbar en las partes anterior y posterior de los pedales para bicicletas, bicimotos y bicitaxis, así como por lo menos uno en cada una de las ruedas, en color blanco.

Es además, de carácter **obligatorio** el uso de anteojos protectores, casco y guantes, así como de pedales antiderrapantes, cláxon y espejo retrovisor. Se **recomienda** el uso de mascarillas y la portación de herramienta, paquete de refacciones y linterna sorda.

Es de carácter **opcional**, la integración en bicitaxis de pasamanos, aislantes térmicos, eléctricos y vibratorios, canastillas, defensas, cubrecadenas y salpicaderas.



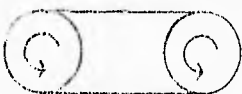


## ACTIVIDADES ESTACIONARIAS CON PEDALES

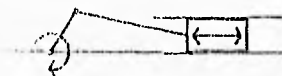
Como se ha observado hasta aquí, en una bicicleta se hace un uso muy eficiente de la **potencia** que un ser humano es capaz de generar. Si bien esta potencia se usa en un vehículo para realizar un desplazamiento, el mismo principio puede servir para realizar actividades donde el individuo permanece estacionario y la potencia generada se usa para realizar un trabajo productivo.

Para entender más ampliamente la utilización de estos aparatos hay que tomar en cuenta algunas consideraciones que permiten establecer los límites o el rango de las aplicaciones posibles.

1. La potencia que un individuo normal puede generar y mantener por períodos largos de tiempo es de alrededor de 75 vatios, con movimientos de entre 20 y 60 revoluciones por minuto.
2. Cuando un ciclista se desplaza, el aire transfiere el calor que se genera en su cuerpo, evitando el sobrecalentamiento y agotamiento del mismo.
3. El hecho de permanecer estacionario permite que varias personas puedan hacer turnos para mantener niveles más altos de generación de potencia ya que pueden tener los períodos de descanso necesarios.
4. Así mismo, se pueden diseñar mecanismos para combinar la potencia generada por dos o más personas simultáneamente, lo cual aumenta la potencia y por consiguiente, el rango de actividades que se pueden realizar.



Otro punto importante, que se refiere a cada caso en particular, es la manera en que el movimiento giratorio se convierte en otros tipos de movimientos. Por ejemplo una **cadena** o una banda puede servir para transmitir el movimiento circular a otro eje e incluso con otra orientación.



Fijando un punto en la trayectoria del movimiento circular se puede transferir a un movimiento recíproco como es el caso de un **pistón** o una **biela**.





Con un sistema similar pero fijando el otro extremo se puede obtener un movimiento **arbitrario** u **oscilante**, en el que alterando las longitudes de las barras se puede generar una variedad de posibilidades en cuanto a desplazamiento, velocidad y aceleración del punto c.



Esto significa que una actividad determinada que requiera un tipo de movimiento específico, puede realizarse siempre que se cuente con el mecanismo de conversión adecuado.

Otro aspecto importante lo constituye el límite físico del operador que con los 75 vatios que puede suministrar, se restringe a un nivel de **torque** y de **velocidad angular**. Con un sistema de **poleas** se amplía considerablemente este rango, ya que permite obtener, con la misma potencia suministrada, diversas combinaciones de torque y velocidad para una misma potencia, como ocurre con los cambios de velocidad de la bicicleta.

En algunos casos es conveniente contemplar la posibilidad de una **rueda volante**, ya que existen equipos, como por ejemplo bombas de agua, donde los requerimientos de potencia son intermitentes, es decir, se puede necesitar ejercer mucha fuerza sobre una palanca para hacer subir la columna de agua y luego muy poca fuerza o casi nada para regresar la palanca a su lugar.

Para evitar que sea el operador el que tenga que suministrar esta potencia en forma intermitente, se puede utilizar una rueda volante, que consiste en una rueda de gran masa que se hace girar con los pedales en una forma uniforme. Cuando la masa de esta rueda ha adquirido cierta velocidad rotacional, lleva consigo una considerable energía cinética acumulada, con la que se puede hacer frente a los picos en la demanda intermitente de potencia.

Las formas en que se puede hacer uso de la tracción humana en actividades estacionarias son básicamente las siguientes: utilizando una bicicleta sin modificar, con una bicicleta modificada, construyendo una fuente de poder adaptable a varias aplicaciones, diseñando equipos impulsados





directamente con los pies y modificando equipos manuales para impulsarlos con los pies.

En el primer caso, con una bicicleta **normal** y por medio de rodillos se puede utilizar la potencia en la llanta trasera para accionar mecanismos, como un pequeño molino de granos, un generador eléctrico o un ventilador. La ventaja de esta configuración es que la misma bicicleta le puede servir al usuario para transportarse y para realizar otras tareas.

Por otro lado, este arreglo no sería adecuado si la actividad estacionaria se realiza con mucha frecuencia, ya que no se justifica el costo de la bicicleta cuando la potencia podría suministrarse en forma directa con un mecanismo más sencillo.

Un problema que se presenta con esta combinación es que por la posición del ciclista le puede resultar difícil ver lo que está realizando, lo cual en algunos casos puede resultar inconveniente.

Es importante observar que en este arreglo la llanta trasera transmite la potencia a un rodillo o una banda mediante la fricción entre ambas superficies, lo que lo limita a las actividades o mecanismos que requieren un torque muy pequeño aunque a velocidades muy altas.

En el segundo caso, las **modificaciones** que se le hacen a una bicicleta para utilizarla como fuente de poder pueden ser de carácter transitorio o permanente de acuerdo a la tarea que se desea realizar.

Por ejemplo, puede quitarse la llanta trasera y utilizar la cadena para mover una rueda dentada en forma directa, lo que no impide que se utilice nuevamente la bicicleta como tal.

Hay que recordar que la bicicleta ha sido diseñada teniendo como objetivo el transporte y a esto obedece la configuración de sus diversas partes. Para actividades estacionarias podría pensarse en estructuras más sencillas y estables, materiales o piezas con menor carga tecnológica, y posiciones más funcionales y cómodas para el usuario.





El diseño de una **fuerza de poder de uso múltiple** tiene el objetivo de disponer de un mecanismo especial para ser utilizado en tareas estacionarias y con la flexibilidad de poder ser adaptado a varias aplicaciones. Al incorporar un sistema de poleas se tiene un amplio rango de torques y velocidades angulares posibles. Una fuerza de poder de este tipo puede servir para trabajos de alfarería, para bombeo de agua, corte de madera, lavado de ropa, etc.

Este mecanismo, por el hecho de estar diseñado para realizar tareas estacionarias, responde mejor a estas necesidades que las bicicletas modificadas, sin embargo, por su misma flexibilidad de acomodarse a diversas situaciones o necesidades de potencia, suelen no representar la solución más óptima a un determinado problema. Por otro lado, sí pueden ser la solución más adecuada en situaciones donde se tienen que realizar diversas tareas con cierta regularidad y en forma no simultánea.

En cuanto a las **máquinas impulsadas directamente con los pies**, se puede decir que son equipos que aprovechan la tracción humana en la forma más eficiente, ya que su diseño no solo incorpora las características convenientes del suministro de potencia en condiciones estacionarias sino que además se adecúa a los requerimientos específicos del problema en cuestión.

En general suelen tener una **relación fija** de piñones que permite el suministro de potencia con la combinación más adecuada de torque y velocidad. Como ejemplos de este tipo de máquinas se tiene generadores de corriente directa, malacates o generadores de tensión, ventiladores, tornos para madera, e incluso equipos ejercitadores para rehabilitación.

Incorporar a una máquina el mecanismo para utilizar la tracción humana en forma directa resulta un poco más caro que si se tiene una fuerza de poder de uso múltiple que puede ser adaptada a muchas máquinas; sin embargo, este costo adicional se justifica si se tiene una máquina que se utiliza con mucha frecuencia ya que se realiza el trabajo en forma más eficaz.





Por último, y en vista de la reconocida eficiencia que existe en el suministro de potencia a partir de los músculos de las piernas del ser humano realizando un movimiento rotatorio, existe una tendencia a modificar **equipos manuales** para que sean impulsados con los pies; esto muchas veces facilita la labor del operador, sin embargo, es importante hacer un juicio crítico antes de proceder a realizar cualquier modificación, pues no en todos los casos se aplica exitosamente esta práctica.

Los ejemplos descritos demuestran que es posible tener un rango amplio de aplicaciones así como de acomodos y sistemas en el aprovechamiento de la potencia que un ser humano es capaz de generar con las piernas. Aunque este proyecto está planteado desde un principio como una máquina móvil para el transporte de pasajeros, es importante y valioso contemplar posibilidades más allá de las que ofrece la bicicleta como tal.

En este sentido, las soluciones utilizadas en las máquinas para actividades estacionarias son muy buenos ejemplos de creatividad aplicada de manera práctica para solucionar problemas específicos a través del diseño.





El **Zinalco** es una aleación de zinc, aluminio y cobre, que presenta la formación de una capa superficial de óxido protector. Su bajo punto de fusión y su alta resistencia mecánica al trabajo en frío le ha significado mucho éxito en piezas fundidas a presión, como pueden ser válvulas para paso de gases.

## EL ZINALCO

Sin embargo, se dice que el Zinalco fué diseñado para ser usado en forma de un producto **extruído**, ya que bajo estas condiciones se logra obtener la microestructura que lo caracteriza y origina sus propiedades de manera óptima.

A pesar de que su densidad equivale al doble de la del aluminio (5.4 gr/cm<sup>3</sup>), su resistencia mecánica y su módulo elástico son también el doble que el del aluminio 6063 utilizado clásicamente para perfiles. Esta propiedad permite reducir el espesor de los perfiles fabricados con zinalco hasta la mitad, con lo cual se igualan los pesos de los perfiles con los de aluminio sin sacrificar resistencia mecánica ni necesariamente su forma geométrica.

En estas condiciones el precio del perfil resulta reducido a la mitad en cuanto a los costos de materia prima, pero si se toma en cuenta que la energía involucrada en el proceso es aproximadamente 30 % inferior, lo que supone un menor desgaste en el herramental, y que no requiere tratamientos térmicos posteriores, el costo resulta mucho más atractivo.

La extrusión del zinalco puede efectuarse entre **150° y 300° C** (máximo), siendo cerca de esta temperatura cuando las propiedades mecánicas de la aleación son similares a las del aluminio 6063 a 500° C, lo que implica un ahorro de energía en el proceso de extrusión. Su punto de fusión se sitúa entre los **421° y 482° C**.

Debido al bajo coeficiente de fricción de esta aleación, es posible realizar la extrusión sin la intervención de lubricantes, aunque el uso de grafito y aceite mineral reduce sensiblemente la carga necesaria para la extrusión hasta en un 40 %.





El enfriamiento bajo condiciones ambientales confiere a los perfiles propiedades mecánicas óptimas. Es decir que el perfil extruído tal como se describe, no requiere ningún tratamiento térmico adicional.

La superficie del perfil experimenta la formación de una capa protectora durante el enfriamiento, de carácter decorativo, transparente y protectora que le da una buena apariencia al perfil recién extruído.

Esta capa, compuesta de óxidos de zinc y aluminio, puede incrementarse para mejorar la protección en medios más agresivos mediante tratamientos térmicos como el tostado, aunque las propiedades mecánicas pueden disminuir hasta en un 10 %.

Los recubrimientos electrolíticos son por excelencia los procesos de protección contra la corrosión más usados, ya que además le pueden dar una apariencia agradable a las piezas tratadas. A partir de una solución básica de molibdato de amonio se obtiene un depósito amorfo de color negro. Sin embargo, no siempre es necesario pues el óxido natural que se forma en la superficie del material tiene una excelente adherencia para pinturas, en virtud de que trabaja como una capa de primario.

La temperatura máxima de trabajo para el zinalco es de alrededor de **90° C**, ya que arriba de esta temperatura empieza a perder su resistencia mecánica muy rápidamente. Así mismo, puede ser maquinado rápida y económicamente gracias a su estructura metalúrgica compleja que permite la formación de una viruta corta y un acabado superficial brillante.

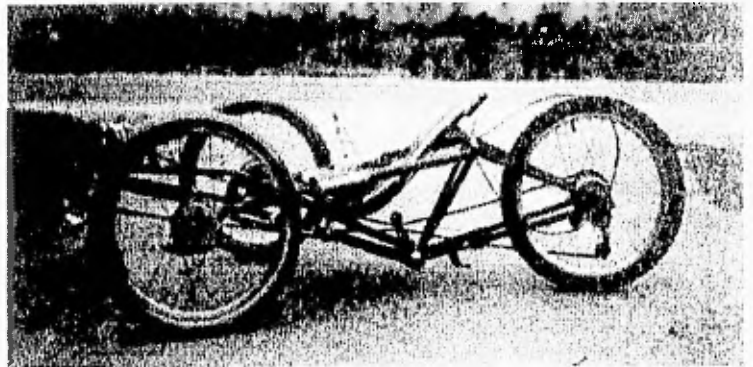




En esta sección se describen las partes, mecanismos y equipos comerciales utilizados en bicicletas y triciclos. Es importante advertir que estos equipos son fabricados en industrias altamente especializadas, con una enorme carga tecnológica y que producen grandes volúmenes, así como muy diversos modelos para los diferentes tipos de aplicaciones.

## SISTEMAS FUNCIONALES

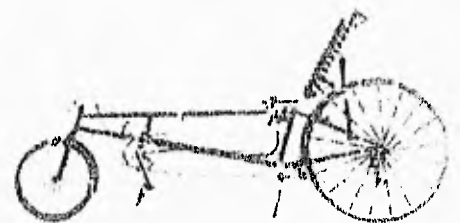
La carga tecnológica, los materiales, lo complicado de los mecanismos, su resistencia y otras características dan una gama muy amplia de equipos disponibles en el mercado, que en general van de los económicos y sencillos para bicicletas de uso diario, hasta los de lujo, más sofisticados, delicados y ligeros que se utilizan en máquinas de competencia.

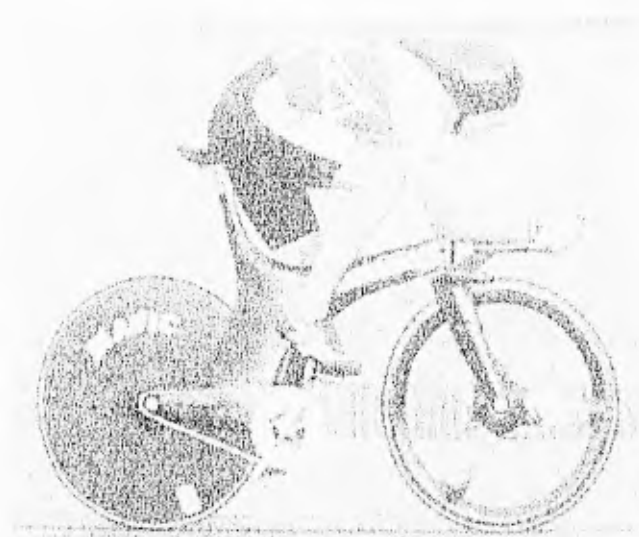


Una bicicleta puede definirse como una máquina constituida por un **marco** o **cuadro** que se desplaza sobre **ruedas** y al cual se le han agregado diversos aditamentos como pedales, cadena, asiento, frenos, etc. para optimizar su funcionamiento. Es decir, si bien puede visualizarse una bicicleta sin frenos o sin cambios, no se puede tener una bicicleta sin marco o sin ruedas.

## Estructura

En general, es importante que un cuadro sea capaz de resistir los esfuerzos que se presentan durante su uso. Por un lado se tienen los que utilizan materiales muy resistentes, lo cual redundaría en tubos con un espesor de pared muy reducido y por lo tanto en un marco muy ligero; en el otro se tienen marcos que por utilizar materiales menos resistentes requieren tubos de mayor diámetro o con paredes más gruesas, lo que provoca un marco más pesado.





El cuadro de una bicicleta puede estar hecho de aluminio, fibra de carbono o acero. El aluminio es el más ligero y resistente, pero el tubo más difícil de soldar y por lo tanto el más caro. El tubo de fibra de carbono se debe usar con cuidado porque genera un ruido muy peculiar.

A veces se incluye un tubo de aluminio en el cuadro para resistir al viento. El tubo aluminio y el tubo de carbono, se utilizan tubos donde el espesor de la pared en el centro es menor

que en los extremos, pues los esfuerzos son mayores cerca de las uniones.

De acuerdo a la resistencia del material se obtienen los tamaños de tubos. En algunos casos el espesor de pared llega hasta 20 mm que es conveniente en situaciones donde la bicicleta es sometida a uso rutinario, además de que su proceso de fabricación y soldadura es más sencillo.

Otra de las funciones del cuadro es la de servir como **transmisor de potencia**. La potencia transmitida a la estructura y después de continuar un poco al experimental suelta de vibración y utilizar otro poco para vencer varias fuerzas que se oponen al movimiento, transmite el resto a la llanta de donde se genera la fuerza que ésta pueda vencer la resistencia al avance que ella genera.

Cuando se habla del tamaño del cuadro en bicicletas convencionales, se suele referir a la longitud del tubo del cuadro, es decir, del eje de los pedales al extremo del tubo donde entra el asiento. Este tamaño debe ser unos 10" menor que la longitud inferior del pie del ciclista, es decir desde la planta del pie hasta la entepierna. Un rango normal de tamaño de marcos para bicicleta de adulto es de entre 22" y 31".





Las **ruedas** son las otras partes indispensables en las velocipedos. De hecho son las que le dan el nombre a la bicicleta: "vehículo de dos ruedas o ruedas".

## Ruedas

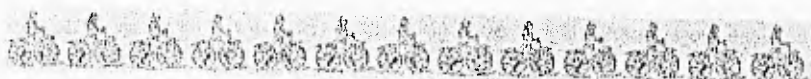
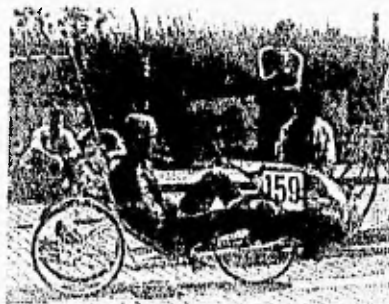
Aunque en apariencia se trata de un elemento sencillo y modesto, la rueda es una excelente obra de ingeniería, que con un peso de escasamente 1 kg es capaz de soportar fuerzas de unos 100 kg, además de que durante su operación presenta un mínimo de resistencia ante las fuerzas que se presentan y permite un alto grado de comodidad al ciclista.

Su capacidad para soportar fuerzas muy grandes radica en la estructura que forman el **rin** y los **rayos**. Estos se fijan al rin por medio de unos tuercas especiales que colocan los rayos en tensión y por consiguiente el rin queda sometido a compresión.

Cuando el marco de la bicicleta se apoya sobre el centro de las ruedas y éstas entran en contacto con el suelo, en condiciones estáticas o dinámicas, se originan reacciones que se distribuyen en el total de rayos.

Los rayos que están más en contacto con el suelo son los más afectados directamente por las fuerzas, pero como éstos están originalmente sometidos a tensión, lo que hace la fuerza es disminuir esa tensión, y la deformación que sufre el rin hace que en otros rayos cumentemente, comportándose como una estructura en forma de arco.

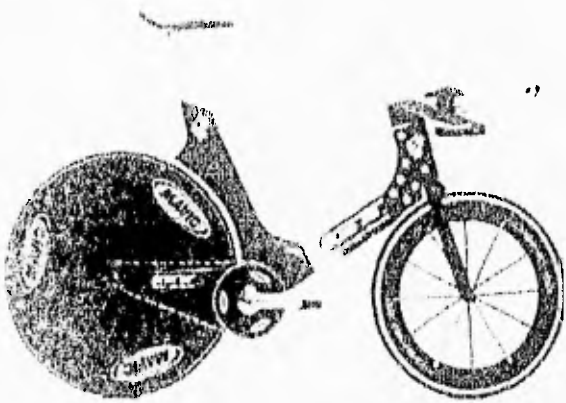
El éxito de la rueda se debe también al uso de la **llanta** y la **cámara**, ya que éstas permiten que el transporte se realice en forma cómoda, pues amortiguan las pequeñas irregularidades del camino. Además ayudan a distribuir las fuerzas que se originan sobre las ruedas.





**Rayos** Los rayos son piezas rectas de alambre que en un extremo tienen una cabeza con la que se sujetan a la maza en el centro de la rueda y en el otro una rosca con la que se fijan al rin mediante una pequeña tuerca y una llave especial. Las principales características que hay que tomar en cuenta son: el material de fabricación, el diámetro y la longitud.

Hay diversos tipos y tamaños de rayos, incluso hay algunos con sección circular únicamente en los extremos, siendo la mayor parte del cuerpo del rayo de perfil aplanchado de manera que pueden ofrecer una mínima resistencia al aire.



Una bicicleta para uso normal o de carreras puede tener rayos de 1.8 mm o 2.0 mm de diámetro, pero si se espera estar transportando carga o someter las ruedas a uso rudo, es aconsejable utilizar rayos con un diámetro mayor, de 2.3 mm o 2.7 mm. La longitud de los rayos dependerá del diámetro del rin, de la longitud de la pestaña de la maza y de la forma o acomodo que se le den en la rueda.

**Rines** En el caso del rin son seis las variables importantes que hay que tener en cuenta : diámetro, ancho, material de fabricación, número de rayos, diámetro de los rayos y tipo o diseño del rin. El diámetro del rin dependerá del tamaño o diseño del vehículo y del comportamiento que se espera de la rueda. En bicicletas para adultos es común encontrar rines de entre 26" y 28" de diámetro.

La estructura que forma el rin con los rayos es altamente resistente a las fuerzas que actúan en dirección **radial** o **tangencial** a la rueda, pero relativamente débil a las fuerzas en sentido **axial** o **lateral**. Una forma de darle mayor resistencia a la rueda es aumentando el ancho o disminuyendo el diámetro del rin.





Por ejemplo, mientras una bicicleta de carreras puede tener rines con un ancho menor de 1", una bicicleta de montaña o de carga puede requerir rines de 1 1/2", 1 3/4" e incluso mayores de 2".

También existe variedad en cuanto a los materiales en que se fabrican los rines, si bien los más usuales son de acero, los hay de aleaciones, de aluminio y de plástico.

El número de agujeros en el rin debe ser igual al número de agujeros en la maza, además el diámetro de estos agujeros debe corresponder al diámetro de los rayos. Los rines más usuales son los de 36 agujeros, pero los hay desde 20 hasta 40.

Existen diversos tipos o diseños de rin que son apropiados para el uso de diferentes tipos de llantas o frenos. Los hay con suficiente área lateral para que ahí se puedan aplicar los frenos, aunque hay otros diseñados para que los frenos se apliquen en la parte interior del rin.

Las dimensiones de las **llantas** están determinadas por el tamaño del rin; usualmente se denominan dando las mismas medidas de diámetro y ancho del rin, aunque también se pueden especificar detalles sobre el material utilizado y el tipo de superficie o huella.

## Llantas

Las llantas comunes presentan diversos dibujos adecuados a diferentes superficies o usos, y se complementan con una cámara interna que mantiene la presión del aire. Las llantas tubulares o radiales no utilizan cámara y se prestan para ser utilizadas con rines livianos.

El coeficiente de fricción entre el suelo y la llanta, sobre una superficie dura, aumenta proporcionalmente con el ancho de la llanta a razón de 1 a 3. Es decir, un 30 % de aumento en el ancho de la llanta ocasiona un 10 % de aumento en la fricción. Sobre superficies suaves como arena o calles de tierra el efecto es opuesto, una llanta ancha se desplaza más fácilmente que una llanta delgada pues ésta última tiende a penetrar más en el suelo.





Además, una llanta ancha tiene más capacidad de absorber las pequeñas irregularidades del camino que una llanta delgada, si además cuenta con un rin ancho, con mayor resistencia será más adecuada para caminos accidentados.

Así como una llanta de diámetro mayor reduce las fuerzas que se oponen al rodamiento, la presión de aire debe ser lo más alta posible, sin exceder lo estipulado por el fabricante.

## Mazas

Las mazas de las ruedas transmiten las fuerzas desde el centro de las mismas hacia la estructura del vehículo a través del eje. La maza trasera tiene un eje un poco más largo para dar espacio a la rueda libre.

Existen mazas que en lugar de fuerzas normales tienen un mecanismo accionado manualmente para quitar y poner la llanta en forma muy rápida y sin necesidad de herramienta, este mecanismo funciona con un sistema de palanca y biela que permite apretar firmemente el eje.

Además de la calidad, la variable más relevante en los diversos diseños de mazas es el tamaño del ala o pestaña, es decir, la distancia que existe entre el centro de la rueda y el lugar donde se sujetan las cabezas de los rayos.

Una maza con pestaña larga pesa un poco más y requiere rayos más cortos. Esto le da una mayor rigidez a la rueda y por lo tanto se aprovecha mejor la potencia suministrada por el ciclista, aunque el recorrido pueda ser un poco más incómodo. Una bicicleta de carreras tenderá a utilizar este tipo de mazas.

Las mazas con pestañas cortas producen por el contrario una llanta más flexible, que si bien es menos eficiente para transmitir potencia, puede absorber con más facilidad irregularidades en el camino y hacer el viaje más agradable. Un ciclista que maneja distancias considerables en forma regular y sobre todo en calles no muy buenas estará mejor equipado con mazas de este tipo.







El freno de tipo **palanca** o **cantilever** es muy efectivo para transmitir la fuerza a las zapatas, sin embargo se necesita de unos soportes soldados a la horquilla en el lugar exacto para que la presión llegue al rin en el lugar adecuado.

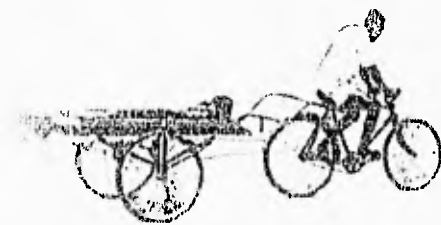
En estos frenos es conveniente que no haya mucha fricción entre el **cable** o **chicote** y su **envolvente** o **funda**, sobre todo si estos son muy largos. Unas buenas fundas tienen revestimientos interiores plásticos que generan muy poca fricción.

Otro tipo de freno que actúa en el exterior de la rueda es el freno de **barra**. En este freno una varilla metálica tira de una herradura que presiona unas zapatas contra la parte **interior** del rin. Es un sistema muy sencillo, requiere muy poco mantenimiento y es igual de efectivo que los anteriores, pero requiere un tipo especial de rin pues las zapatas no presionan la parte lateral del rin sino cerca de los rayos.

Con respecto a las zapatas se ha encontrado que el aumentar su longitud (mayores de 2") aumenta su efectividad, lo cual es importante en especial cuando llueve, ya que la fricción puede quedar reducida hasta a un 10 % de la normal.

Existe otra variedad de freno en el cual el movimiento de una **palanca** en el manubrio empuja una zapata de metal contra la superficie exterior de la llanta, pero además de significar un desgaste extra sobre la misma, pierde efectividad al existir humedad o polvo, por lo que no son recomendables.

Los frenos localizados en el centro de la rueda actúan al mismo tiempo como mazas y transmiten la potencia para frenar a los rayos de la rueda. Suelen ser mecanismos confiables, resistentes y duraderos y no requieren mucho mantenimiento, aunque pueden resultar un poco más costosos.



Un tipo de estos frenos en la maza es el freno a **contrapedal**, que se coloca en la rueda trasera y se acciona con la cadena al hacer girar los pedales en sentido contrario.





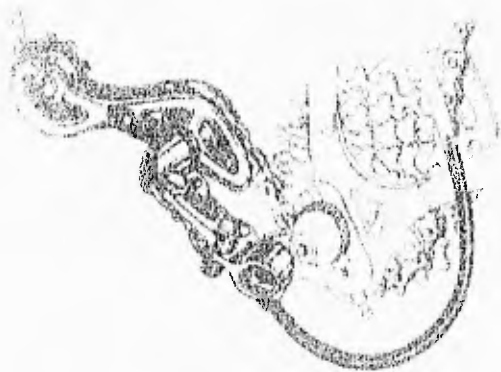


## Cambios de Velocidad

En una bicicleta se pueden efectuar cambios de velocidades variando los piñones entre los que se desliza la cadena. Esto se logra teniendo **piñones o estrellas** de diferentes tamaños tanto en los pedales como en la rueda trasera y utilizando desviadores que permitan realizar las diversas combinaciones.



El **desviador delantero** permite acomodar la cadena en un sistema de dos o tres estrellas diferentes, que se conoce como **multiplicador**. El **desviador trasero o cambio** desliza la cadena en otro sistema de piñones llamado **rueda libre**, que consta de 3 a 8 estrellas, además de garantizar una tensión adecuada en cada posición de la cadena.



Ambos desviadores se accionan mediante unas palancas que se localizan en el manubrio o en el marco de la bicicleta. Estos equipos son livianos y efectivos, aunque requieren de ajuste y mantenimiento apropiado para operar eficientemente.

Para cambiar la relación de los piñones con estos desviadores es necesario que la bicicleta esté en movimiento y se requiere de cierta destreza y experiencia por parte del conductor para prever el rango de piñones que va a necesitar en las diversas situaciones.

Otra forma de cambiar velocidades es manteniendo una sola relación de piñones pero adaptando un mecanismo que permita que para una sola velocidad angular del piñón trasero se puedan tener diferentes velocidades relacionales de la rueda trasera.

376





Para ello se utiliza un sistema de **engranes planetarios** que van incluidos en la maza trasera. Incluso existe un tipo de maza que combina un piñón múltiple, un sistema planetario y un freno de tambor. Este tipo de equipos son bastante complicados aunque muy resistentes, duraderos y confiables, y pueden ser utilizados en bicicletas sometidas a usos rudos.

De los diversos mecanismos inventados para transmitir la potencia de los pedales a la rueda trasera, la **cadena** ha resultado ser el más eficaz pues lo hace en una forma casi perfecta y con un mínimo de peso.

## Cadenas

Con más de 500 piezas distribuidas en unos 100 o 120 eslabones, una buena cadena es capaz de transmitir al piñón de la rueda trasera cerca del 99% de la potencia suministrada.

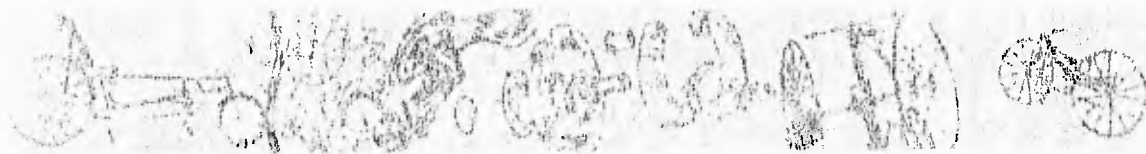
En general las cadenas suelen tener eslabones de 1/2" de longitud y espesores de 1/8" o 3/32". La cadena con el espesor menor es para ser utilizada con los piñones múltiples, pues esto permite tener una rueda libre más compacta.

La longitud de la cadena (o sea el número de eslabones) dependerá del tamaño y diseño de la bicicleta así como de la existencia de desviadores traseros o rodillos intermedios.

Una bicicleta normal para adulto utiliza cadenas de aproximadamente 1.5 metros de longitud y entre 0.25 y 0.5 kg. de peso de acuerdo al material con que estén fabricadas. Una buena cadena, ya sea liviana o pesada, debe soportar una fuerza de unos 800 a 1,000 kg antes de romperse.

La estructura normal de una cadena está formada por eslabones interiores o cerrados, y eslabones exteriores que se pueden cerrar con un sujetador, lo que facilita la colocación de la cadena en la bicicleta. En otras cadenas sin sujetador es necesario quitar un pin para poder montarlas.





## Piñones y Ruedas Dentadas

En la bicicleta la potencia se transmite de la rueda dentada en las pedales, al piñón en la rueda trasera por medio de la cadena. Esto significa que estas tres piezas deben estar propiamente dimensionadas entre sí y trabajar en perfecta armonía.

En el multiplicador y la rueda libre, además de la calidad y el tipo de acero especial hay que especificar número de piñones y de ruedas dentadas, número de dientes, paso (distancia entre dientes) y espesor.

El paso y el espesor tienen las mismas dimensiones nominales que la cadena y por lo tanto lo más usual es tener un paso de  $1/2"$  y espesores de  $1/8"$ , cuando es una rueda dentada y piñón único, y  $3/32"$  cuando se tienen ruedas dentadas o piñones múltiples. Con respecto al número de dientes, la variedad es muy amplia; es usual encontrar piñones desde 14 hasta 32 dientes y ruedas dentadas desde 24 hasta 56 dientes.

Lo importante es la relación entre los números de dientes de la rueda dentada y del piñón, ya que ésta es inversamente proporcional a la relación de velocidades angulares de ambas piezas y por lo tanto es lo que va a determinar con qué velocidad se va a desplazar la bicicleta a partir de una velocidad dada en los pedales.

La posible gama de combinaciones es muy amplia y la relación final debería determinarse dependiendo del uso particular que se le piensa dar a la bicicleta; estas combinaciones se discuten en la sección de **Cálculos**. Las bicicletas de una sola velocidad normalmente vienen con una relación de alrededor de 2.5.

Al piñón, ya sea único o múltiple, se le llama **rueda libre**, pues tiene en el centro un mecanismo que le permite girar libremente en un sentido y lo afiora en el sentido de la tracción.

A la combinación de más de una rueda dentada en los pedales se le llama **multiplicador**, ya que permite obtener cambios más rápidos y variados que cuando se utiliza únicamente el cambio posterior.



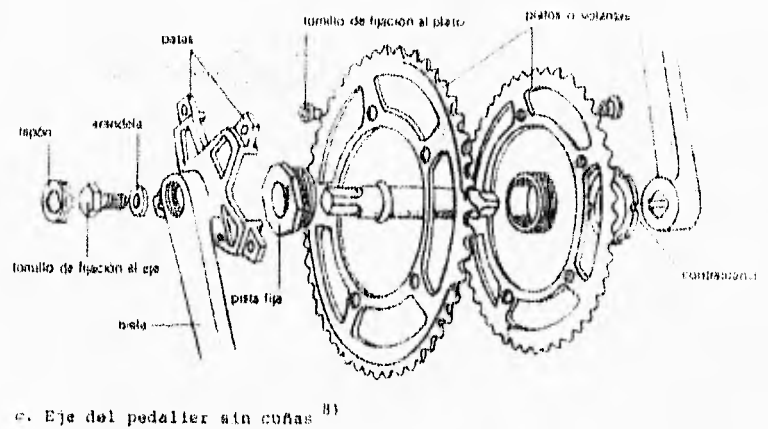


## Bielas y Eje del Pedalier

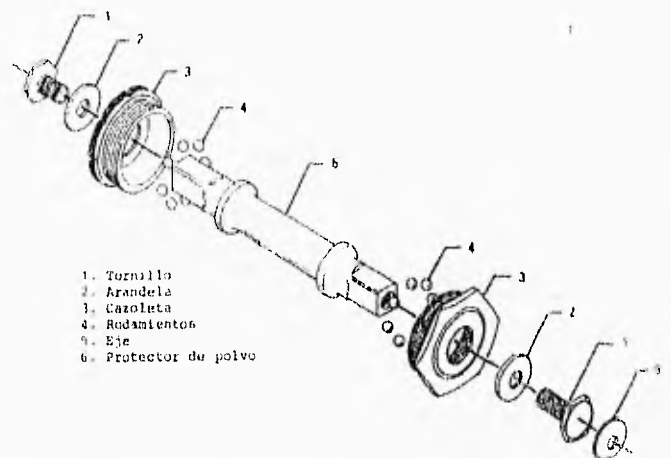
Estas piezas son las que debe accionar el operador para transmitir la potencia a la rueda trasera. La solidez y la eficiencia de estas piezas permiten tener un mínimo de pérdida de la potencia al pedalear.

Existe un tipo de **bielas** en el que éstas y el eje forman una sola pieza. Este diseño es barato, sencillo y durable aunque un poco pesado, y presenta el inconveniente de que si se daña una de las bielas o el eje hay que cambiar toda la pieza.

En otros diseños es más común tener las piezas diferenciadas y se caracterizan por la manera en que se unen el eje y las bielas entre sí. Por ejemplo, hay unas que se unen con una **cuña de acero** con dimensiones muy precisas, la cual va colocada a presión coincidiendo con una muesca en el eje. Su instalación requiere de cierto cuidado y es un tanto incómoda, sin embargo es confiable y duradera.



En otro diseño, el **eje** tiene los extremos con sección cuadrada, mismos que penetran en las bielas con un orificio también de sección cuadrada y se tiene un buen ajuste sin necesidad de cuña. Este diseño es actualmente más popular, sobre todo en bicicletas de montaña o para competencias.



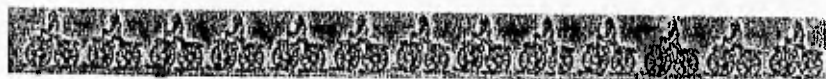


## **Manubrios, Asientos y Pedales**

Éstos son los elementos del equipo que tienen un contacto más directo con el cuerpo humano, además de las palancas de cambios y de freno. Lo más importante es su correcta posición y en su caso el ajuste para aprovechar al máximo el esfuerzo del operador y no tener pérdidas por mala postura o agarre.

Un criterio que debe privar en la selección de estas piezas, además de la calidad de los productos, es la comodidad que ofrecen al usuario para la actividad que éste realiza; por ejemplo, una persona que piensa utilizar su bicicleta para transporte diario buscará tener un asiento ancho, un manubrio que le permita adoptar una postura recta y unos pedales para zapatos normales.

Un ciclista de carreras preferirá mover las piernas con más facilidad, lo que puede conseguir con un asiento delgado, así como un manubrio que le permita adoptar una posición inclinada y unos pedales livianos, adecuados para zapatos de ciclista.





## ANTEPROYECTOS

De acuerdo con los requerimientos generales y dentro del marco establecido por el análisis de información, se empiezan a generar propuestas básicas que pudieran dar respuesta a las necesidades del proyecto. Estas propuestas, a manera de esbozos, permiten visualizar diversas opciones y elementos, así como limitantes e innovaciones.

Es necesario, por ejemplo, establecer cuántas ruedas debe tener el vehículo, que acomodo tendrán los pasajeros con respecto al conductor, cómo debe responder la estructura a las fuerzas a las que estará sometida, qué equipos usar para los sistemas de frenos, tracción, etc.

La posición de los **usuarios**, tanto los pasajeros como el conductor, es un enfoque que puede generar soluciones funcionales y ergonómicamente apropiadas. Se debe tomar en cuenta la comodidad, la facilidad de ascenso y descenso, la seguridad, la visibilidad y la eficiencia en la transmisión de la potencia del operador, entre otros factores.

El diseño de la estructura responde al acomodo de los usuarios, de las ruedas, la disposición de la tracción y de la dirección, y de las otras fuerzas externas que afectan al movimiento. Los elementos como frenos, toldo, acabados, etc. se integran posteriormente a la estructura básica, permitiéndose en esta etapa del diseño una retroalimentación de conceptos, con la posibilidad de combinar los arreglos o de proponer nuevas ideas.

En el proceso de plantear diversos acomodos o soluciones, se va llegando a un conjunto de decisiones que determinan el **perfil del producto viable**, es decir, las características generales que se aplicarán a la solución final del proyecto, y que se define evaluando teóricamente las características de las diferentes propuestas.



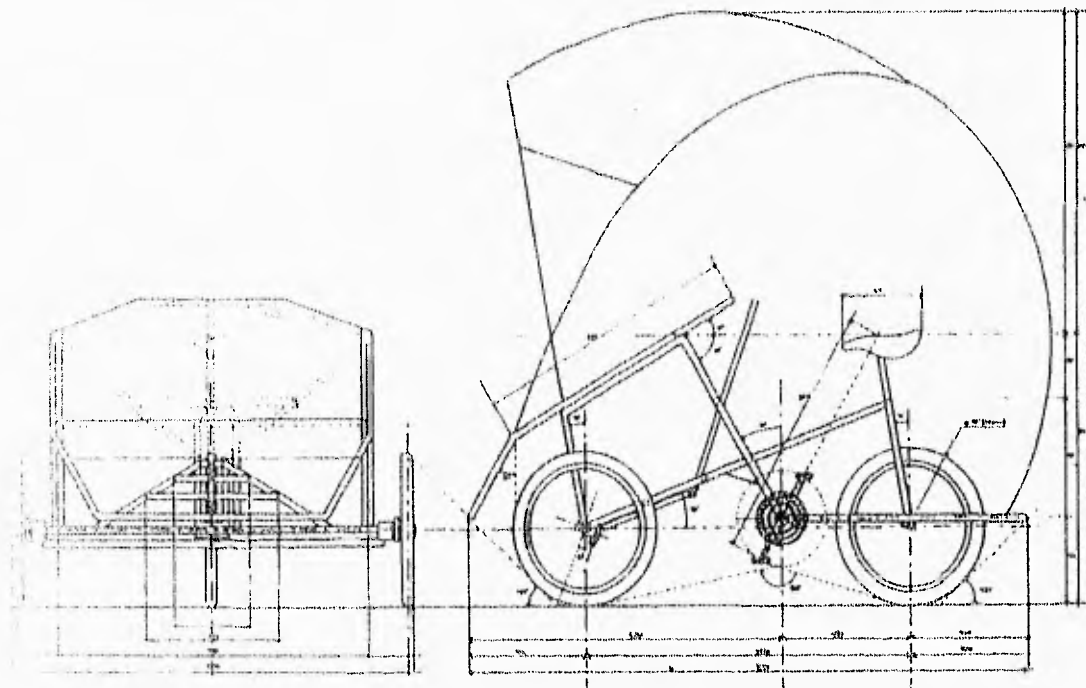


## PERFIL DEL PRODUCTO VIABLE

Este perfil quedó determinado con la propuesta para el concurso de diseño de bicitaxis en su primer etapa. Ésta quedó integrada por un modelo a escala 1 a 10, planos generales, y una breve memoria descriptiva con las características técnicas y funcionales del producto.

Es decir, en esta etapa ya estaba definido el concepto general del diseño y algunas particularidades para la fabricación del bicitaxi, pero no estaban desarrollados todos los aspectos involucrados con la profundidad que requiere la producción.

Se optó por un acomodo de los pasajeros al frente y el operador atrás. La tracción suministrada por el conductor se transmitiría a la rueda trasera, de 20" de rodada, y dos ruedas delanteras (también de 20") conformarían la dirección del vehículo.

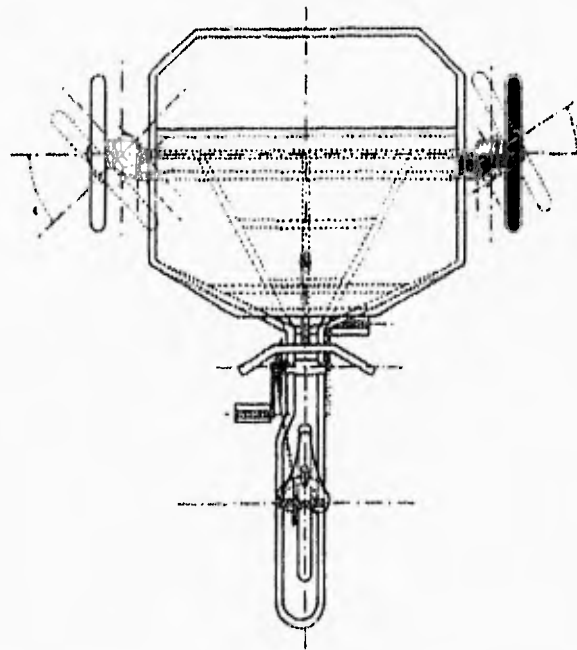




La estructura tubular, solucionada con dobleces y uniones sencillas, se articularía mediante triangulaciones para combinar los elementos mencionados.

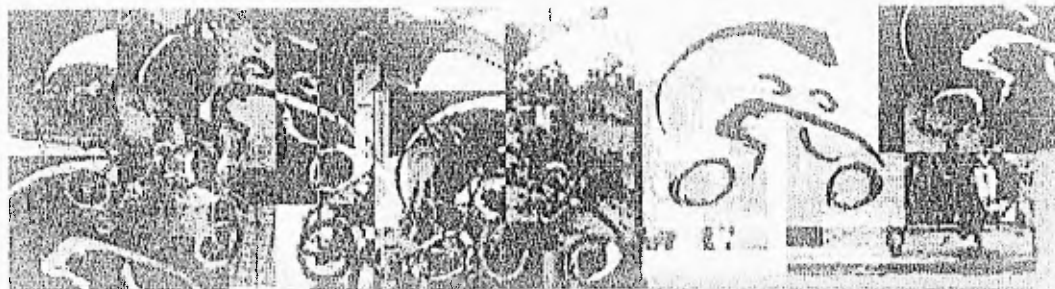
La flecha de dirección se descompone en dos semiflechas para librar el área del asiento de pasajeros. Los accesorios y equipos se integran a la estructura tubular.

Es importante mencionar que la elaboración del modelo a escala, así como un simulador, también a escala, que se realizó para solucionar el sistema de dirección, permitieron visualizar los puntos críticos de la estructura y de otros elementos que de otra manera hubieran surgido en el momento de fabricar el prototipo o incluso al probarlo, obviamente con costos en material y tiempo mucho más elevados.



## MEMORIA DESCRIPTIVA

PERFIL DEL PRODUCTO EN DESARROLLO	49
FACTORES FUNCIONALES	53
FACTORES TÉCNICOS	54
FACTORES HUMANOS	55
FACTORES ECONÓMICOS	61
Organización de la Empresa-Factor	63
Costos Generales	65
Función de Producción	69
Modelo Complejo de Producción	71
PLANOS	75





ERTA es un vehículo diseñado para facilitar el transporte al frente que conlleva en sus desplazamientos una gran movilidad que suministra la información. Está provisto de parrilla de transporte de pasajeros en trayectos cortos, es decir, en trayectos de corto y medio para utilizar un vehículo con motor.

## PERFIL DEL PRODUCTO EN DESARROLLO

Con la ayuda de un conductor se puede transportar dos pasajeros de 65 kg cada uno, con una carga extra personal de 15 kg, para un total de 240 kg de carga. Los pasajeros se sientan al frente y tienen un toldo que los protege, tanto a ellos como al conductor, de los rayos directos del sol o de una lluvia ligera.

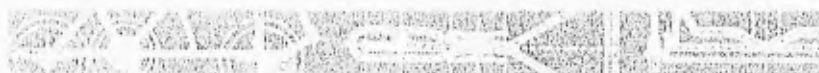


### Ficha técnica general.

Largo total	2.00 m
Distancia entre ejes	1.34 m
Ancho total	1.65 m
Peso vehicular	40 kg
Altura máxima	2.05 m
Peso bruto vehicular	280 kg

Para hacer una descripción más detallada es necesario particularizar los diversos ámbitos relacionados con las necesidades y soluciones, separándolos en cuatro puntos básicos:

**Factores funcionales**  
**Factores técnicos**  
**Factores humanos**  
**Factores económicos**





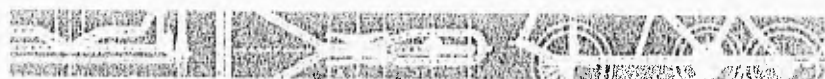
## FACTORES FUNCIONALES

Dentro de este punto están concentradas las características que definen la constitución física y práctica del producto. Se describen la estructura y los mecanismos que se escogieron para dar al vehículo la movilidad, la maniobrabilidad y en general la versatilidad que se requieren para satisfacer las necesidades de los usuarios.

El esqueleto tubular está estructurado con una serie de triangulaciones que ayudan a transmitir las fuerzas a los ejes de las ruedas. Todo el tubo es de perfil redondo de fierro, de diferentes medidas, y está complementado con otras piezas de solera, barra de cold rolled y algunos otros elementos metálicos. Esta estructura soldada y pintada constituye el sistema básico que sostiene los demás sistemas, que son la tracción, la dirección, los frenos, la suspensión y la protección.

La tracción es suministrada por el conductor gracias a un sistema de pedales y cadena similar al de una bicicleta de montaña, tiene un multiplicador con 3 ruedas dentadas en el eje de los pedales y un piñón libre de 6, en la rueda trasera. Este sistema proporciona 18 relaciones o velocidades diferentes que permiten responder a las diversas situaciones de tracción, como son el arranque con carga, las pendientes, la aceleración, el mantenimiento de la velocidad, etc.

Los cambios se controlan desde el volante como en una bicicleta convencional, esto es, del lado izquierdo el desviador delantero y del derecho el cambio trasero. Las llantas y los rines son tipo cross de 20", con rayos reforzados.





La dirección del vehículo se controla en las ruedas delanteras, gracias a una barra horizontal que conecta los mecanismos de giro de cada rueda. Los puntos de unión en estos mecanismos están desfasados con respecto a los ejes de giro con un ángulo, llamado *canver*, de  $24^\circ$  hacia adentro.

Este ángulo es necesario para que cada rueda gire de manera coherente con respecto al centro de la trayectoria de giro del vehículo.

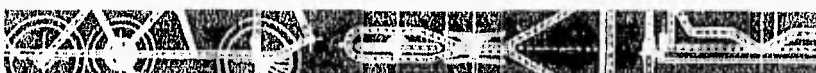
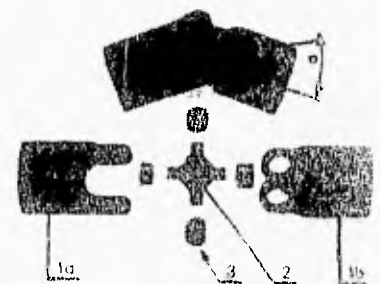
Cada rueda tiene que adoptar una posición tangencial con respecto al arco que recorre al dar vuelta el triciclo, pues los radios de giro de las dos ruedas tienen una diferencia de 130 cms aproximadamente, que es la distancia que las separa.

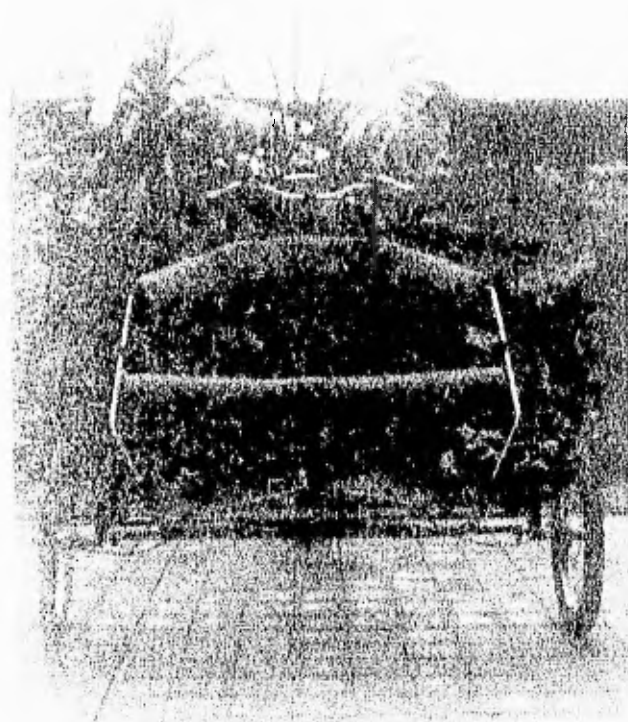
En los ejes de giro de las ruedas delanteras se aplicó también el ángulo llamado *caster*, que consiste en una inclinación de  $16^\circ$  hacia atrás, con respecto a la vertical. Este ángulo hace que al girar la dirección, las ruedas adopten una inclinación que permite transmitir las fuerzas en el sentido tangencial que es en el que la estructura de rayos y rin tienen mayor resistencia.

Además, como funciona en las bicicletas y en los automóviles, el *caster* hace que las ruedas delanteras tiendan a regresar a una posición recta.

Sin estas adaptaciones el contacto de las llantas delanteras con el piso, al momento de dar vuelta, no sería el más adecuado, ocasionando un desgaste irregular extra e incluso daños a las ruedas causados por elevadas fuerzas laterales o axiales sobre las mismas.

La flecha que va del manubrio a la barra de dirección se divide en dos semiflechas articuladas por una unión universal o cardán. Este arreglo se implementó para transmitir el giro y permitir un ángulo entre las dos secciones, necesario para no interferir con el espacio del asiento de los pasajeros.





Además, se le incorpora al BIC un sistema de suspensión en ambas ruedas delanteras y traseras, en sus resortes que sirven de pivote de pivotes que estabilizan las oscilaciones de las ruedas. Para permitirle pasar el movimiento de suspensión al tiempo que la sistema de frenos un tipo de freno y un rodamiento de los tramos en el manubrio de la bicicleta.

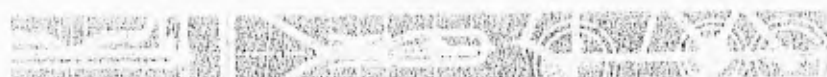
Además de estos elementos, el sistema de suspensión se ve complementado por la opción de las mismas ruedas y por el acolchonamiento del asiento de pasajeros.

El BIC, por tener el mayor porcentaje del peso sobre el eje delantero, requiere de un eficiente sistema de frenado para favorecer la estabilidad, por lo que se optó por un freno de tambor en cada una de las ruedas anteriores, y freno de palancas tipo cantilever, en la

rueda posterior, que sirve de apoyo y como estabilizador al momento de detener el movimiento.

Los tres frenos se aplican por palancas situadas en el manubrio que accionan cables, de manera tradicional en las bicicletas. De la misma forma como se controlan los cambios, los frenos delanteros se accionan con la mano izquierda y el trasero con la derecha.

El asiento de los pasajeros, al frente, está conformado por una base que cuelga, como una hamaca, de dos tubos que están recubiertos con un grueso material espumado (poliuretano de densidad media) que permite el apoyo cómodo de los usuarios.



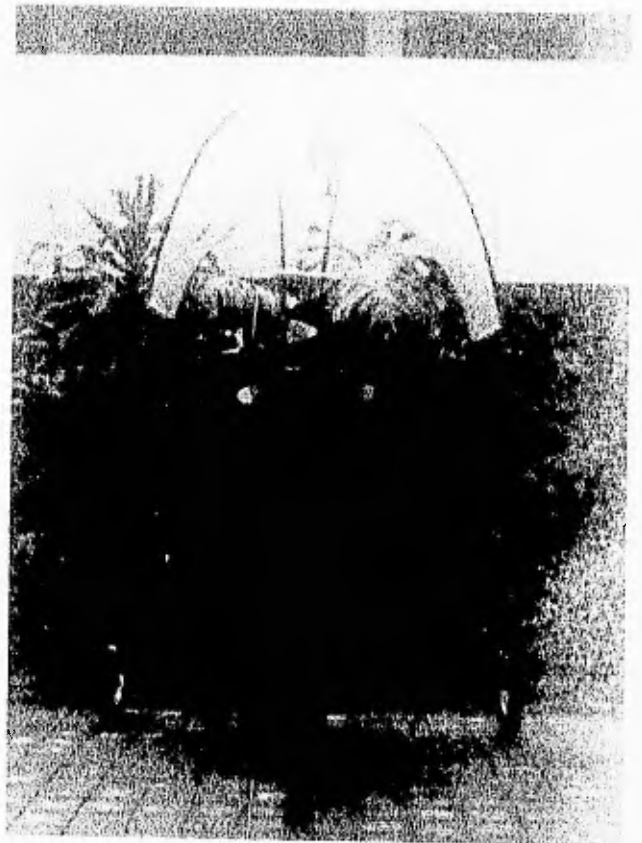


El tubo que forma el respaldo, y que rodea el asiento, funciona como una defensa perimetral y un soporte para los pies, que funciona a manera de estribo. Cuenta con un cinturón de seguridad que se abrocha al centro del asiento y sujeta a uno o a los dos pasajeros.

El toldo está formado por una loneta de tela de nylon corrugado, sujetado con tres barras de epoxifibra, que al doblarse funcionan como sensores y van a los tres extremos del vehículo. Así mismo, se utiliza una barra de aluminio para dar la forma del perfil superior y reforzar la tensión del nylon.

La función básica de esta loneta es proteger a los usuarios, tanto pasajeros como operador, de la incidencia directa de la luz solar, así como de lluvias ligeras. Por otro lado, al estar situada a más de dos metros de altura, sirve para denotar la presencia del triciclo durante su operación, a peatones y conductores de otros vehículos, sobre todo automovilistas.

Es factible implementar un sencillo sistema eléctrico a partir de un dinamo que gire al contacto con la rueda trasera y que genere la energía para luces delanteras, luz trasera, direccionales, bocina u otros accesorios.





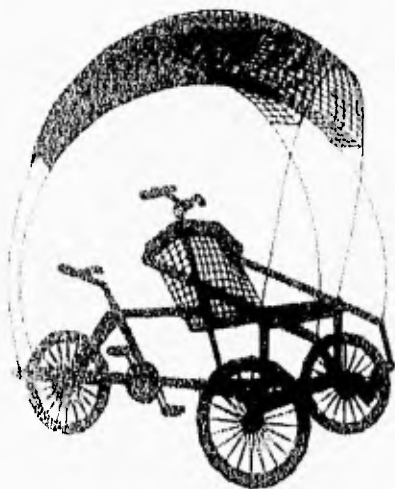
## FACTORES TÉCNICOS

En este punto se describen más específicamente los materiales y los procesos de manufactura implicados en la **producción física** del vehículo. Para la construcción de la estructura se requiere de las máquinas y herramientas para trabajar las partes metálicas, como son dobladora de tubo, sierra cinta, esmeril, taladro vertical, rebajadora y planta de soldar, que son indispensables para realizar las operaciones de habilitado, doblado, maquinado y soldadura.

La estructura está fabricada con **tubo de fierro** de calibre 14, de  $\varnothing 3/4"$  y  $\varnothing 7/8"$ , y con **solera** de  $1/8"$ . En primer lugar se habilita el tubo y se procede al doblado de cada pieza según las especificaciones.

Después se hacen los maquinados necesarios para el armado de las uniones de la estructura preferentemente con una fresadora, y en su defecto con la rebajadora, el esmeril y las limas. Se procede a soldar las piezas con una planta de microalambre tipo MIG, aunque puede utilizarse una planta de soldadura eléctrica. Por otro lado se maquinan las piezas torneadas de **cold rolled** y de **nylon**.

Una vez armada la estructura se le integran los accesorios que van a soportar los diferentes equipos y sistemas, y se procede a su limpieza general para posteriormente aplicarle el acabado final, que está compuesto por **pintura acrílica automotiva** sobre una capa de **primario anticorrosivo**. Para este proceso se requiere de una compresora y una pistola para pintar, así como del espacio adecuado y el equipo de seguridad necesario.

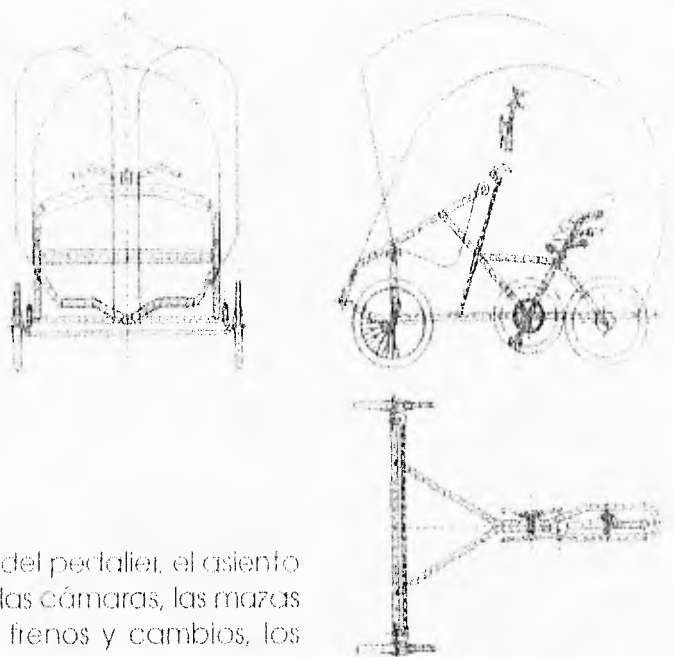


La estructura terminada, se completa con los demás sistemas, como son la dirección, suspensión, asientos, toldo y los equipos comerciales que dan funcionalidad al vehículo. Cabe destacar que de la precisión con que se arme toda la estructura y sus accesorios, depende el buen funcionamiento de todo el conjunto. Independientemente de los ajustes especiales que deben hacerse posteriormente.





El asiento de los pasajeros es de lona de algodón y espuma de poliuretano, con broches de presión. El toldo es de nylon corrugado hecho de dos piezas simétricas. El cinturón de seguridad es de cinta de nylon con broches de presión y herrajes de plástico comerciales. El toldo se sujeta con barras de epoxifibra, resina epóxica reforzada con fibra de vidrio. Además lleva algunos elementos de aluminio para dar la tensión requerida.



Las piezas comerciales son la caja del pectaliet, el asiento del conductor, las ruedas, los rines, las cámaras, las mazas y la rueda libre, los conjuntos de frenos y cambios, los pedales y sus bielas, el multiplicador, el cardán, las tazas y baleros, los espejos, el manubrio, los puños, las abrazaderas, los reflejantes, el broche de seguridad, las hebillas, los cojines, y la tornillería.

Las piezas maquinadas son los bujes de nylon para la dirección y la suspensión, los soportes para las barras del toldo, los ejes de giro de las ruedas delanteras, los refuerzos de solera en la estructura, el asiento de pasajeros, el toldo, y la estructura misma, entre otros.

La industrialización del producto requiere de la utilización de escantillones para cortar, doblar y soldar la estructura, maquinar piezas, etc., así como de patrones de corte para las piezas textiles. También es conveniente, para reducir la inversión en máquinas y herramientas, mandar a hacer algunas de las piezas a otros talleres especializados.

Otros aspectos de la producción, como lo son la organización, los requerimientos de infraestructura y mano de obra, se detallan dentro de los factores económicos, donde se describen dos modelos de producción en diferentes escalas.





## FACTORES HUMANOS

A lo largo del desarrollo del producto, el diseñador debe tener en cuenta el problema del usuario y sus características de uso: es  **fisiológico** (por ejemplo, la participación de la biomecánica y la ergonomía en esta relación) y el  **psicológico** (estado anímico, motivación, etc.). También la simbología del producto, la estética, la comprensión y la adaptación al uso del vehículo.

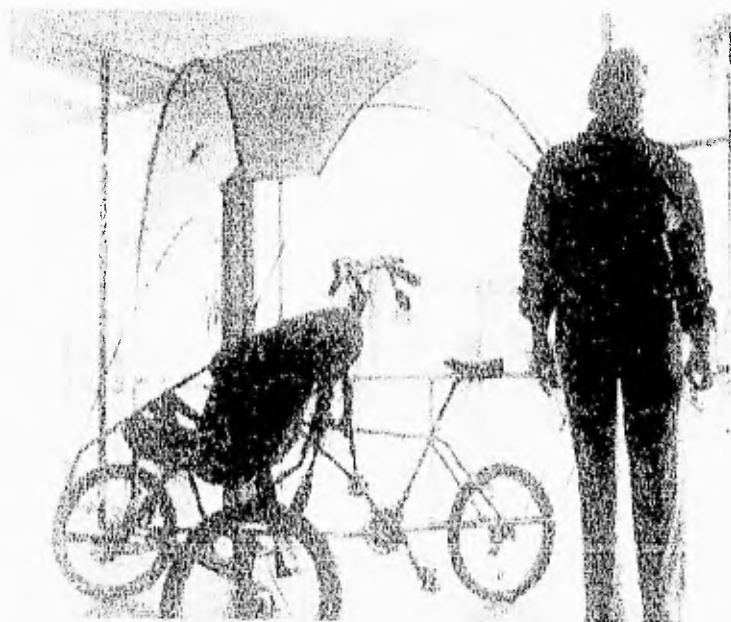
En el primero se contemplan y caracterizan todos los aspectos que tienen que ver con esta relación: el contacto físico directo que tienen los usuarios con el producto. Lo segundo se refiere al contacto no físico e involucra aspectos de la interacción entre el diseño, el hombre y su entorno.

En cuanto a los factores fisiológicos, los conceptos de eje, codo y sistemas de pivote del cuerpo humano, se relacionan al modo como éste se puede relacionar con la máquina.

Cuando este enfoque se refiere únicamente a las medidas del cuerpo humano, se trata de un análisis  **antropométrico**. Cuando además se toman en cuenta las fuerzas que generan y se oponen al movimiento, se habla de un análisis

**biomecánico**. Y cuando, a través de estos análisis, se busca la mejor respuesta en la interacción hombre-máquina, se trata de un enfoque  **ergonómico**.

Para realizar este análisis es necesario identificar los puntos de contacto o de relación directa entre los usuarios y la máquina. Las primeras consideraciones antropométricas se hicieron de manera teórica al definir el perfil del producto viable. Es decir, se hicieron en planos escala 1 a 10 y en el modelo,





Para la determinación de las dimensiones críticas en el **prototipo**, se hizo el análisis sobre los planos a escala natural y tomando como modelos a las cinco integrantes del equipo de fabricación del mismo, tomando en cuenta los rangos de ajustes necesarios para adaptarse a individuos más pequeños y más grandes.

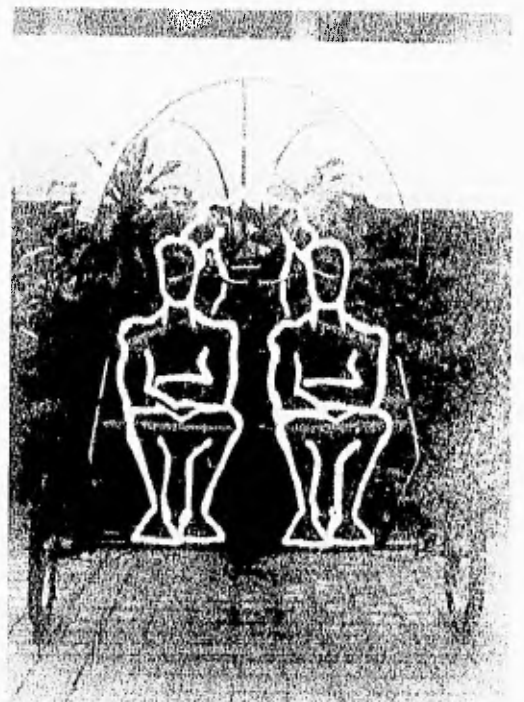
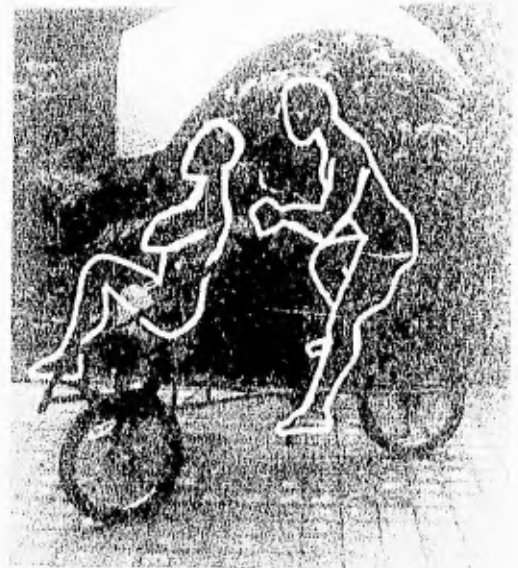
El operador pedalea en una posición semisentada, apoyado en los pedales, el sillín y el manubrio. Los ajustes en cuanto a la altura y la inclinación del sillín, el manubrio y los controles de cambios y frenos, se pueden hacer fácilmente, con herramientas sencillas.

La correcta disposición de estos elementos, optimiza el rendimiento y la comodidad del operador en función de sus características antropométricas particulares.

Por otro lado, para maniobrar el vehículo, el operador debe tener un rango de visión y de movimientos, así como también debe estar protegido de las condiciones ambientales del lugar de operación.

El toldo busca al mismo tiempo proteger lo más posible de la insolación y obstruir al mínimo la visibilidad tanto del conductor como de los pasajeros.

La disposición de controles en el manubrio permiten al operador tener un acceso visual y mecánico rápido en cuanto a los frenos, los cambios de velocidad de la multiplicación y de la rueda libre y los espejos retrovisores.





En la parte superior de los pasajeros, el conductor al observar por encima del asiento, puede sentirse alto y libre, dando lugar a una vez sentado, ya sea como el pasajero, del otro lado al estar frente a él, así como de las formas de conducción de seguridad.

La posición semi baja de los pasajeros, con el respaldo inclinado hacia atrás y con el reposapiés por encima del nivel de los codos, favorece una sensación de apoyo en los pies, más segura y confortable, sin necesidad de tener posición de seguridad.

Cuando el Bix está en operación, permite tener un largo tiempo de visibilidad tanto al conductor como a los pasajeros, pero también tiene una presencia que permite a terceras personas, como peatones y automovilistas, una percepción rápida y clara del Bix operando en la calle.

Esta presencia es un aspecto de los factores psicológicos y particularmente de la semiótica del producto. Formalmente presenta un claro contraste de líneas curvas, continuas y ligeras, generadas por el folio, y de líneas rectas, intrincadas y pesadas que constituyen la estructura.



El conjunto de estas líneas le dan sentido y dirección al vehículo que dentro de su contexto de uso, deberá estar la mayor parte del tiempo en movimiento.

El tercer elemento formal que completa el conjunto es el asiento de los pasajeros, que como visualmente es el más pesado, se buscó diferenciarlo de los otros a través del color.





El resultado formal presenta un claro contraste entre los dos elementos fundamentales del vehículo; por un lado la estructura tubular presenta una distribución rectilínea, angular y rígida, sin dejar de ser ligera, y por el otro, la cubierta que constituye la cubierta, presenta curvaturas dobles y tiene líneas continuas con grandes radios.

Este contraste le da una imagen al vehículo en movimiento que, sin poseer una línea demasiado audaz, tiene un carácter dinámico, atractivo y seguro.



Para elevar el impacto visual y ayudar a definir la imagen del vehículo en su entorno cotidiano, se proponen colores intensos, presentes en la tradición artesanal y plástica mexicana.

De esta manera, se definió el colorido como un conjunto formado por un color neutral y claro en el foldo y dos colores intensos y contrastantes, preferentemente complementarios, en la estructura y el asiento de pasajeros.

Otros elementos que relacionan a los tres principales, presentan por lo general el color negro, como lo son las barras del foldo, el cinturón de seguridad, el tubo del sillín, la barra de dirección, etc.

Se recomienda conservar esta fórmula para obtener el conjunto visual deseado, con la posibilidad de hacer varias combinaciones de colores y diferenciar así rutas, zonas de operación o agrupaciones.





El usuario en las condiciones del que se describe debe afrontar un nivel de dificultad en conjunto con las dificultades que no poseen datos, ordenar la distribución de tareas, ver transferencias y no transferencias, tipos de objetos y zonas de estacionamiento, tratar con el mismo nivel de trabajo y reparaciones, aunque en general el tiempo de estado puede dar mantenimiento y solucionar problemas existentes con herramientas sencillas.





Dentro de este apartado se concentran los aspectos económicos relacionados y derivados de la fabricación del BTX. En primer lugar se establecen los requerimientos de infraestructura, mano de obra y materiales para los procesos de producción y ensamble, así como sus costos y sus tiempos.

## FACTORES ECONÓMICOS

Estos datos constituyen una parte fundamental de los costos de producción, pero es necesario complementarlos con los gastos indirectos y las inversiones requeridas para realizar la producción dentro de un marco real.

De esta manera se llega a un modelo simple de producción, que con la mínima inversión, espacio y mano de obra, pueda establecerse. Esta supuesta empresa-taller de fabricación de bicitaxis requiere entonces de una estructura funcional, espacial y organizativa tal, que tendrá que derivar su producción mensual hacia el mercado que la demande.

Si además suponemos que la demanda es mayor que la oferta, es necesario impulsar el crecimiento de la empresa, que aparentemente no tiene una competencia real en el mercado.

La teoría de la empresa estudia la conducta del productor y sustenta modelos que sirven de base para las decisiones de las empresas comerciales en cuanto al nivel de producción, la mezcla de insumos productivos y los precios que establecerá para sus productos.

Aplicando un análisis de la función de producción de acuerdo a los insumos de capital, los insumos de trabajo y el tamaño de la producción, es posible prever teóricamente algunas condiciones de productividad que pueden indicar con cierta certeza los valores óptimos de funcionalidad para una empresa-industria con crecimiento, estudiada como un modelo complejo de producción.

La productividad en una industria tiene un significado muy amplio, que incluye la utilización óptima de todos los recursos disponibles y la eliminación de todas las formas de desperdicio.



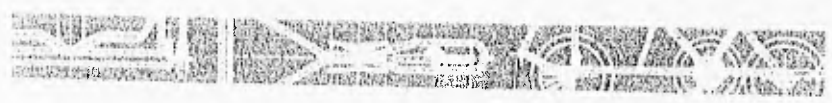


La productividad es una de las funciones que interviene en la obtención del costo del producto, que está determinado por la suma de los costos de los diversos recursos empleados en la fabricación del mismo. La productividad se mide en forma de relación entre lo conseguido (producción de bienes) y el esfuerzo invertido en ello en forma de recursos reales.

Los recursos importantes, desde el punto de vista de la productividad, son la mano de obra, los materiales, las máquinas y la gestión o dirección. El mayor o menor acento que se pone en unos u otros de estos factores varía de unas naciones a otras. En los países muy industrializados, en los que los recursos humanos son escasos y caros, el acento recae principalmente sobre la mecanización y la automatización.

En los países en desarrollo, por el contrario, no existe escasez de mano de obra para la industria, sino más bien una escasez de materiales y equipo, por lo que el mayor interés debe residir en la aplicación económica de los escasos o caros materiales y en una utilización más completa de la maquinaria disponible.

En estos países, las técnicas de la fabricación no deben ser las mismas que en los países desarrollados, sino que se deben seleccionar y adaptar para adecuarlas al medio tecnológico, económico y social localmente existente.





Una empresa es una organización comercial que controla y combina los factores productivos, en este caso, un proceso de manufactura que culmina con la fabricación y venta de los artículos, tratando de alcanzar ciertos objetivos, como pueden ser maximizar utilidades y maximizar el nivel de producción.

## Organización de la empresa taller

Este proceso productivo en particular, requiere de una estructura organizacional encabezada por una dirección, que se encarga de coordinar tres departamentos básicos: compras, taller y ventas.

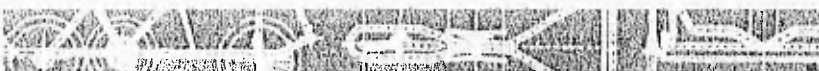
El departamento de compras se encarga, a través del contacto con los diferentes proveedores, de abastecer las materias primas, los consumibles (solventes, lijas, etc.), las partes maquiladas en otros talleres especializados, las piezas comerciales y en general todos los insumos que requiere la empresa.

Además del espacio y el equipo requerido para realizar las operaciones comerciales, es necesario una bodega o almacén donde se manejen los insumos y herramientas.

En el departamento de taller se lleva a cabo la producción física del producto, que se divide en tres etapas: fabricación, pintura y ensamble final. Cada una de estas etapas requiere de un espacio y equipo especiales, adecuados a las operaciones que se realizan, de manera que no se entorpezcan entre sí, optimizando los recursos y evitando los accidentes. Es además indispensable coordinar el trabajo del taller con el área de insumos.

El departamento de ventas consta básicamente de una bodega de producto terminado y de la infraestructura de oficina y transporte necesaria para las labores de comercialización del producto, hasta su destino fuera de la planta.

Para mejorar la productividad en una unidad de producción en pequeña escala, como la que aquí se describe, se sugieren las siguientes medidas:





1. Educar a los empresarios-gerentes para que planeen y organicen los diversos aspectos de la gestión, haciendo uso de recursos técnicos y adoptando prácticas modernas de gestión.
2. Capacitar a los operarios para aumentar su productividad.
3. Entrenar a los empresarios-gerentes en los fundamentos administrativos de la gestión financiera y de mercado, tales como el control de costos y presupuestos.
4. Utilizar las materias primas con el máximo aprovechamiento.
5. Reducir el número de piezas rechazadas o inservibles mediante unos métodos apropiados de control de calidad.
6. Hacer uso del estudio de tiempos del trabajo para lograr una utilización óptima de los recursos.
7. Adoptar un planeamiento de la producción y un control de la misma que sean adecuados y correctos.
8. Utilizar en forma más completa la maquinaria y el equipo.





Con el esquema básico de producción establecido, se estimaron los requerimientos mínimos en infraestructura, maquinaria y personal necesarios para operar el modelo mínimo de producción denominado empresa taller de fabricación de bicitaxis.

## Costos generales

La inversión inicial destinada a maquinaria y herramientas se estimó en N\$17.000, lo cual contempla la compra de herramienta manual (N\$ 4.000), una dobladora de tubo (N\$ 2.000), equipo de pintura (N\$ 1.500), una planta de soldar (N\$ 5.000), un taladro vertical (N\$ 1.000), una rebajadora y un esmeril (N\$ 1.500), así como el mobiliario de taller constituido básicamente por mesas de trabajo y anaqueles (N\$ 2.000).

Para el mobiliario y equipo de oficina se estimó un presupuesto de N\$ 3.000, y N\$ 5.000 para adaptaciones o instalaciones especiales en el inmueble. Además se considera necesaria la adquisición de una camioneta para cubrir las necesidades de transporte, con un costo aproximado de N\$ 20.000, por lo que el capital inicial para invertir sería en total de N\$ 48.000.

Suponiendo un periodo promedio de depreciación de 4 años, es decir, 48 meses, para todos los elementos de la inversión, se puede diferir la suma total en una cuota de N\$ 1.000 al mes, que se incluye en los gastos fijos mensuales para poder calcular un costo real de producción.

Los gastos fijos mensuales de operación están constituidos por la renta del local, de unos 150 m<sup>2</sup> (N\$ 1.500), los servicios de luz, agua, teléfono y gas (N\$ 1.500), los consumibles (N\$ 350,00), los gastos de la camioneta (N\$ 800), los sueldos y seguros del personal (N\$ 4.228 aprox), y la depreciación mensual de la inversión inicial (N\$ 1.000), para un total de gastos mensuales aproximado de N\$ 9.500.

El personal mínimo requerido y sus sueldos se calcularon con base en el salario mínimo (s.m.) en la Cd. de México, en julio de 1995, que es de N\$18,30 por 8 horas de trabajo (N\$ 402,60 al mes), y se establecieron de la siguiente manera:





1 Director general y ventas.	5 s.m.	N\$ 2,013.00
1 Maestro de taller	2.5 s.m.	N\$ 1,006.50
2 Trabajadores	1.5 s.m.	N\$ 1,207.80

El tiempo total de manufactura que se estimó para cada bicifaxi se dividió por etapas en: fabricación de la estructura tubular (12 hrs), integración de accesorios en la estructura (12 hrs), Limpieza y pintura (12 hrs) y, por último, instalación de equipos y ajuste de los mismos (12 hrs), para un total estimado de 48 horas por bicifaxi. Tomando en cuenta el trabajo del maestro de taller y de los dos empleados, se tienen 480 horas/hombre al mes.

Suponiendo que la maquinaria instalada es suficiente, que el espacio de trabajo es adecuado y que existe una correcta organización, se estimó, en base a las horas/hombre de que se dispone, que la producción mensual de bicifaxis sería de diez unidades.

Considerando todos los datos arriba mencionados como los gastos fijos (Inicial y mensual), se procedió a determinar los costos directos de la producción, que están constituidos por los costos de los materiales y de las maquilas, con base en el número de vehículos o lote de producción que se manejaría mensualmente.

Se calcularon los costos de materia prima, maquila y piezas comerciales, para lotes desde 1 hasta 10 unidades, con el objetivo de evidenciar que al reducir el desperdicio y aprovechar descuentos por volumen en la compra de insumos, se reduce el costo unitario, como lo muestran los datos obtenidos en el cuadro de costos directos.

Para un lote de 10 unidades se obtuvo un costo de producción de N\$ 1,411, y aplicándole un índice de utilidad del 100% se obtiene un precio de venta aproximado de N\$ 2,822 más I.V.A.



MATERIAL	\$/unidad	Cant.	1 BTX	2 BTX	3 BTX	4 BTX	5 BTX	6 BTX	7 BTX	8 BTX	9 BTX	10 BTX
Tubo ø1/2 cal.16 (6m)	13,50	3 cm	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Tubo ø3/4 cal.14 (6m)	24,60	640 cm	49,2	73,8	123	147,6	196,8	221,4	246	295,2	319,8	344,4
Tubo ø7/8 cal.14 (6m)	28,70	980 cm	57,4	114,8	143,5	200,9	258,3	287	344,4	401,8	430,5	437,9
Tubo ø1 cal.16 (6m)	26,30	30 cm	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
Tubo ø1 1/8 cal.16 (6m)	29,60	40 cm	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
Anguio 1x 1/8 (6m)	32,40	135 cm	32,4	32,4	32,4	32,4	64,8	64,8	64,8	64,8	67,2	97,2
Solera 3x1/8 (6m)	51,30	90 cm	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	102,6	102,6	102,6	102,6	102,6
TX10 ø9/16 (50cm)	4,30	50 cm	4,3	8,6	12,9	17,2	21,5	25,8	30,1	34,4	38,7	43
Tubo mec. ø1/2 (55cm)	2,50	55 cm	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
Epoxi fibra ø5/16 (1m)	10,50	12 m	126	252	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
Maquila nylon	100,00	juego	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Maquila cold rolled	30,00	juego	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Maquila aluminio	35,00	juego	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350
Maquila telas	45,00	juego	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450
Tornillería	80,00	juego	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800
Pintura	120,00	unidad	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
Equipos	780,00	juego	780	1560	2340	3120	3900	4680	5460	6240	7020	7800
<b>SUBTOTAL</b>			1582,5	2987,3	4388	5792,8	7254,6	8682	10086,8	11516,2	12924,7	14329,5
Descuentos en pintura				-25	-50	-100	-150	-200	-250	-300	-350	-400
Descuentos en equipos					-330	-444	-555	-666	-1036	-1184	-1332	-1480
Descuentos en otros						-20	-40	-60	-90	-120	-150	-180
<b>TOTAL Costos Directos</b>			1582,5	2962,3	4008	5228,8	6509,6	7756	8710,8	9912,2	11092,7	12269,5
IVA (15%)			237,37	444,34	601,2	784,32	976,44	1163,4	1306,62	1486,83	1663,90	1840,42
<b>TOTAL</b>			1819,87	3406,64	4609,2	6013,12	7486,04	8919,4	10017,42	11399,03	12756,60	14109,92
<b>COSTO UNITARIO</b>			1819,87	1703,32	1536,40	1503,28	1497,20	1486,56	1431,36	1424,87	1417,40	1411,00





Ahora bien, con estos datos es importante establecer el punto de equilibrio, que consiste en el volumen mínimo de ventas necesario para cubrir los gastos totales de producción.

Este punto se calcula dividiendo el gasto fijo mensual entre la utilidad bruta unitaria del producto, misma que es el resultado del costo de producción unitario menos el precio de venta.

El punto de equilibrio queda establecido en 6.7, que redondeado a 7, nos da el número de unidades que necesariamente se deben vender al mes, para cubrir todos los gastos. Esto nos da un margen de 3 unidades de las que, deduciendo los costos directos, se genera la utilidad neta de N\$ 4,233 mensual, suponiendo que se vende el lote completo de 10 unidades.

En un período de 4 años, y suponiendo un nivel de producción y de ventas estable, el capital social invertido quedará totalmente recuperado con la producción de la empresa, que además habrá generado utilidades por más de cuatro veces esa inversión.

Además, ese capital recuperado podrá entonces reinvertirse en maquinaria y equipos nuevos o mejoras en las instalaciones. Después de esto, podrá operar como una empresa totalmente establecida y no como una nueva empresa, con la posibilidad de pasar a un modelo más sofisticado de producción, como el que se describe más adelante.





La función de producción representa el conocimiento sobre la cantidad de bienes finales que pueden ser producidos con una combinación dada de recursos; en su forma más simple puede ser expresada por la siguiente fórmula :

## Función de producción

$$Q = f(T, K) \quad \text{donde,}$$

Q = Unidades físicas de producto final obtenido

T = Unidades de trabajo y materiales

K = Unidades de capital y equipo

La mano de obra y los costos directos representan a todos los insumos variables de producción que, como el trabajo, pueden fácilmente agregarse o eliminarse de un proceso productivo en un período de tiempo relativamente corto.

El capital representa todos los insumos fijos, cuya magnitud no puede variarse fácilmente en el corto plazo, tales como tierra, edificios, mejoras, maquinaria y equipo.

Cada valor de la función de producción representa el producto máximo que puede ser obtenido de una combinación dada de insumos de trabajo y capital.

La curva que gráficamente ilustra la función de producción, manteniendo fijo el capital, es denominada curva de producto total. A partir de la gráfica de la función de producción se derivan las gráficas de producto medio del trabajo ( $PMet = Q/T$ ) y la de producto marginal del trabajo ( $PMgt = \Delta Q/\Delta T$ ).

El producto medio del trabajo ( $PMet$ ) se define como las unidades que en promedio produce cada trabajador. A medida que el insumo trabajo aumenta, manteniendo fijo el capital, el producto promedio del trabajo se incrementa en un principio y luego disminuye.

El producto marginal del trabajo es el cambio en el producto total provocado por un cambio unitario en el insumo de trabajo variable con respecto al último trabajador, es decir, el  $PMgt$  es igual al incremento en la cantidad de producto entre el incremento del trabajo, manteniendo el capital constante.





La Interpretación de la curva de producto total, con la combinación de las curvas de  $PMet$  y  $PMgt$ , puede ser dividida en tres etapas, de las cuales una se identifica como la etapa eficiente, ya que al combinar el trabajo y el capital en ciertas proporciones, se puede obstaculizar u optimizar la producción.

La etapa I se caracteriza por un  $PMet$  creciente; la etapa II por un  $PMet$  y un  $PMgt$  decrecientes, pero positivos; y la etapa III por un  $PMgt$  negativo. La etapa I es ineficiente ya que se utiliza una cantidad demasiado pequeña del insumo trabajo que al incrementarse da como resultado la especialización de las tareas con un aumento en la productividad promedio de los trabajadores. Además, la primer etapa de la producción se dice ineficiente porque la capacidad instalada del taller no está utilizada a su máximo y cada trabajador adicional nos proporciona una tasa marginal de trabajo creciente.

La segunda etapa es eficiente ya que al aumentar un trabajador más su productividad crece aunque a una tasa decreciente, con respecto al último trabajador adicional, pero la capacidad instalada del taller se optimiza.

La tercer etapa es ineficiente porque el aumentar un trabajador más en la línea de producción no aumentaría la cantidad del producto final y quizás hasta la disminuiría con respecto al último trabajador adicional, lo que se traduce en un producto marginal del trabajo negativo.

Este fenómeno se establece en la ley de rendimientos decrecientes, que se define de la siguiente manera: Si uno de los insumos, de los que participan en la producción, aumenta en incrementos iguales por unidad de tiempo, mientras que las cantidades de otros insumos se mantienen constantes, habrá un punto más allá del cual disminuirá el producto físico marginal de los insumos variables.





En el caso de la empresa-faller, los supuestos son mantener fijo el capital y el insumo trabajo, por lo tanto el punto de maximización de utilidades será aquel donde los costos sean los más bajos. En este caso se estableció en la producción de diez BTX que es igual al máximo de producto realizable con los supuestos insumos variables en el modelo simple de producción.

## Modelo complejo de producción

Al plantearse la posibilidad de incrementar la mano de obra es necesario buscar el punto donde se cruzan el producto marginal del trabajo con el producto medio del trabajo, es decir, la segunda etapa de la productividad.

Se supone también en nuestro modelo que la demanda es mayor que la oferta, de manera que es necesario impulsar el crecimiento de la empresa que aparentemente hasta el momento no tiene una competencia real en el mercado de bienes y servicios, por lo tanto, se pueden aplicar las leyes del monopolio, por lo que la misma empresa establece la fijación del precio de venta y la cantidad de producto ofrecido.

Si se tratara de un mercado de competencia, según las leyes de éste, la empresa es precio aceptante, lo que significa que su nivel de producción no es capaz de afectar los precios del mercado y de esta forma tiene que ajustar su nivel de producción al precio de venta establecido en el mercado de productos por la sumatoria total de las ofertas de la industria y el punto que se forma cuando se interseca la demanda de los consumidores.

Al observar el mercado y cuantificar la demanda del BTX es posible aumentar nuestra producción por una escasez de oferta. Esto nos da la posibilidad de aumentar el número de trabajadores, así como su productividad (división del trabajo y especialización), y la producción hasta el punto de utilizar al máximo la capacidad instalada.

La división del trabajo eleva la productividad media de los trabajadores en las primeras etapas de la producción, sin embargo, el producto medio del trabajo no puede ser elevado indefinidamente debido al establecimiento del capital como





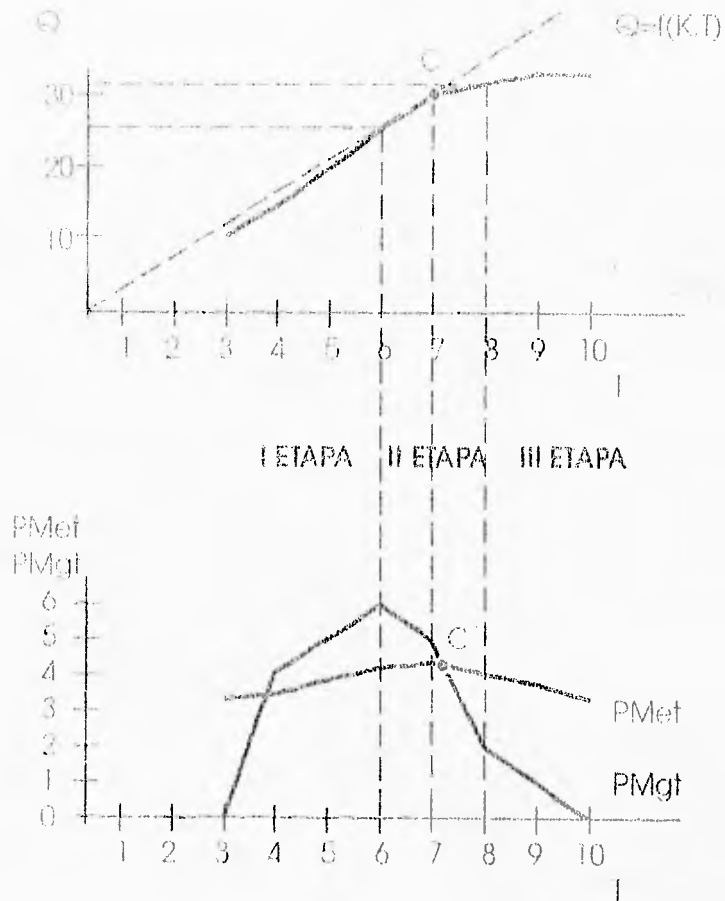
un factor fijo. Este se produce en nuestra planta a un número fijo de trabajadores, ya que un incremento de los mismos tiene una fase decreciente de productividad.

T	Q	Q/T	Q <sup>2</sup> /AT
1	10	3,33	-
2	14	3,50	2
3	19	3,80	6
4	25	4,17	12
5	30	4,20	18
6	32	4,00	24
7	33	3,67	28
8	31	3,30	30

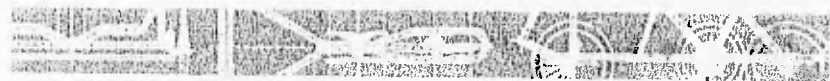
Nota:

- T es el tiempo
- Q es la producción
- Q/T es el PMet y
- Q<sup>2</sup>/AT es el PMgt

Tomando en cuenta todos estos factores y suponiendo que la inversión inicial se mantiene constante, se estimaron los datos de la siguiente tabla, que a continuación se graficaron:



Un método geométrico adecuado para medir el producto medio del trabajo a partir de una curva de producto total, es trazar una recta desde el origen al punto tangencial sobre la curva y calcular su pendiente. La pendiente de una recta es igual a  $y/x$ , es decir que es igual a la relación de  $Q/T$ .





En este caso, el producto medio del trabajo aumenta a medida que crece el insumo trabajo, hasta 7 trabajadores, después disminuye con cada incremento de este insumo. La pendiente de la recta que es tangente a la curva del producto total en el punto C es el valor máximo del producto medio total en el punto C.

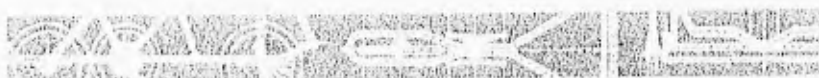
La primera etapa de la producción en este modelo supuesto abarca todo el lado izquierdo de nuestras gráficas a partir de 6 trabajadores. La segunda etapa va de 6 trabajadores hasta 8. La tercera etapa va de 8 trabajadores en adelante.

Si aplicamos el mismo procedimiento para el cálculo del punto de equilibrio, en este caso tenemos que la inversión inicial es la misma, así como los costos directos de cada unidad. Sin embargo, en cuanto a los gastos fijos mensuales, se tienen incrementos en lo que se refiere a los salarios, el pago de servicios, los gastos en consumibles y los gastos de la camioneta, aunque la renta del local y la depreciación de la inversión se mantienen constantes.

Esto da un total aproximado de N\$ 14,100 de gastos fijos mensuales, que dividido entre la utilidad bruta unitario establece el punto de equilibrio en 10 unidades. Es decir, con una producción mensual de 30 BTX en el modelo productivo que se ha descrito, se necesita vender 10 unidades mensuales para cubrir los gastos de producción, por lo que el margen de ganancia lo constituyen los 20 BTX restantes.

Esto suponiendo que conservamos el índice de utilidad del 100% sobre los costos directos de producción, es decir, conservando el precio de venta de N\$ 2,822, con lo que los ingresos mensuales serían de N\$ 84,660, menos los gastos fijos mensuales, nos da una utilidad neta mensual de N\$ 70,560.

Esto representa una utilidad casi cuatro veces más grande que en el modelo simple de producción, con la misma inversión inicial y con un incremento relativamente pequeño en los gastos fijos mensuales.





Es importante hacer notar que las condiciones del mercado se han supuesto hasta aquí, favorables para el productor, pero de cualquier manera el precio que se fije para el producto es fundamental en el momento de la compra, hasta el grado de poder determinar el tamaño del mercado al que puede dirigirse, de acuerdo al margen de utilidad que se maneje.

Tomando los datos anteriores donde ya queda fijado el precio de venta y en lo que se refiere a la operación de los vehículos, se podría establecer que trabajando 8 horas diarias, 22 días al mes, y con un promedio de tres viajes por hora de N\$ 3.00 cada uno, se obtendrían ingresos por alrededor de N\$ 1.500 mensuales.

Por otro lado, suponiendo un esquema similar al de los taxistas, en que el operador del BIX pagara al dueño una cuota diaria de N\$ 30.00 por el uso del vehículo, es decir, N\$ 660.00 al mes, el operador estaría en la posibilidad de ganar una cantidad mensual de más de dos salarios mínimos.

A su vez, el dueño de la unidad recuperaría el costo del vehículo en menos de cinco meses, obteniendo a partir de entonces, una renta constante.

Suponiendo que el mismo operador fuera el dueño de la unidad, y conservando las mismas cantidades, tendría en sus manos un medio de trabajo que lo sostuviera para vivir y que además generaría el capital para recuperar la inversión.

En cualquiera de los casos es importante que se regule la manera de trabajar, de organizarse como grupo y de negociar con las autoridades para tener un control sobre los efectos del sistema en un contexto físico y social determinado.

En este punto cabe mencionar que los diseños como este, que utilizan la tracción humana como recurso energético, deben ser ergonómicamente apropiados, o sea, que deben adaptarse a las características físicas y mentales del operador, y esto incluye el hecho de que bajo ningún punto de vista deben convertirse en un mecanismo de alienación o explotación del ser humano.





El índice de planos, la lista de partes y los planos generales se rigen por las normas ISO.

## PLANOS

Tienen un cuadro en el que aparecen los siguientes datos: institución, nombre del autor, nombre del proyecto, nombre del plano, escuela, sistema, fecha, cotas y número de plano.

En el índice de planos se especifica número, nombre, tipo de plano y escala.

Para la lista de partes y la nomenclatura de las piezas, los sistemas se dividen de la siguiente manera:

En esta lista se especifica el número de pieza, nombre, material, cantidad, observaciones y principales planos donde aparece.

E1 CHASIS TRASERO  
E2 CHASIS DELANTERO  
E3 CUADRO CENTRAL  
E4 HABITACULO  
D1 DIREC/SUSPENSION  
A1 ACCESORIOS  
Q1 EQUIPO

Los planos están ordenados de lo general a lo particular. En primer lugar se tienen las vistas generales y el isométrico. Después los planos por sistema y por último los planos por pieza.

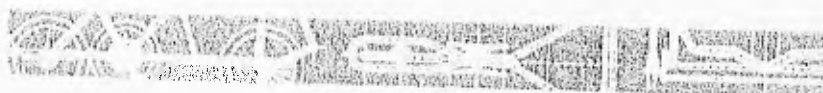
Los planos generales se refieren a todos los elementos del prototipo que se fabricaron, es decir, sin equipo comercial, exceptuando las llantas.

La ubicación del equipo y piezas comerciales puede verse únicamente en el plano 16.

En los planos generales se especifican únicamente las cotas generales. En los planos por sistema se especifican las cotas generales por sistema y los datos básicos para el armado de la estructura, es decir las posiciones relativas de las piezas entre sí, así como los números de piezas que conforman el sistema.

En los planos por pieza se especifican las dimensiones generales que complementan los datos de la lista de partes.

Las únicas cotas que aparecen en pulgadas son los diámetros internos de los tubos. Los desarrollos de las piezas son aproximados y aparecen en la columna observaciones de la lista de partes, como d-x.



No.	NOMBRE DEL PLANO	TIPO	ESCALA
1	INDICE DE PLANOS	HOJA DE DATOS	SIN ESCALA
2	LISTA DE PARTES	HOJA DE DATOS	SIN ESCALA
3	LISTA DE PARTES. CONTINUACION	HOJA DE DATOS	SIN ESCALA
4	LISTA DE PARTES. CONTINUACION	HOJA DE DATOS	SIN ESCALA
5	VISTA LATERAL	PLANO GENERAL	ESC. 1:15
6	VISTA FRONTAL	PLANO GENERAL	ESC. 1:15
7	VISTA SUPERIOR	PLANO GENERAL	ESC. 1:15
8	ISOMETRICO	PLANO GENERAL	ESC. 1:15
9	CHASIS TRASERO E1	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:10
10	CHASIS DELANTERO E2	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:10
11	CUADRO CENTRAL E3	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:10
12	HABITACULO DE PASAJEROS E4	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:10
13	DIRECCION Y SUSPENSION D1	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:10
14	DETALLE DE LA DIRECCION	PLANO DE DETALLE	ESC. 1:2
15	ACCESORIOS A1	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:15
16	EQUIPO Q1	PLANO POR SISTEMA	ESC. 1:15
17	E101-E105-E106	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:2
18	E102-E103	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:4
19	E104-E107	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
20	E201-E202-E203-E204	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
21	E301-E306-E307	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
22	E302-E303-E304-E305	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
23	E401	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
24	E402-E403	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
25	E404-E405-E406-E407-E408	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
26	D101-D102-D103-D104-D105	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:2
27	D106-D107-D108-D109-D129	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:5
28	D113-D114-D115-D116-D117-D118-D122	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:2
29	D124-D125-D126-D127-D130	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:2
30	A101-A102-A103-A104	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:1
31	A110	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:1
32	A112	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:1
33	A113	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:10
34	A114	PLANO POR PIEZA	ESC. 1:10

CONSTANTINO LANDA SILVA

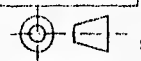
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

INDICE DE PLANOS



SIN ESC.



cotas mm

1

5-95

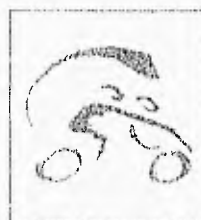
No.	NOMBRE	MATERIAL	Cant.	OBSERVACIONES	PLANO
E101	Caja del pedalier	Acero	1	Comercial	17-9
E102	Brazo derecho	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-120	18-9
E103	Brazo izquierdo	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-120	18-9
E104	Arco trasero	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-120	18-9
E105	Soporte derecho	Solera 1/8"	1	d-120	17-9
E106	Soporte izquierdo	Solera 1/8"	1	d-120	17-9
E107	Ajustes para caja	Tubo negro ø7/8" cat.14	2	d-30	19-9
E201	Brazos inferiores	Tubo negro ø1/8" cat.14	2	d-930	20-10
E202	Transversal mayor	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-300	20-10
E203	Transversal menor	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-300	20-10
E204	Eje delantero	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-1200	20-10
E301	Brazos superiores	Tubo negro ø3/4" cat.14	2	d-1000	21-11
E302	Transversal superior	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-500	22-11
E303	Soporte del sillín	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-400	22-11
E304	Tijera	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-850	22-11
E305	Barra de compensación	Tubo negro ø1/4" cat.14	1	d-500	22-11
E306	Tubo del sillín	Tubo negro ø1 1/16" cat.12	1	d-350	21-11
E307	Ajuste para caja	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-30	21-11
E401	Respaldo	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-1200	23-12
E402	Lateral derecho	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-850	24-12
E403	Lateral izquierdo	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-850	24-12
E404	Estribo derecho	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-700	25-12
E405	Estribo izquierdo	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-700	25-12
E406	Soporte del asiento	Tubo negro ø7/8" cat.14	2	d-360	25-12
E407	Eje del asiento	Tubo negro ø7/8" cat.14	1	d-1000	25-12
E408	Refuerzo del asiento	Tubo negro ø3/4" cat.14	2	d-470	25-12
D101	Soporte superior	Tubo negro ø1 3/16" cat.16	1	d-200	26-13
D102	Soporte inferior	Tubo negro ø1 3/16" cat.16	1	d-100	26-13
D103	Refuerzo lateral	Solera 1/8"	2	d-60	26-13
D104	Refuerzo superior	Solera 1/8"	1	d-90	26-13
D105	Refuerzo inferior	Solera 1/8"	1	d-70	26-13
D106	Barra superior direc.1	Tubo negro ø1" cat.14	1	d-165	27-13
D107	Barra superior direc.2	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-360	27-13
D108	Barra superior direc.3	Tubo negro ø1" cat.14	1	d-65	27-13
D109	Barra inferior dirección	Tubo negro ø3/4" cat.14	1	d-525	27-13
D110	Junta universal	Acero al carbon	1	Comercial. 3/8"	13
D111	Perno dirección	Tomillo hex. ø3/8"x3 3/4"	1	Comercial	13
D112	Tuerca para perno	Tuerca hex. ø3/8"	2	Comercial	13
D113	Buje exterior	Nylon ø1 1/4"x1"	4	Tomerado	28-13

CONSTANTINO LANDA SILVA

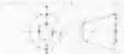
C.T.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

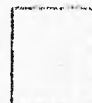
LISTA DE PARTES



SIN ESC.



colas mm



5-96

No.	NOMBRE	MATERIAL	Cant.	OBSERVACIONES	PLANO
D114	Buje inferior	Nylon $\phi 1 \frac{1}{4} \times 1"$	4	Torneado	28
D115	Cuerpo amortiguador	Tubo negro $\phi 1 \frac{3}{4}$ " cal.16	2	d=100	28-14
D116	Refuerzo amortiguador	Solera $1/8"$	2	$3 \times 1 \frac{3}{8}$	28-14
D117	Tapa amortiguador	Rondana $\phi 1 \frac{3}{4}$ " ext.	2	Comercial	28-14
D118	Eje en "L"	Acero TX10 $\phi 9/16"$	2	Maquinado, templado	28-14
D119	Tuerca fijadora de eje	Tuerca hex. CF $\phi 5/16"$	2	Comercial	14
D120	Tuerca superior	Tuerca hex. CF $\phi 1/2"$	2	Comercial	14
D121	Taza	Juego manubrio estándar	2	Comercial	14
D122	Resorte	Acero $\phi 1/4"$	2	Templado	28-14
D123	Rondana plana	$\phi 1 \frac{1}{2}"$	2	Comercial	14
D124	Buje del amortiguador	Nylon $\phi 1 \frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2}"$	2	Torneado	29-14
D125	Angulo de refuerzo	$1 \times 1/8"$	2	d=76	29-14
D126	Placa de dirección	Solera de $1/8"$	2	45x80	29-14
D127	Tope para balata	Barra roscada $\phi 7/32"$	2	d=120	29-14
D128	Tuerca para balata	Tuerca hex. $\phi 7/32"$	2	Comercial	-
D129	Eje de la dirección	Angulo $1 \times 1/8"$	1	d=1200	29-13
D130	Placa central dirección	Solera $1/8"$	1	61x90	29-13
D131	Pasador	$\phi 1/8 \times 1"$	4	Comercial	-
D132	Articulación dirección	Tornillo hex. $\phi 5/16 \times 3/4"$	2	Comercial	13
D133	Tuercas p/articulación	Tuerca hex. $\phi 5/16"$	4	Comercial	13
A101	Soporte toldo c/doblez	Cold Rolled $\phi 1/2"$	2	d=127	30-15
A102	Soporte toldo recto	Cold Rolled $\phi 1/2"$	4	d=127	30-15
A103	Ajuste para desviador	Tubo negro $\phi 1"$ cal.16	1	d=50	30-15
A104	Guía para chicote	Tubo negro $\phi 1/4"$ cal.16	7	d=10	30-15
A105	Base derecha p/freno	Cold Rolled $\phi 1/2"$	1	Maquinada	15
A106	Base izquierda p/freno	Cold Rolled $\phi 1/2"$	1	Maquinada	15
A107	Barra lateral de toldo	Epoxfibra $\phi 5/16"$	2	d=4160 Pintura	15
A108	Barra frontal de toldo	Epoxfibra $\phi 5/16"$	1	d=2980 Pintura	15
A109	Barra superior de toldo	Barra de Aluminio $\phi 7/32"$	1	d=2100	15
A110	Separador de barras	Barra de Aluminio $\phi 5/8"$	1	d=140	31-15
A111	Opresores	Prisionero $\phi 3/16 \times 1/4"$	3	Comercial	-
A112	Base para reflector	Lámina negra cal.18	1	130x100	32-15
A113	Toldo	Nylon Repelente Corrugado	1	1800x900	33-15
A114	Asiento pasajeros	Lona de Algodón	1	1600x1300	34-15
A115	Cinturón	Cinta de Nylon 2"	2	d=1800	15
A116	Broche de seguridad	Plastico Inyectado	1	Comercial, Juego	15
A117	Hebilla corrediza	Plastico Inyectado	2	Comercial	15
A118	Broches de presión	$\phi 3/8"$	24	Comercial, Juego	15
A119	Cojines	Hule Espuma $4 \times 20 \times 20"$	6	Comercial	15
A120	Protección de estribos	Manguera de Hule $\phi 1 \frac{1}{4}"$	2	d=700	15
A121	Bifurcador de chicote	Solera $1/8"$ c/opresores	1	Juego maquinado	15

CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

LISTA DE PARTES. CONTINUACION



SIN ESC.



cotas mm

3

5-95

No.	NOMBRE	MATERIAL	CANT.	OBSERVACIONES	PLANO
Q101	Ucuto	Acero 1018	1	Comercial	16
Q102	Conjunta	Carburo 20	1	Comercial	16
Q103	Rin	Acero al carbono 1008 / 5	3	Comercial	16
Q104	Rayos alta resistencia	Aluminio 2017 CP	3	Comercial	16
Q105	Maza delantera	Masa de fibra de vidrio Sandow	2	Comercial	16
Q106	Freno trasero	Tip. anti-vibra 881/AFB	1	Comercial Juego	16
Q107	Palancas de freno	Shimano SS	1	Comercial Juego	16
Q108	Palancas de cambios	Shimano SS	1	Comercial Juego	16
Q109	Desviador trasero	Shimano SS	1	Comercial Juego	16
Q110	Desviador delantero	Shimano SS	1	Comercial Juego	16
Q111	Cadena	1/2"x3/32"	1	Comercial	16
Q112	Rueda libre	14x20 6 pasos c/maza	1	Comercial	16
Q113	Multiplicador	Montonoz triple 28/38/48	1	Comercial Con Bolas	16
Q114	Pedales antiderapen.	Acero/plastico	1	Comercial Juego	16
Q115	Eje del pedalier	Acero al carbon	1	Comercial Juego	16
Q116	Abrazadera	al 1/16"	1	Comercial	16
Q117	Manubrio	Acero cromado M18	1	Comercial	16
Q118	Poste del manubrio	Acero c/pasador	1	Comercial	16
Q119	Espejo retrovisor	Cataya	2	Comercial. Iteq. y det.	16
Q120	Puños	Kraton Ebum	1	Comercial Juego	16
Q121	Sillin	M18 4010	1	Comercial	16
Q122	Chicote	Cable Acero de 1/16"	4	Comercial Por metro	16
Q123	Fundas	Plastico reforzado	4	Comercial Por metro	16
Q124	Reflector	Plastico inyectado	1	Comercial	16

CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.E. - U.N.A.M.

BICIFAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

LISTA DE PARTES. CONTINUACIÓN.

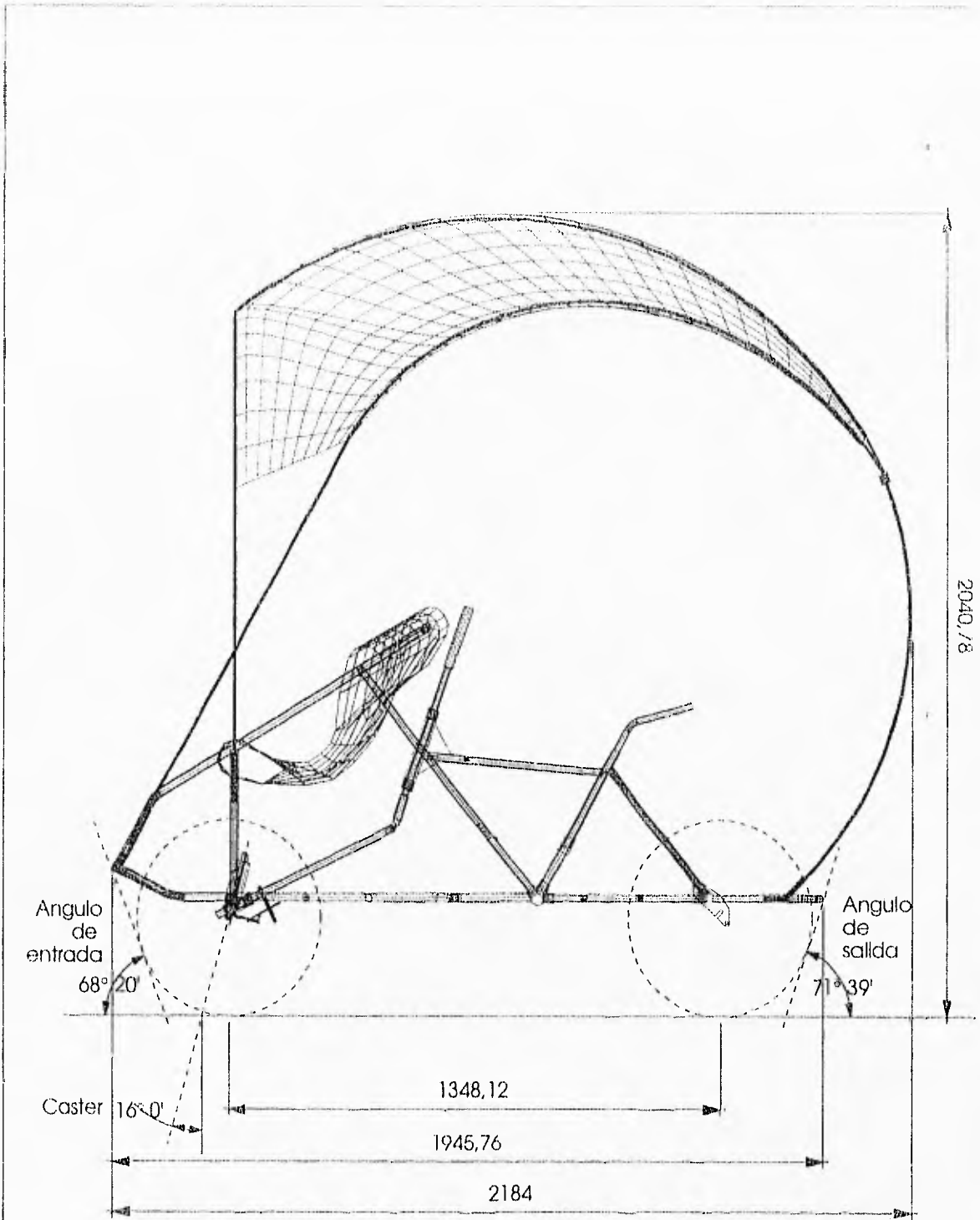


SIN ESC.



cotas mm


5-95

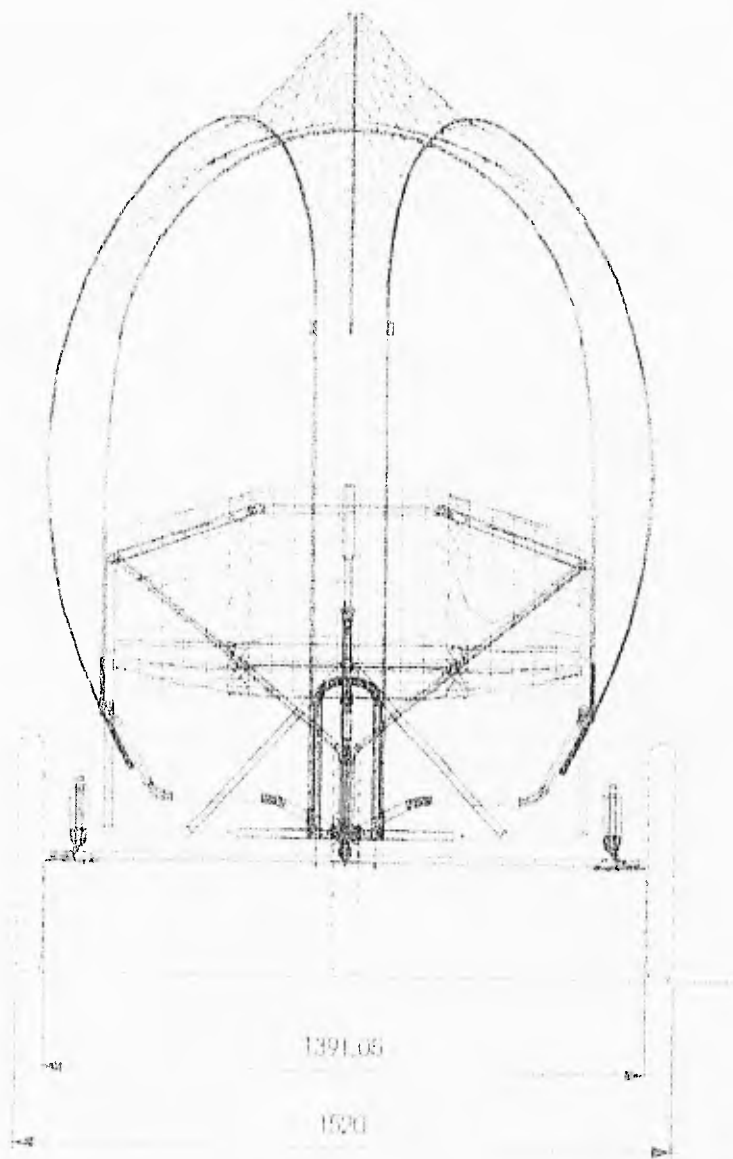


CONSTANTINO LANDA SILVA    C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 VISTA LATERAL



ESC. 1:15  
  
 cotas mm

  
 5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.E - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

VISTA FRONTAL



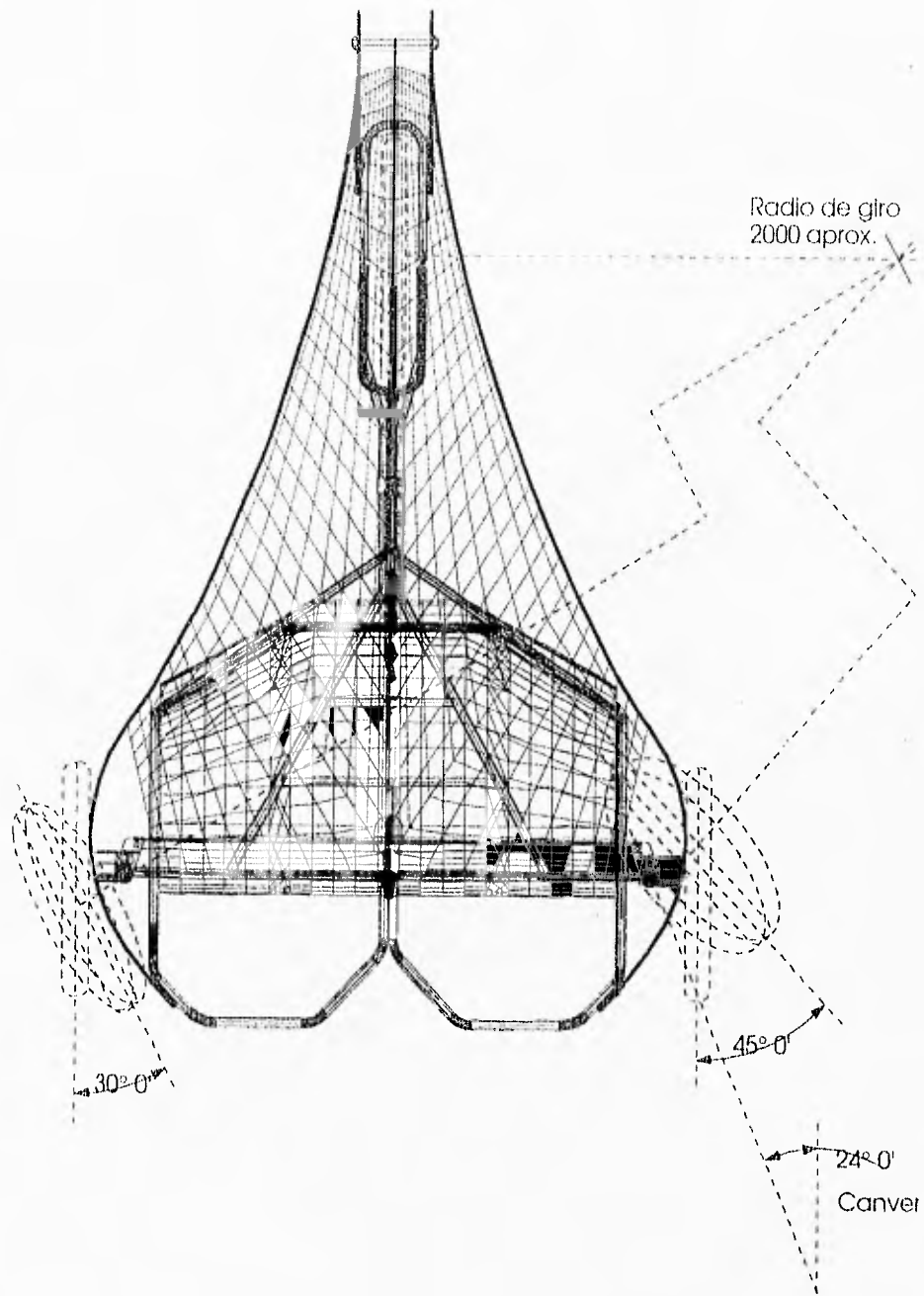
ESC. 1:15



colas mm



5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

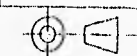
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

VISTA SUPERIOR



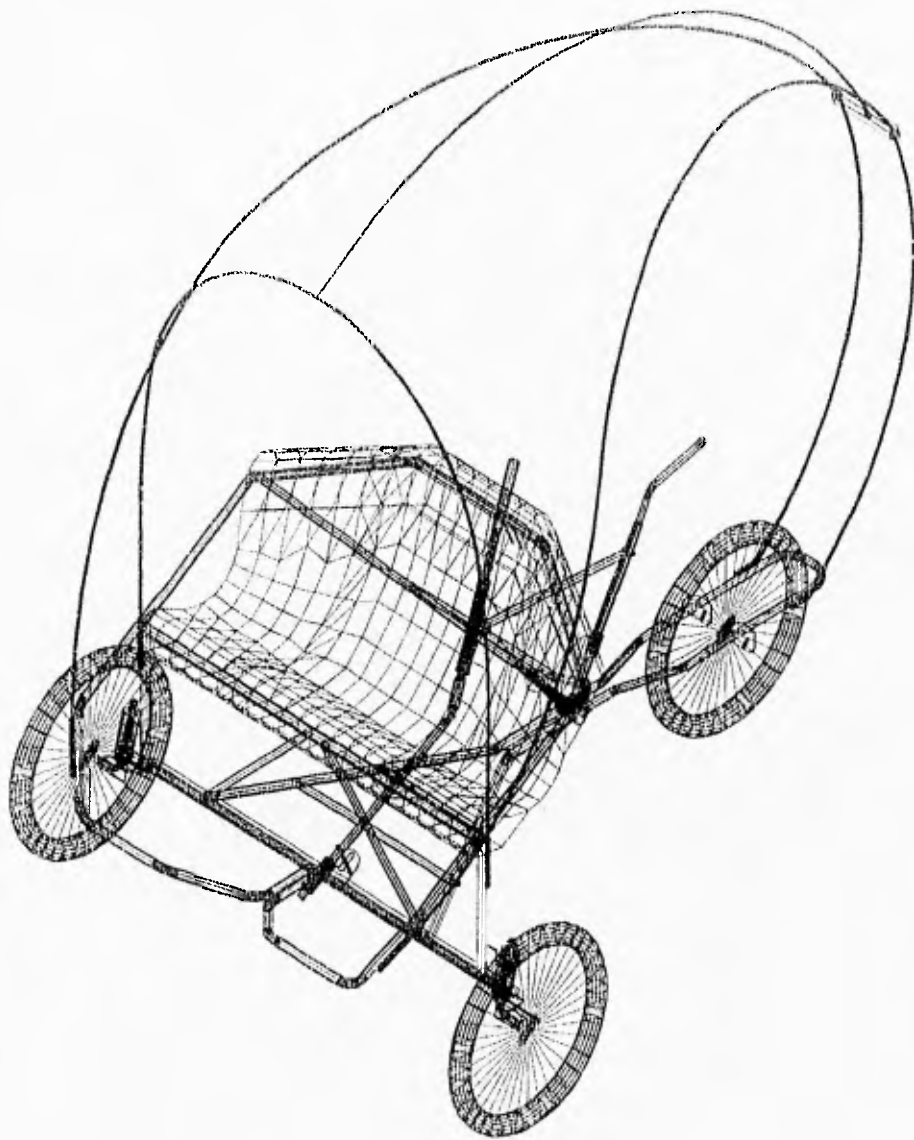
ESC. 1:15



cotas mm

7

5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

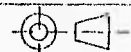
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

ISOMETRICO



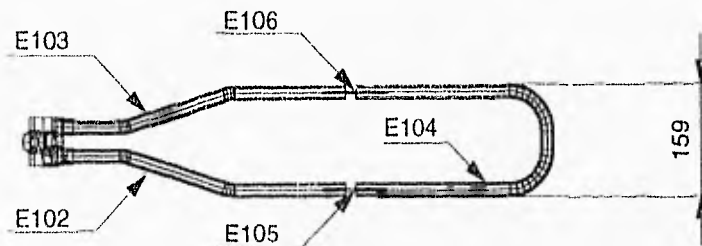
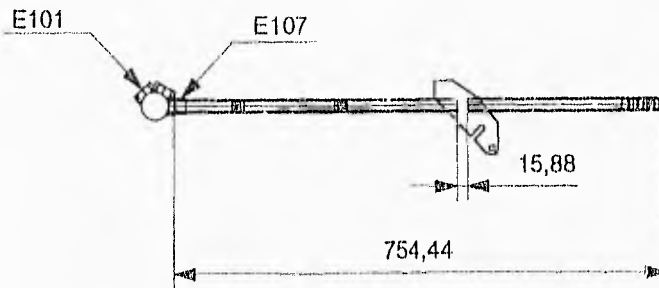
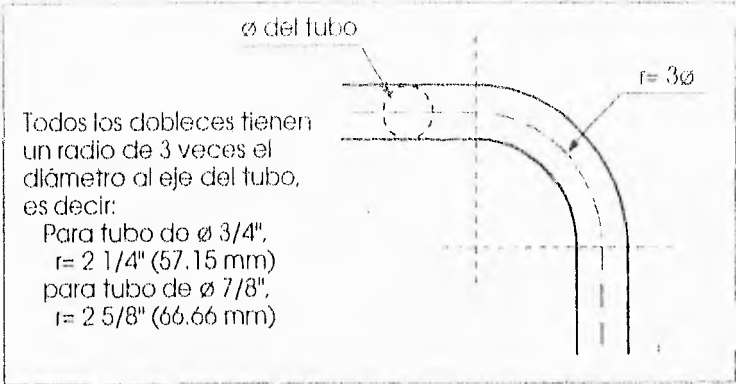
ESC. 1:15



cotas mm



5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

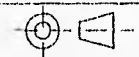
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

CHASIS TRASERO. E1



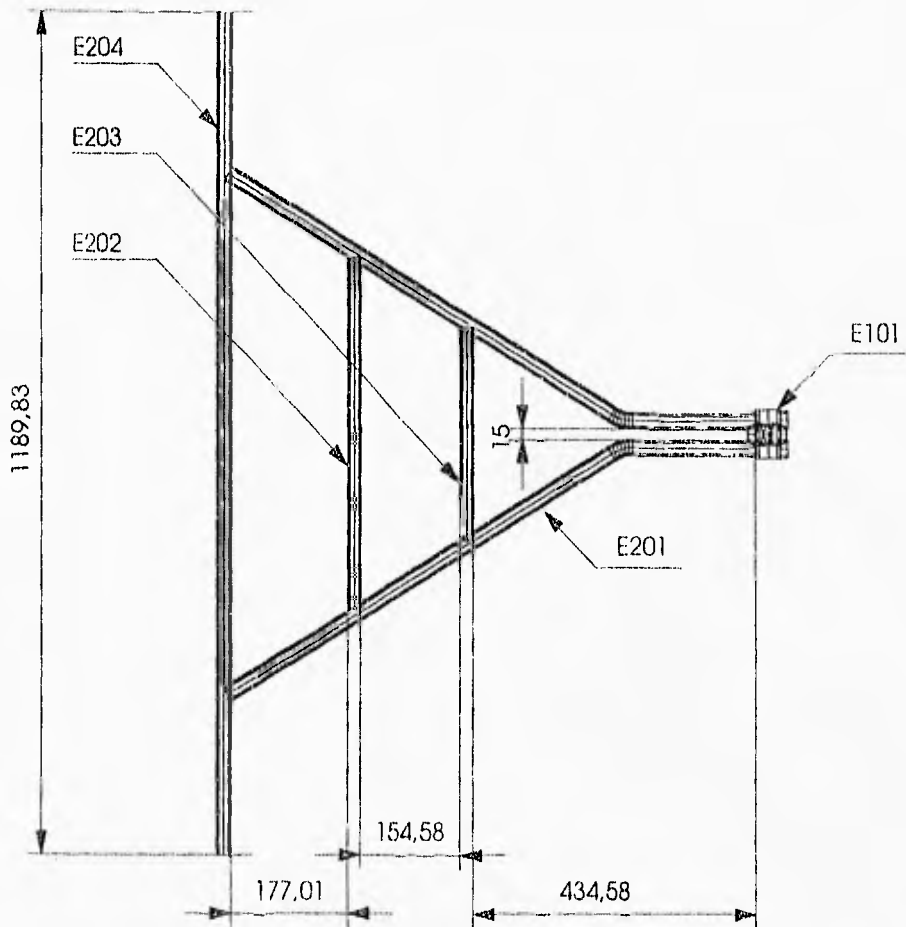
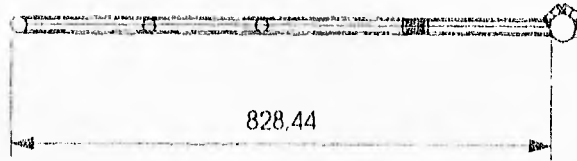
Esc. 1:10



cotas mm



5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

CHASIS DELANTERO. E2



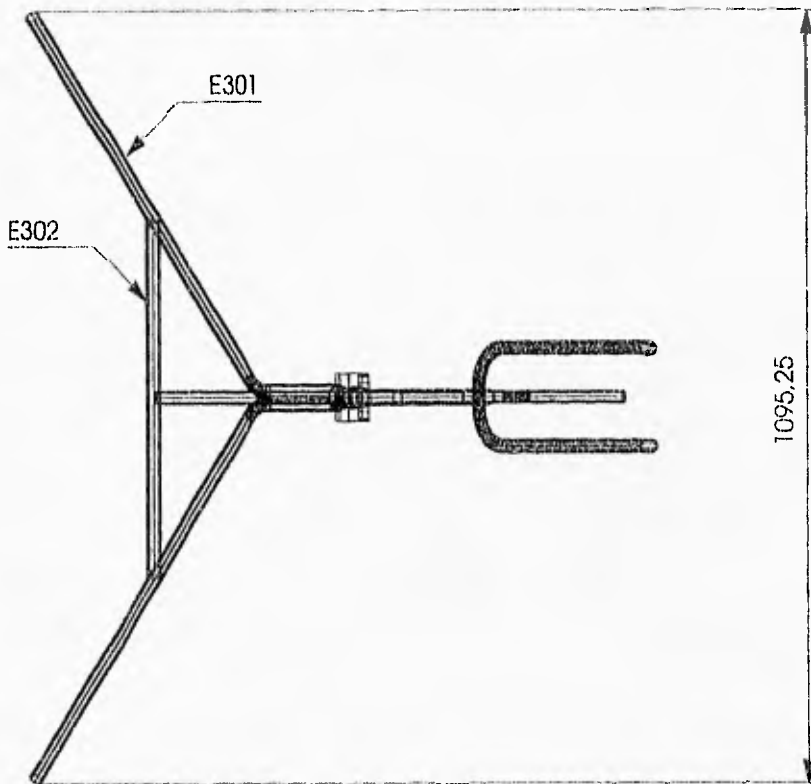
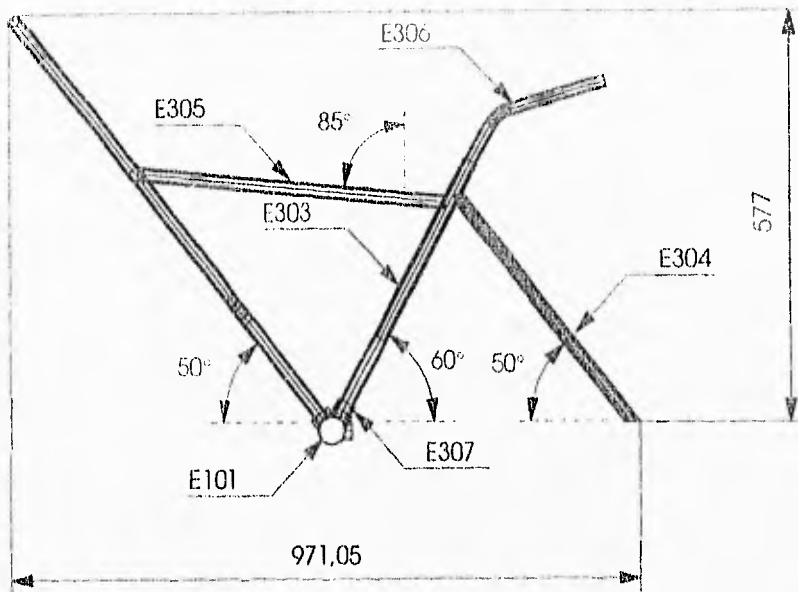
Esc. 1:10



cotas

10

5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

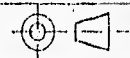
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

CUADRO CENTRAL. E3



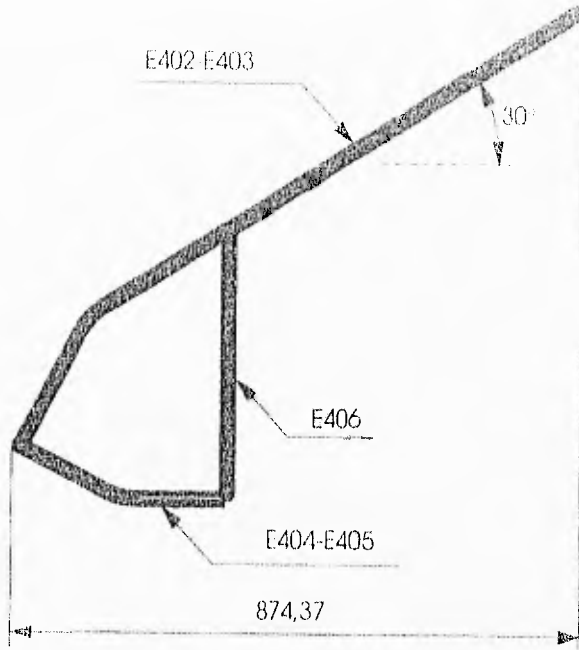
Esc. 1:10



cotas



5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

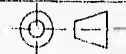
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

HABITÁCULO PASAJEROS. E4



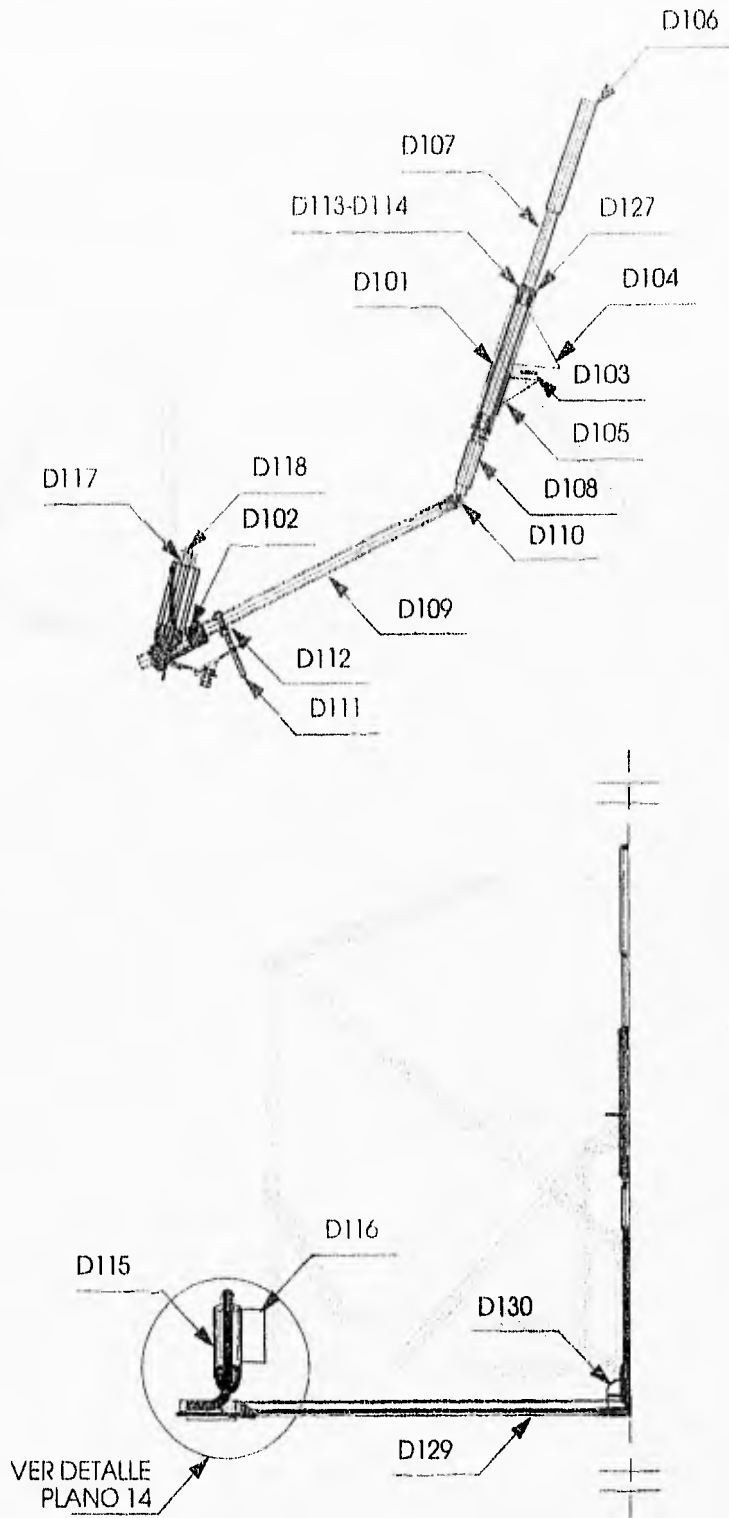
ESC. 1:10



cotas mm

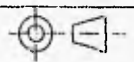
12

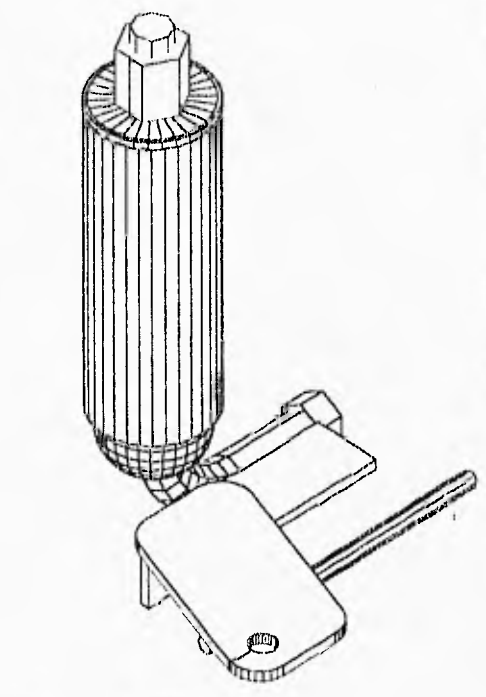
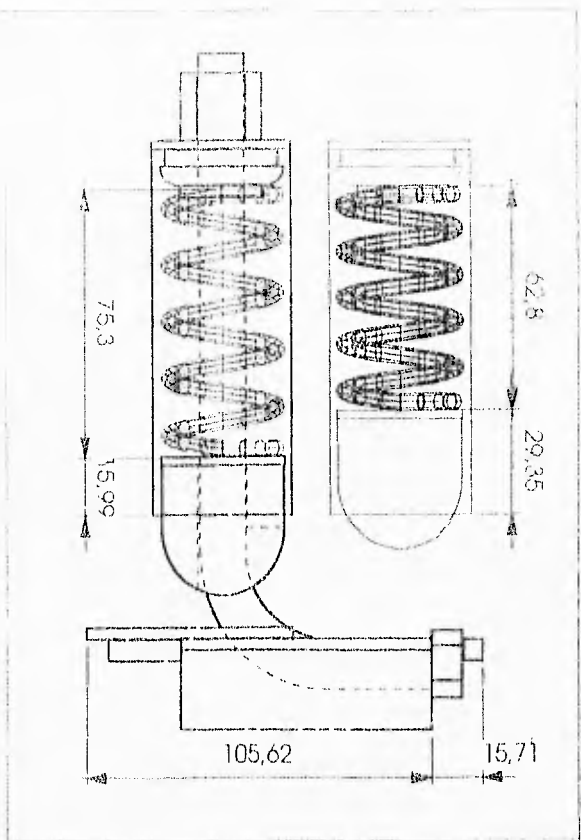
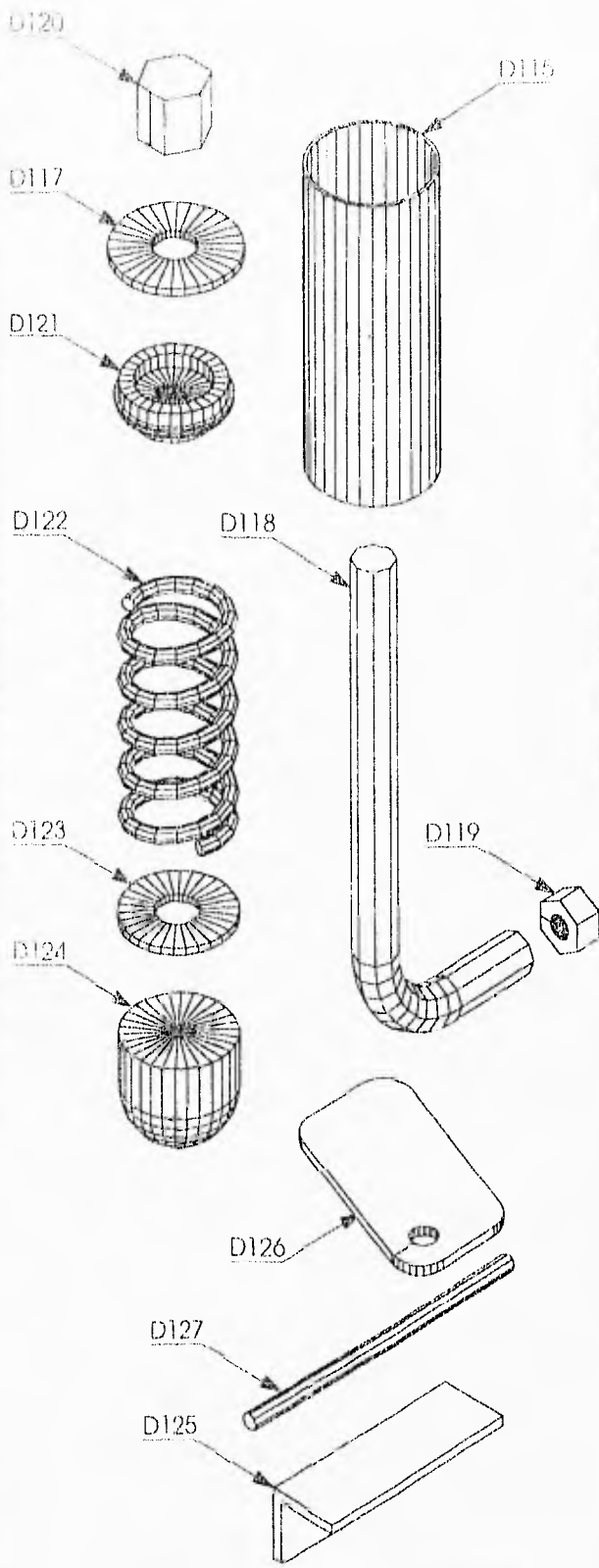
5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA    C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN. D1



ESC. 1:10  
  
 cotas mm    13  
 5-95

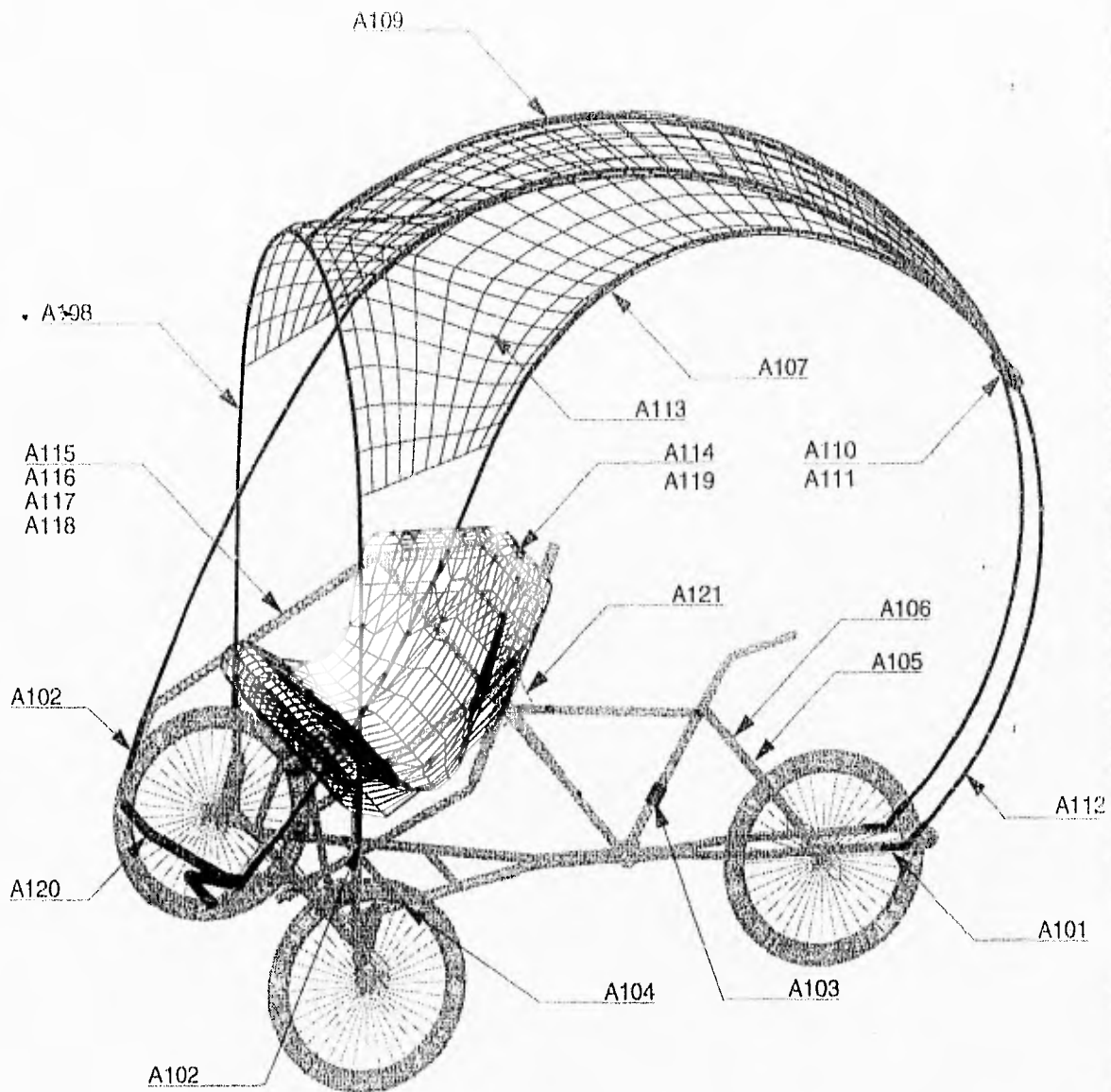


CONSTANTINO LANDA SILVA    C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 DETALLE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN



ESC. 1:2  
  
 cotas mm

14  
 5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

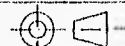
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

ACCESORIOS. A1



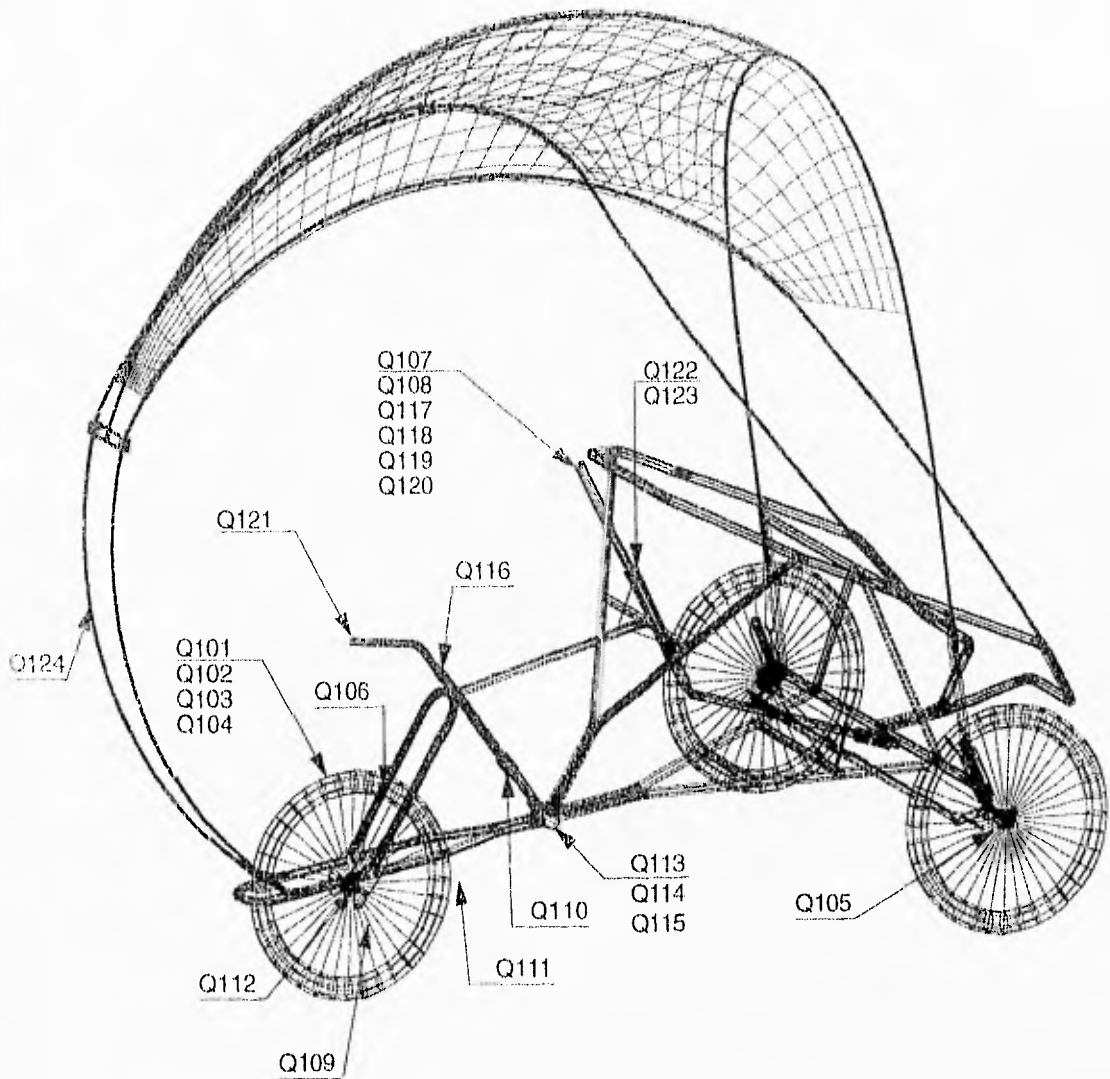
ESC. 1:15



cotas mm

15

5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

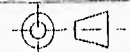
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

EQUIPO, Q1



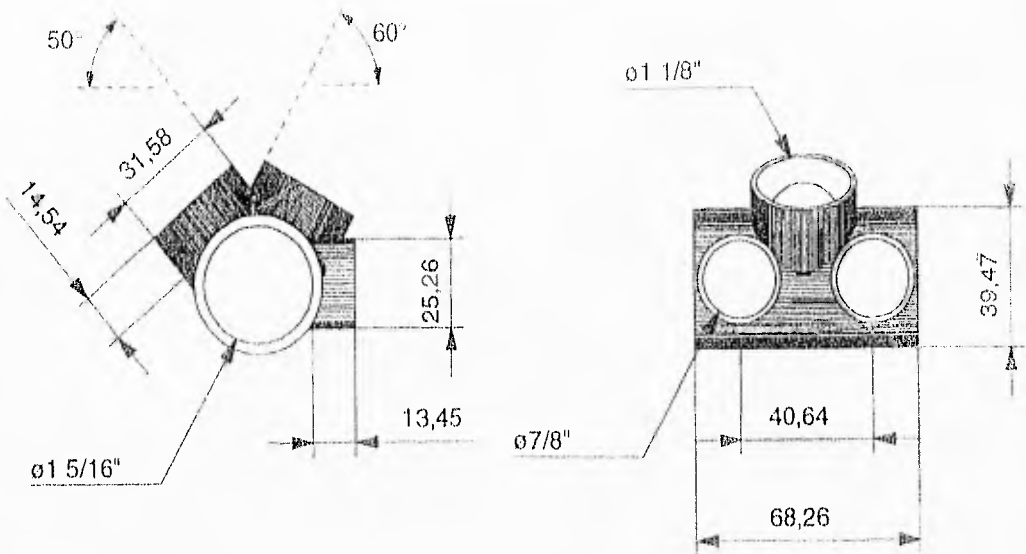
ESC. 1:15



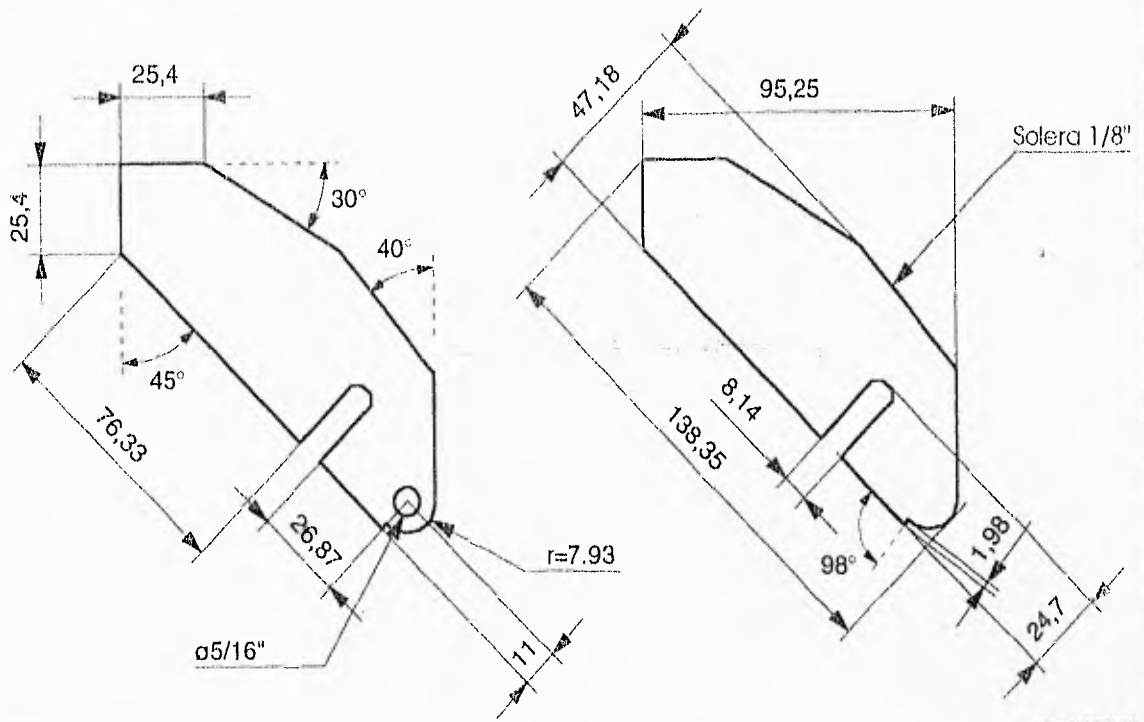
cotas mm

16

5-95



E101



E106

E105

CONSTANTINO LANDA SILVA

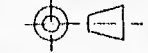
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E101-E105-E106



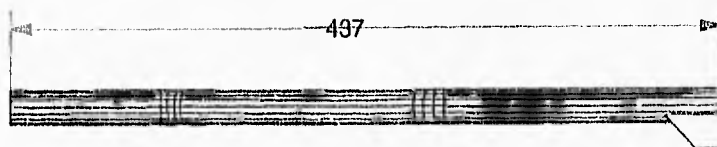
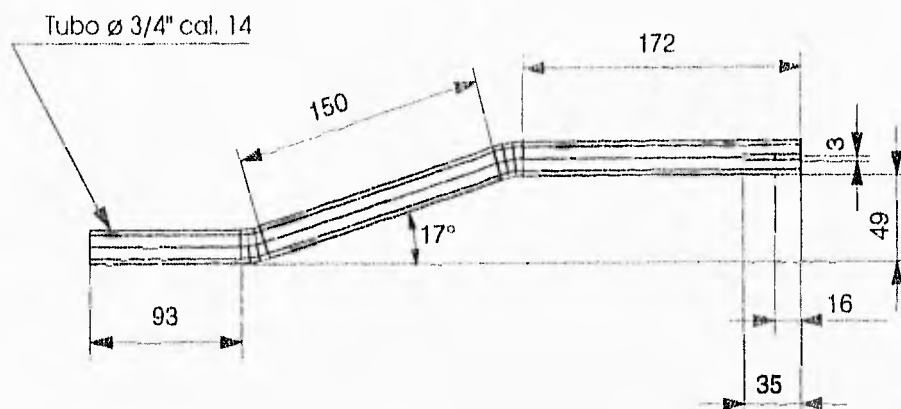
ESC. 1:2



cotas mm

17

5-95



Nota: La diferencia entre las piezas E102 y E103 consiste en el sentido de la ranura.  
La pieza que se muestra es la E103.

E102

E103

CONSTANTINO LANDA SILVA

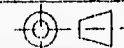
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E102-E103



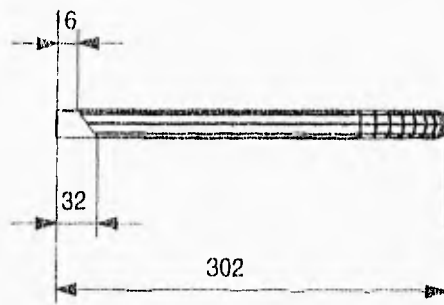
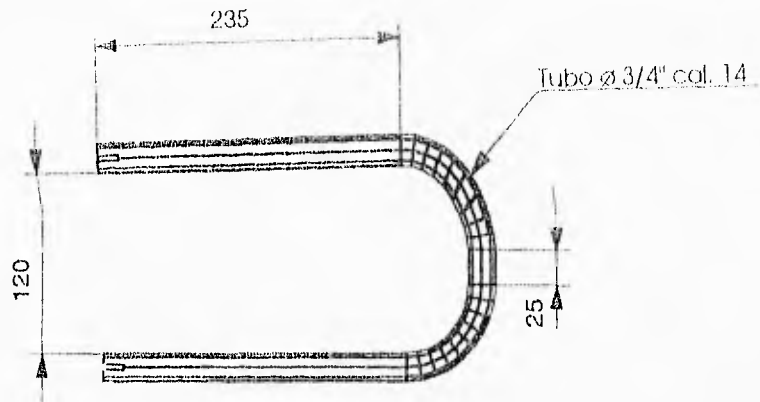
ESC. 1:4



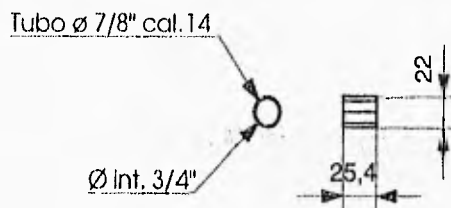
cotas mm

18

5-95



E104



E107

CONSTANTINO LANDA SILVA

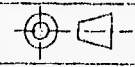
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E104-E107



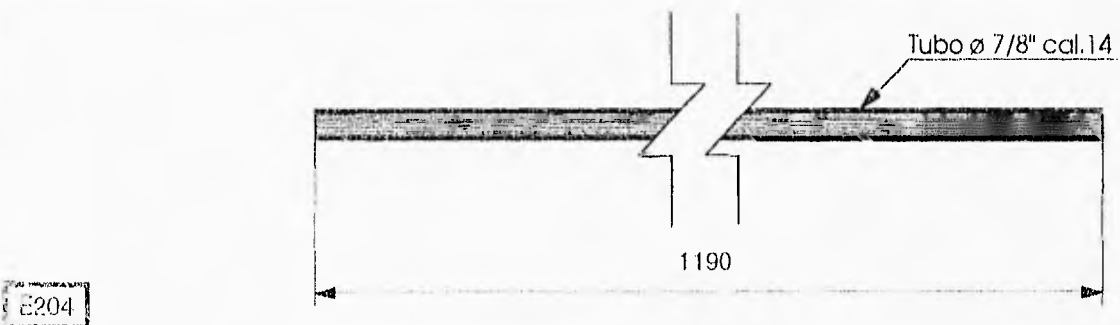
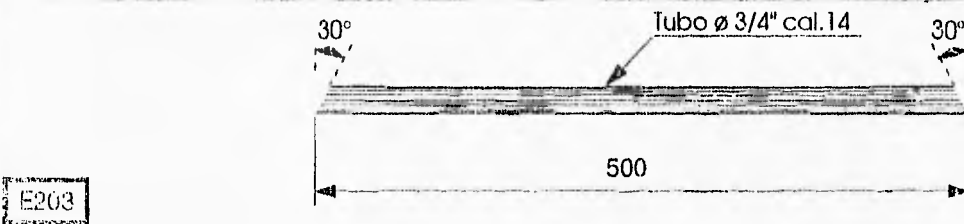
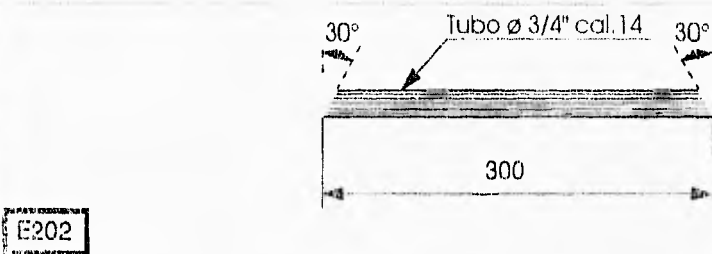
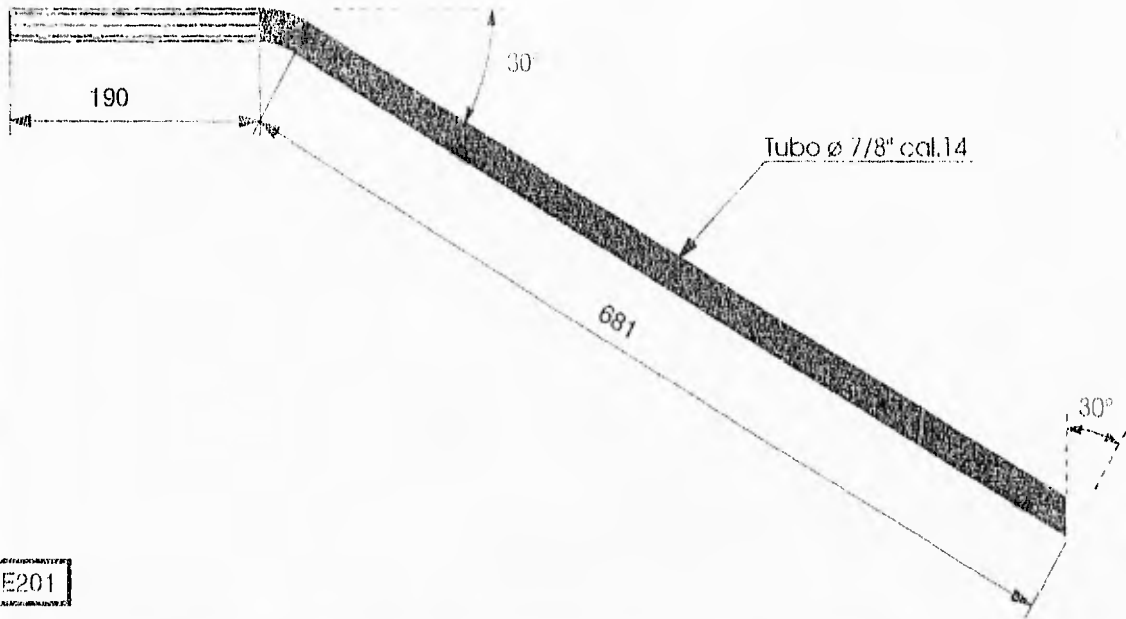
ESC. 1:5



cotas mm

19

5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E201-E202-E203-E204



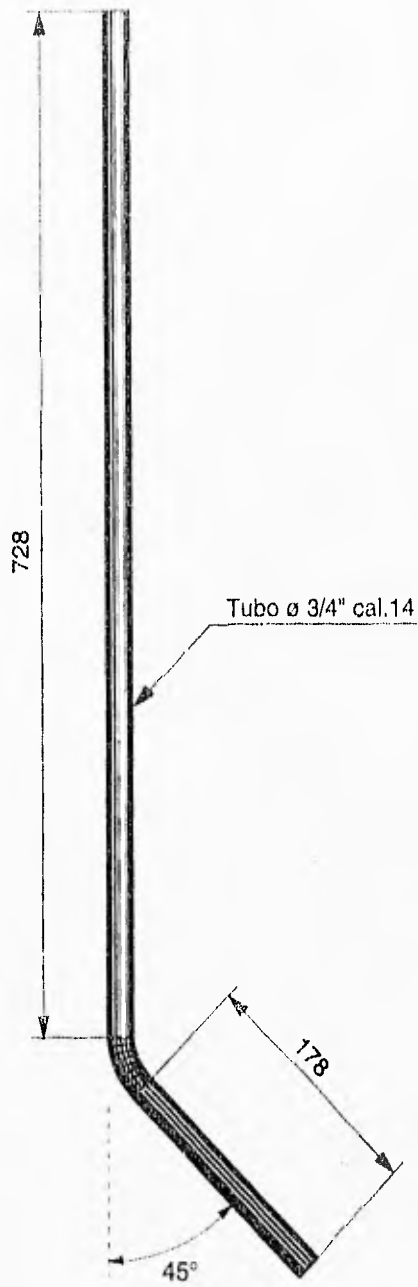
ESC. 1:5



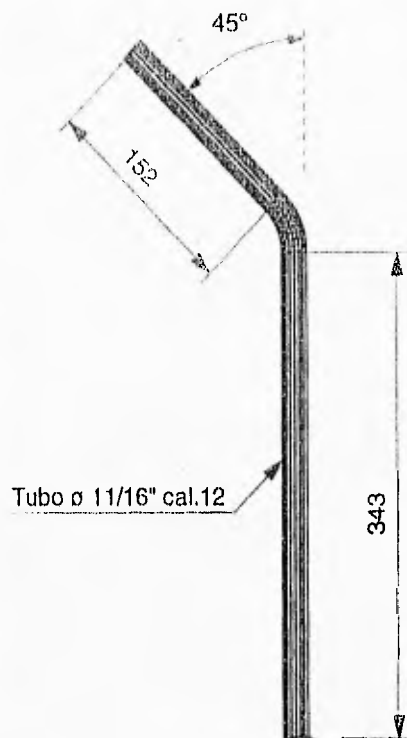
cotas mm

20

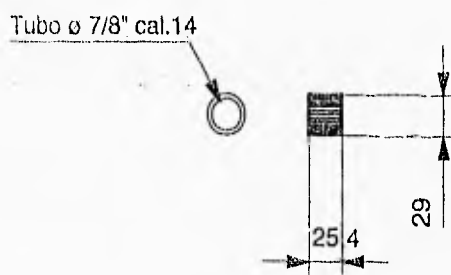
5-95



E301



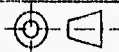
E306



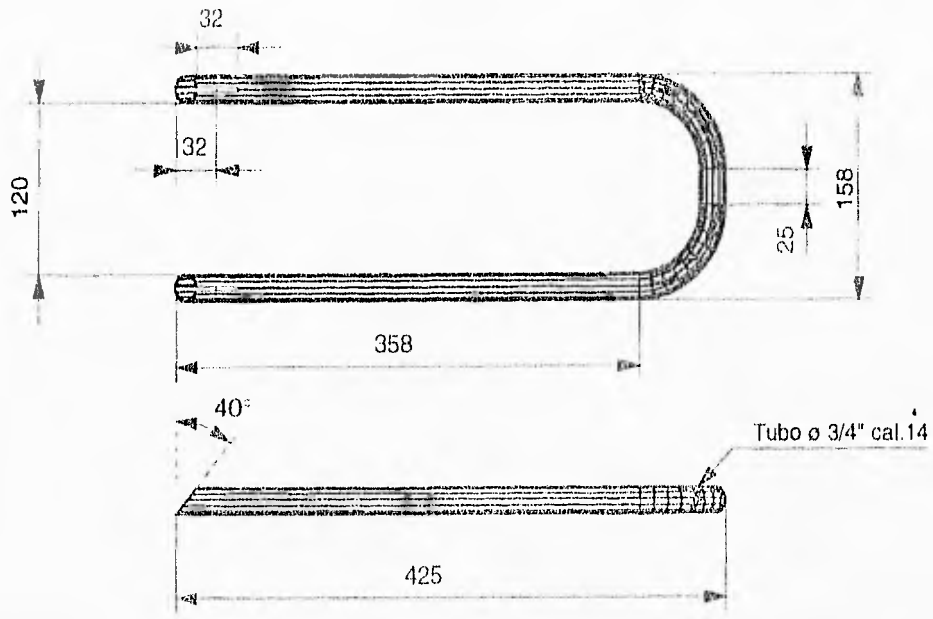
E307

CONSTANTINO LANDA SILVA C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 E301-E306-E307



ESC. 1:5  
  
 cotas mm

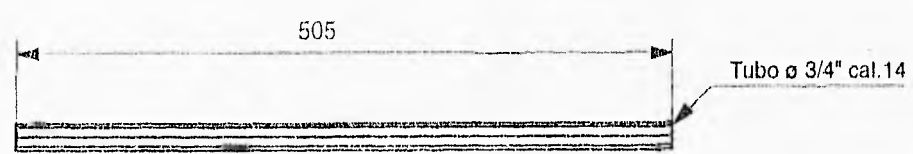
21  
 5-95



E304



E303



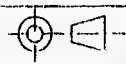
E302



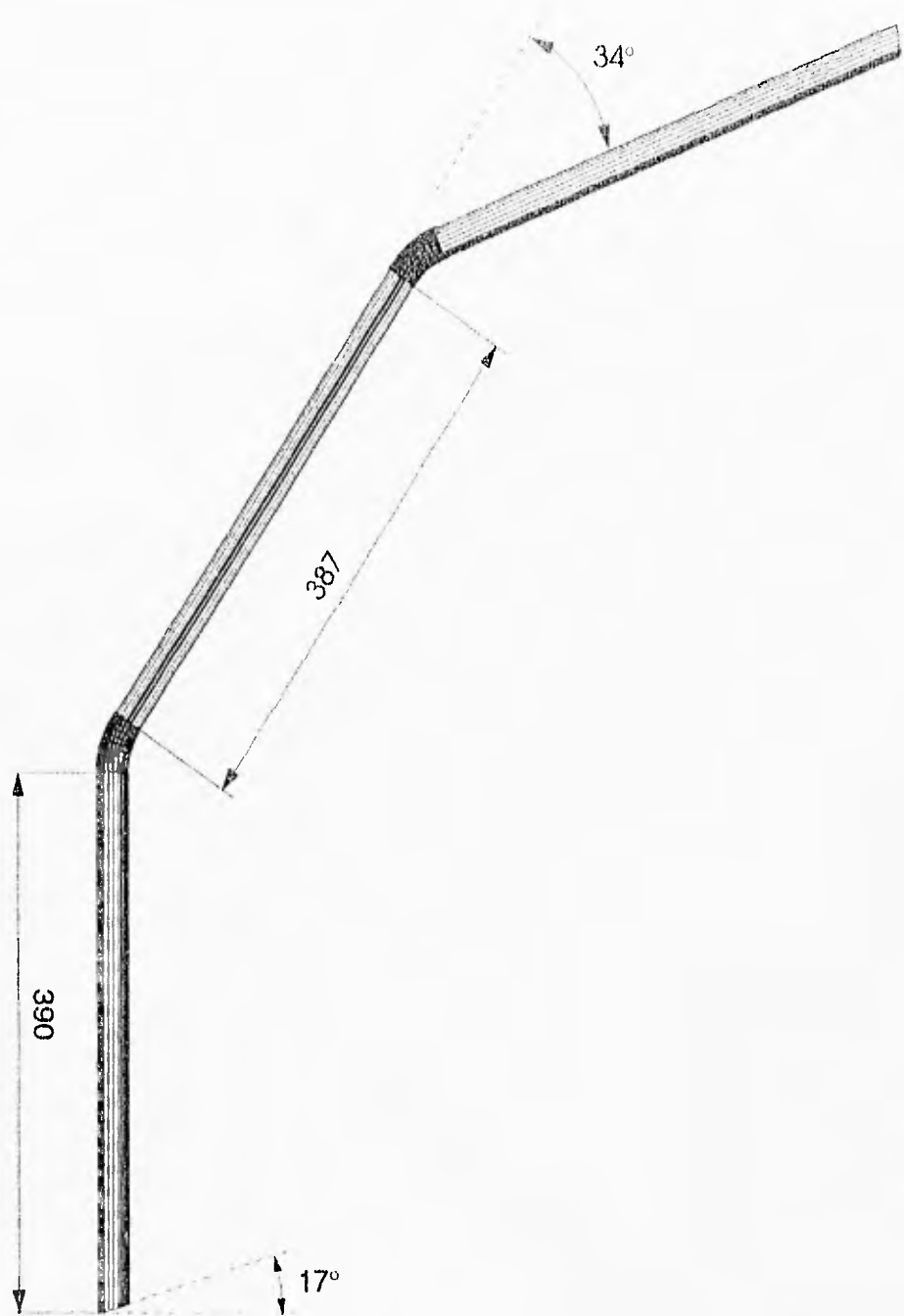
E305

CONSTANTINO LANDA SILVA    C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 E302-E303-E304-E305



ESC. 1:5  
  
 cotas mm

22  
 5-95



E401

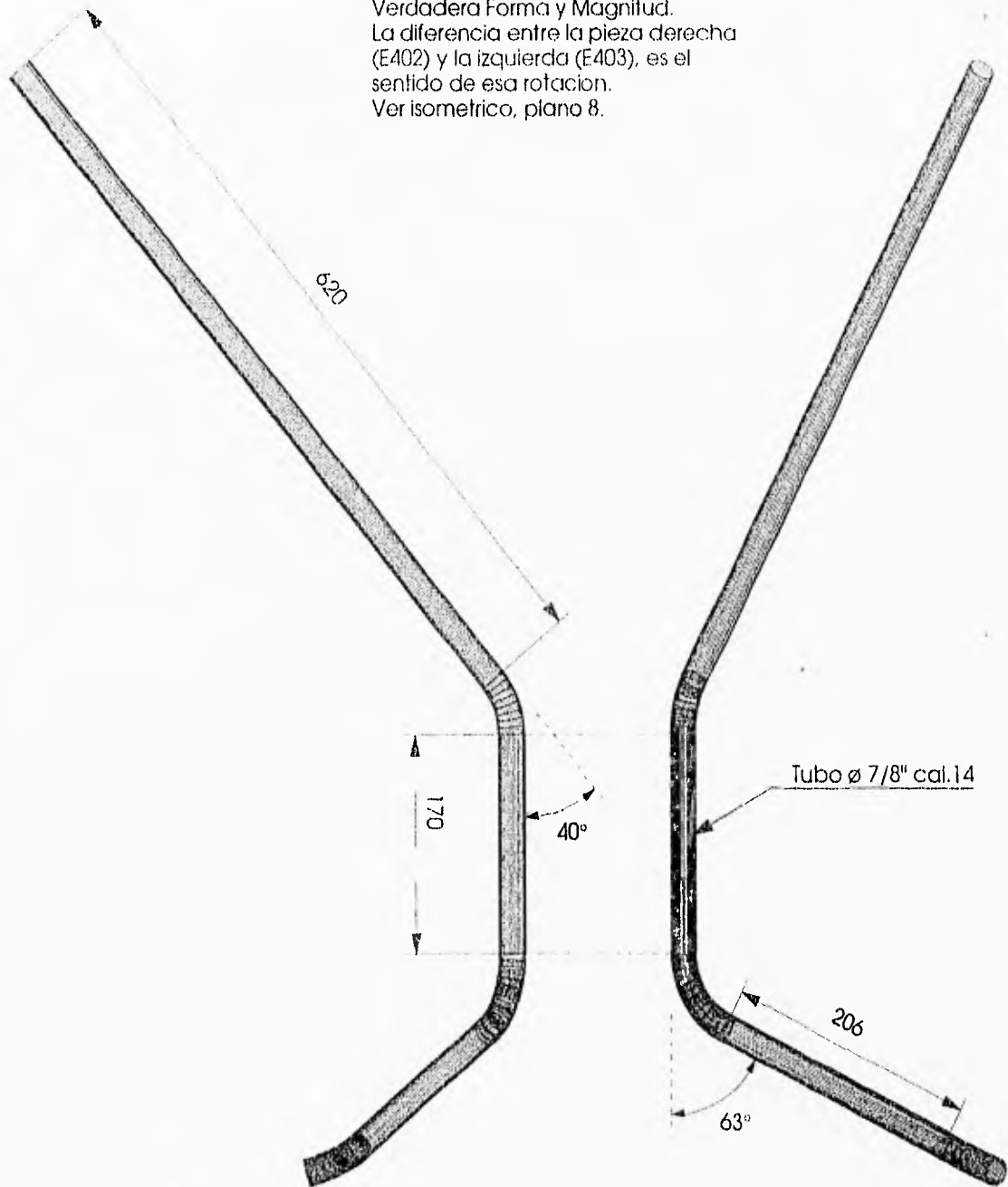
CONSTANTINO LANDA SILVA    C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 E401



ESC. 1:5  
  
 cotas mm

23  
 5-95

Los ángulos de los dobleces tienen una rotación de  $37.5^\circ$  entre sí, tomando como eje el tramo recto central que en ambas vistas está en Verdadera Forma y Magnitud. La diferencia entre la pieza derecha (E402) y la izquierda (E403), es el sentido de esa rotación. Ver isométrico, plano 8.



E402-E403

CONSTANTINO LANDA SILVA

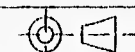
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E402-E403



ESC. 1:5



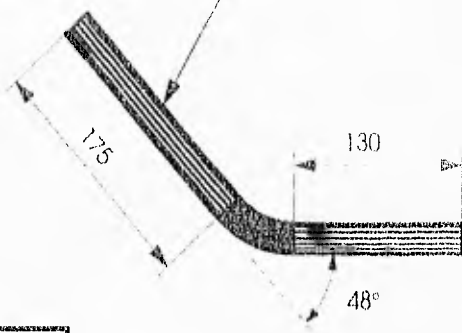
cotas mm

24

5-95

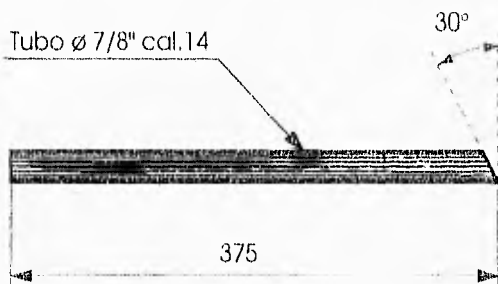
La diferencia entre la pieza E404 y E405 es el ángulo de la union que forman con los laterales.

Tubo  $\varnothing 7/8"$  cal. 14



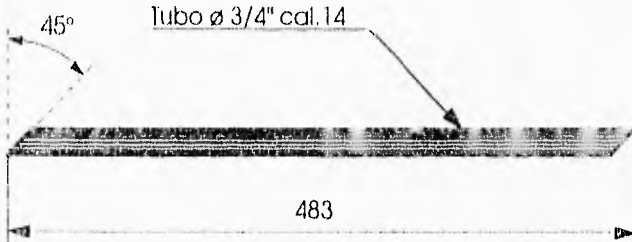
E404-E405

Tubo  $\varnothing 7/8"$  cal. 14



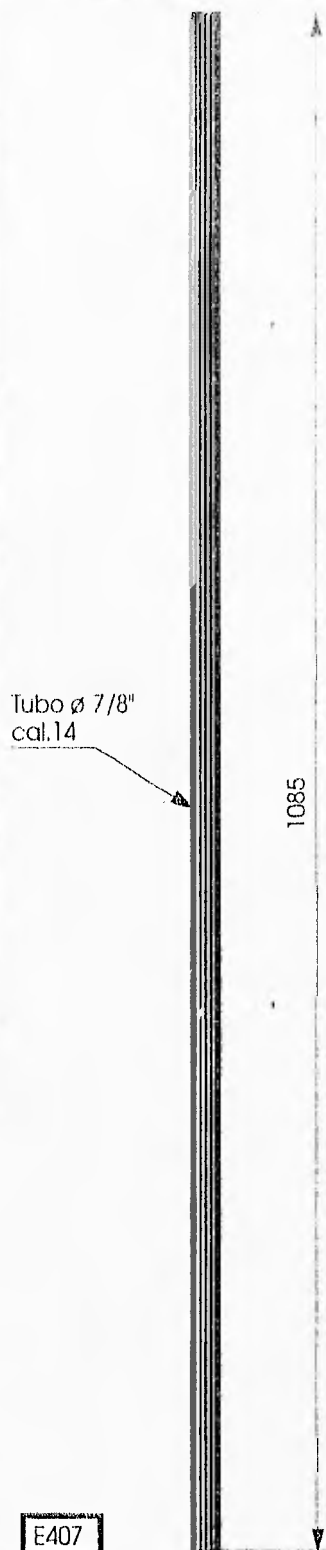
E406

Tubo  $\varnothing 3/4"$  cal. 14



E408

Tubo  $\varnothing 7/8"$  cal. 14



E407

CONSTANTINO LANDA SILVA

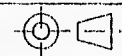
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

E404-E405-E406-E407



ESC. 1:5

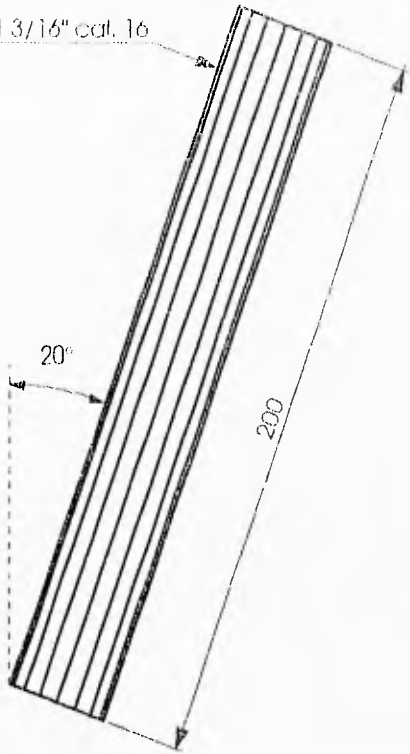


cotas mm

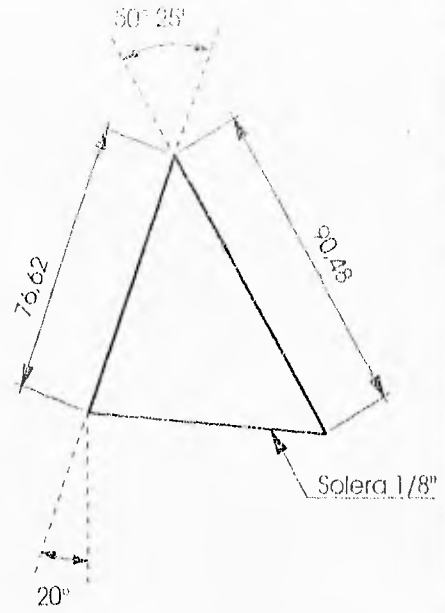
25

5-95

Tubo  $\varnothing 1\ 3/16''$  cal. 16

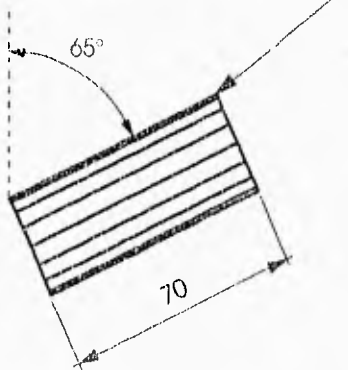


D101

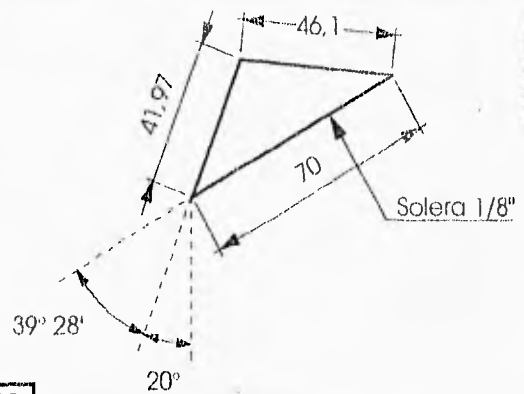


D104

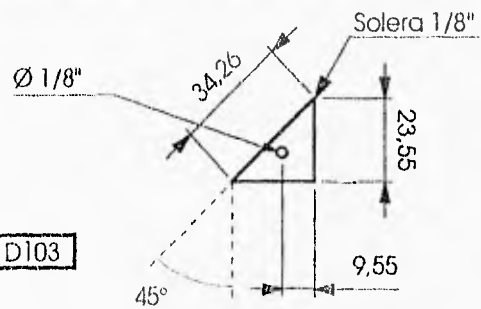
Tubo  $\varnothing 1\ 3/16''$  cal. 16



D102



D105



D103

CONSTANTINO LANDA SILVA

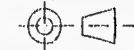
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

D101-D102-D103-D104-D105



ESC. 1:2



cotas mm

26

5-95



D106

D107

D108

tubo ø 3/4" en 14



D109

Angulo 4" x 1/2"



D129





11,00



0-3204

14,00

14,00

D117



D113

D114

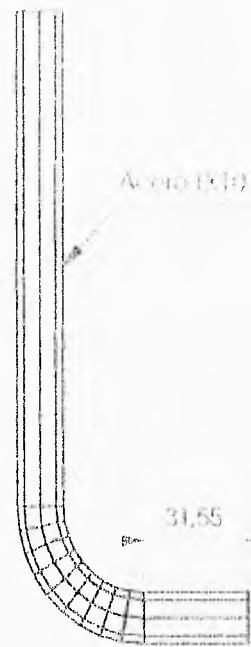
bars at 3/4" and 16



104,78

D115

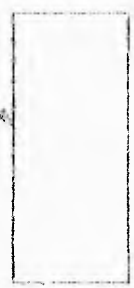
139,1



31,55

D118

Steel 1/8"



60,0

34,79

D116

ø1/4"



37,9

75,8

D122

CONSTANTINO LANDA SILVA

C.I.D.I. - U.N.A.M.

MOXAXI. Inicio para transporte de pasajeros

D113-D114-D115-D116-D117-D118-D122



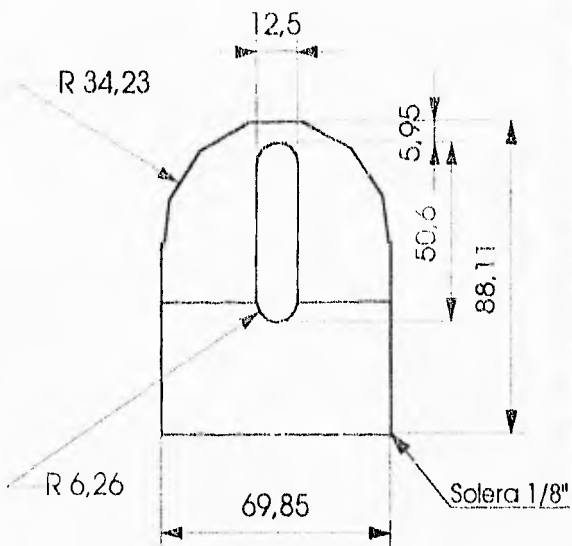
ESC. 1:2



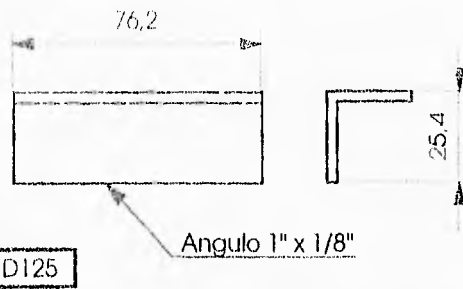
colas mm



5-95



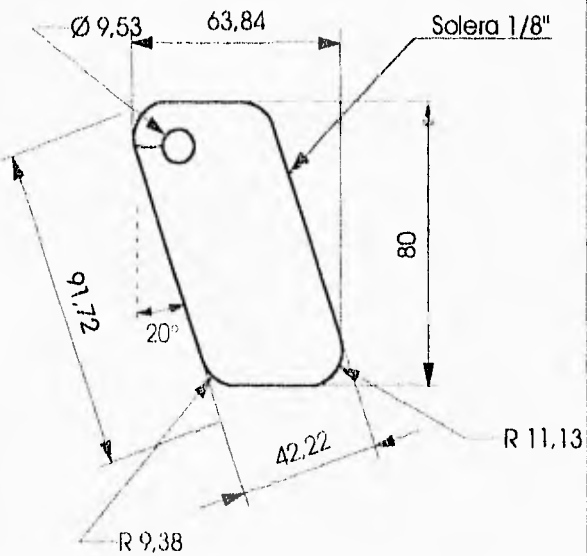
D130



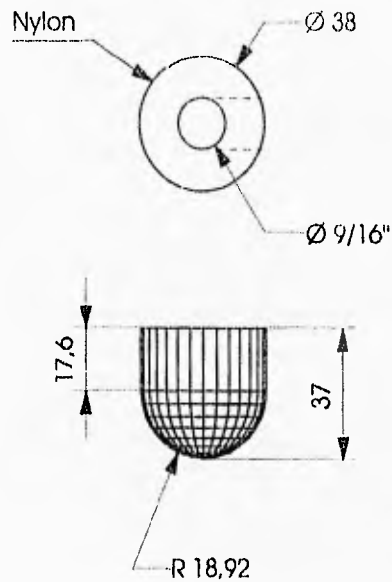
D125



D127



D126



D124

CONSTANTINO LANDA SILVA

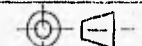
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

D124-D125-D126-D127-D130



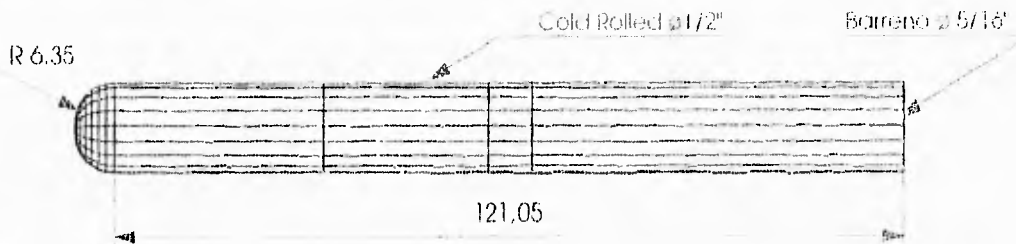
ESC. 1:2



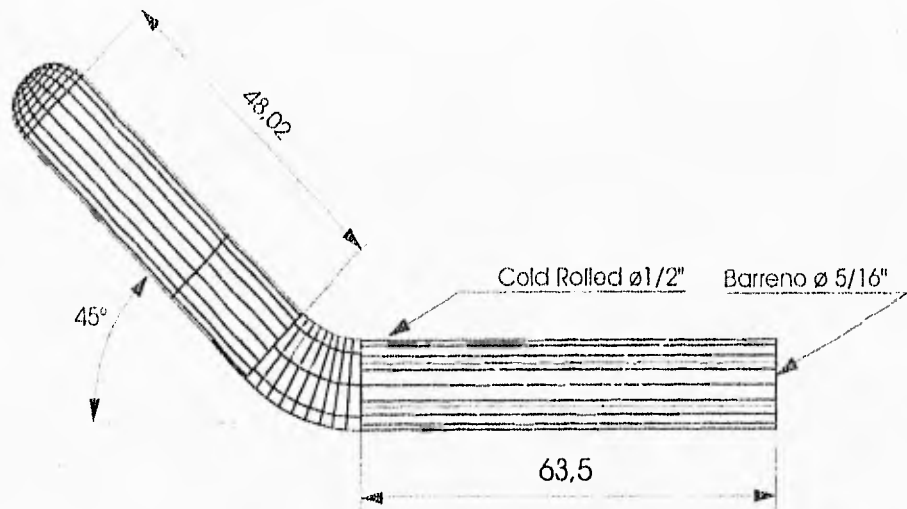
cotas mm

29

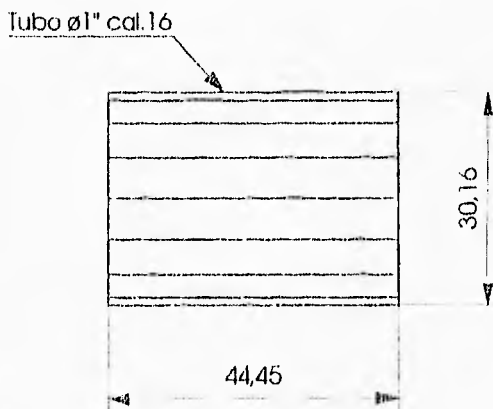
5-95



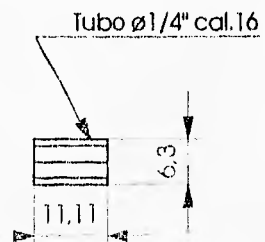
A101



A102



A103



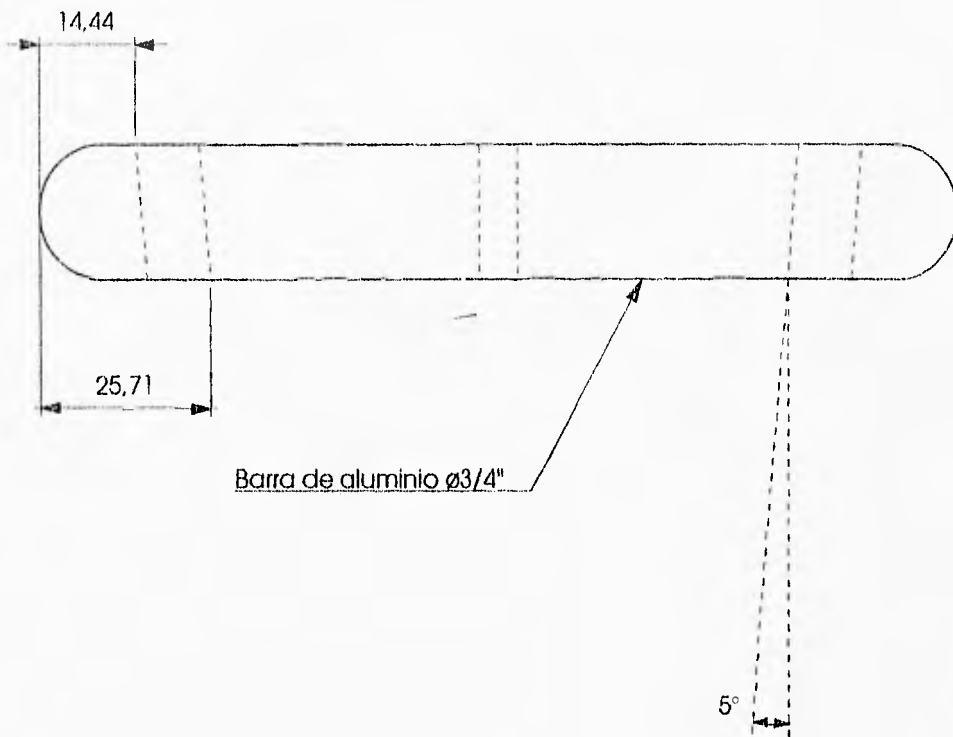
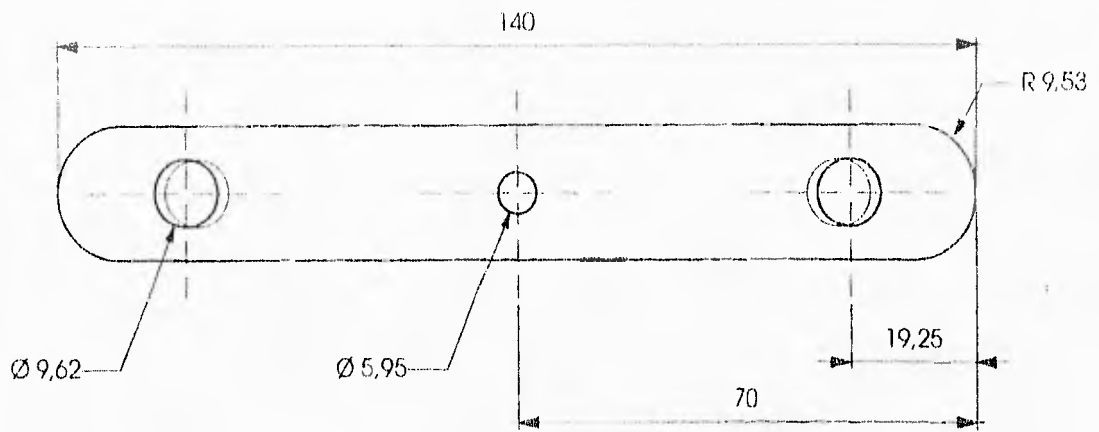
A104

CONSTANTINO LANDA SILVA C.I.D.I. - U.N.A.M.  
 BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros  
 A101-A102-A103-A104



ESC. 1:1  
  
 cotas mm

30  
 5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

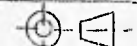
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

A110



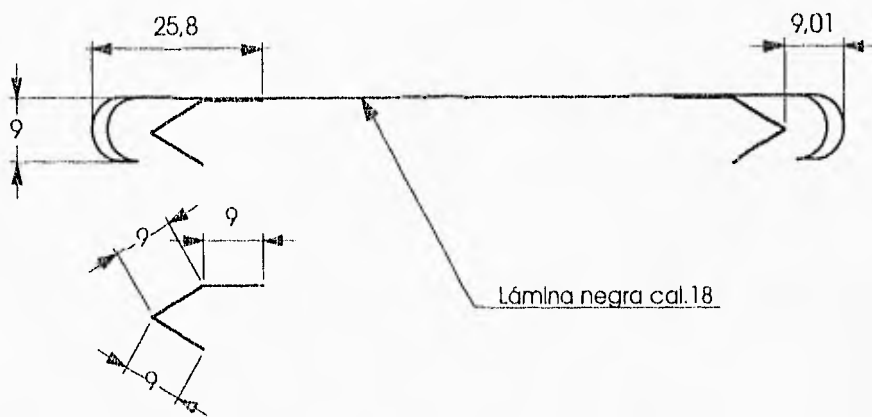
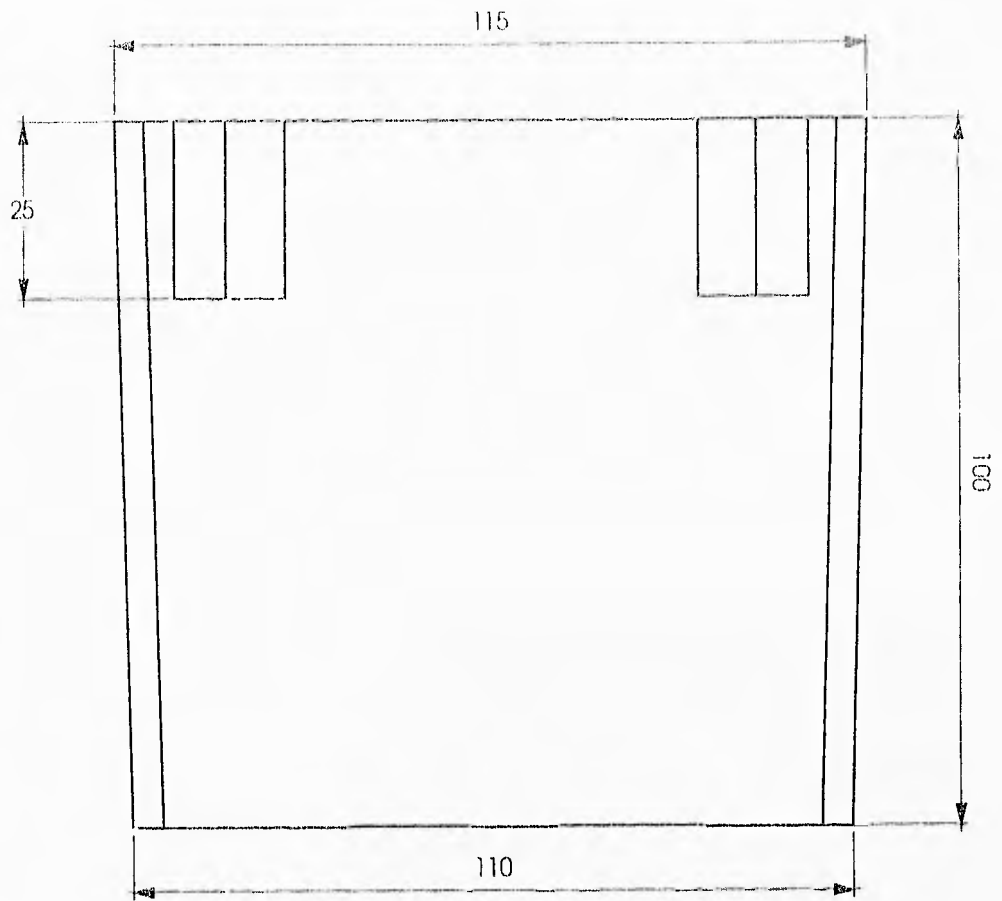
ESC. 1:1



cotas mm

31

5-95



CONSTANTINO LANDA SILVA

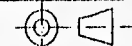
C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

A112



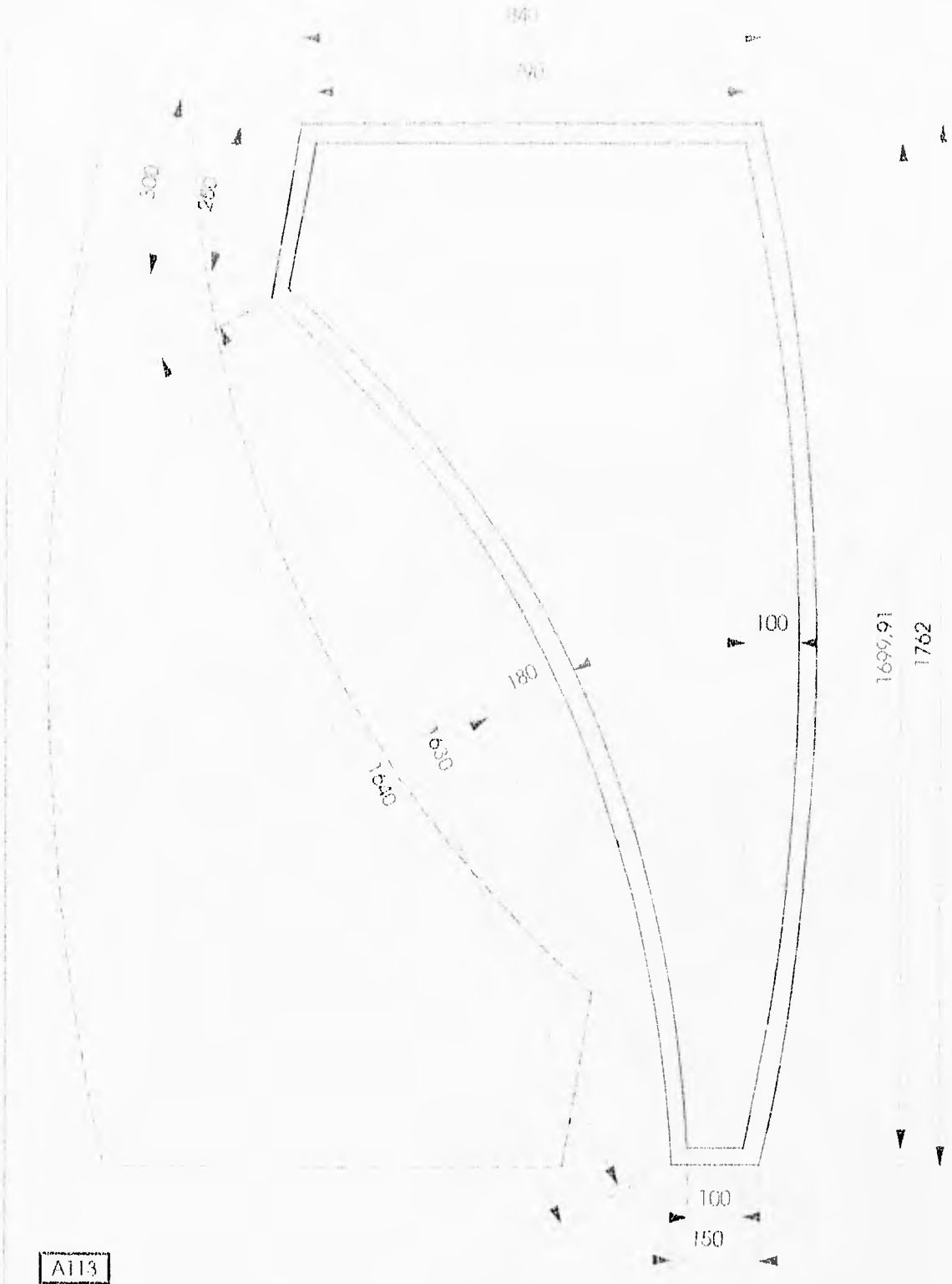
ESC. 1:1



cotas mm

32

5-95



A113

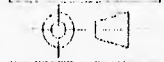
CONSTANTINO LANDA SILVA | C.I.D.I. - U.N.A.M.

BICITAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

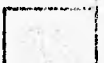
A113



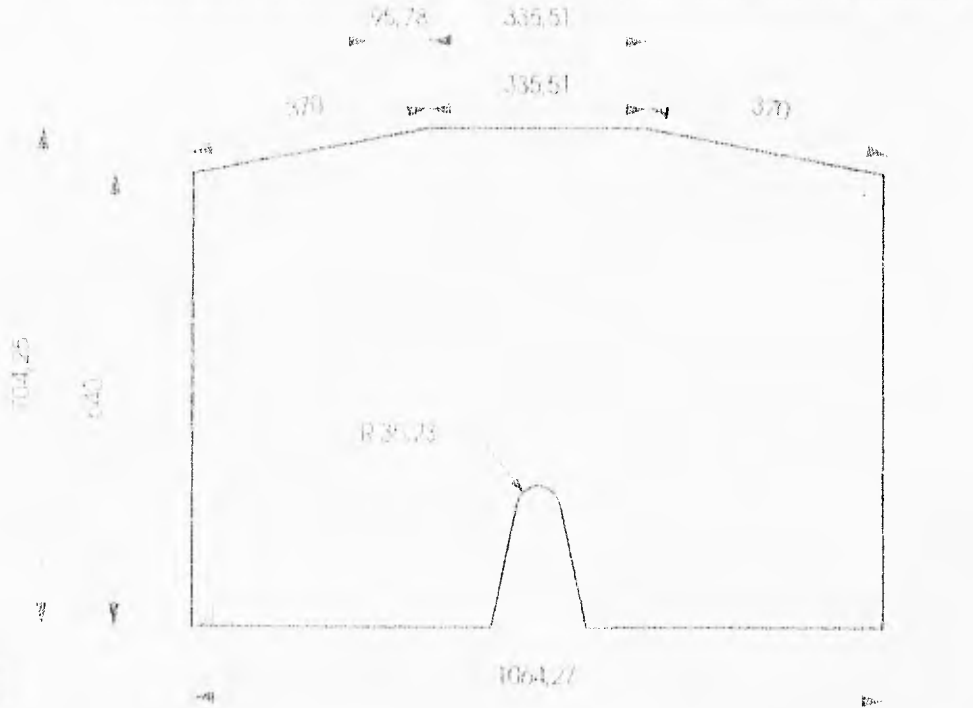
ESC. 1:10



cotas mm



5-95



AIM

CONSTANTINO LANDA SILVA | C.I.D.I. - U.N.A.M.

BRUTAXI. Triciclo para transporte de pasajeros

A114



ESC. 1:10

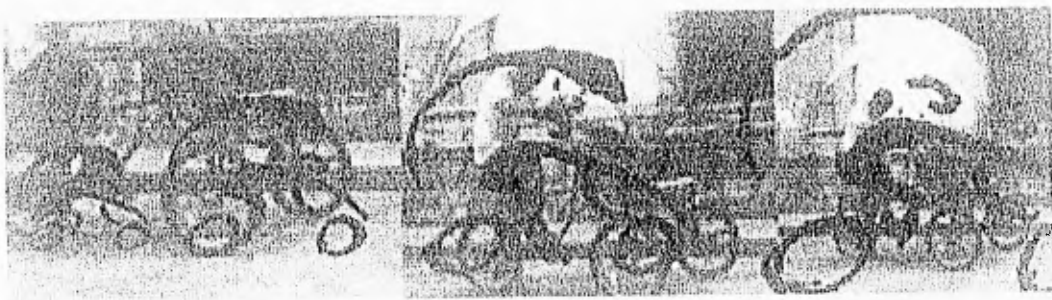


cotas mm

5-95

## ANEXOS

CONCLUSIONES	77
CRONOLOGÍA DEL PROYECTO	85
LINEAMIENTOS OFICIALES	87
CÁLCULOS	91
TERMINOLOGÍA	97
FUENTES DE INFORMACIÓN	99





El entorno del ser humano está formado por el medio natural donde se ubica físicamente, y por el medio social, donde entra en contacto con la historia de otros hombres. Cuando el individuo entra en esa historia cultural se ve rodeado por las creaciones de otros, sus ideas y objetos que, en lo cotidiano, le ayudan a llevar su vida y a integrarse con la sociedad.

## CONCLUSIONES

La sociedad actual, por el tamaño de su población debe ser capaz de producir los satisfactores a gran escala, a través del aprovechamiento de los medios técnicos, humanos y naturales con que cuenta. La activación de este proceso de manera continua debe llevar a un desarrollo que se manifieste en el bienestar de la población, dando un lugar y una tarea a cada individuo.

La labor del hombre creativo es llevar sus ideas a la práctica de manera que participen en el entorno cultural de su momento para integrarse al desarrollo de la sociedad en su conjunto. Si esta obra creativa es un objeto útil, es el resultado de una idea para la satisfacción de alguna necesidad transformada y actualizada por medio del trabajo de un especialista, que es el diseñador industrial.

Pero la diversidad de necesidades humanas hacen que el diseñador industrial deba hacer frente a su labor utilizando un método, que le permita aproximarse al problema, articular posibles soluciones y determinar si está sólo en sus manos dar una propuesta integral.

De no ser así debe acercarse a otras esferas del conocimiento e integrar con otros profesionales una fuerza de trabajo capaz de dar una respuesta más integral.

En el caso del BTX, se aplicó un proceso de diseño para solucionar un problema planteado por la UNAM, a través del Centro para la Innovación Tecnológica, el Movimiento Bicyclero Mexicano y la Empresa Falmex S.A. Además se contó con el apoyo del Instituto de Materiales, el CEDEMIT y la empresa Bennotto.





Los objetivos del concurso eran aplicar el diseño a la solución técnica de un modelo de bicifaxi, que se pudiera producir industrialmente para aplicarlo a un sistema de transporte ecológico y que estuviera fabricado con tubo de Zinalco.

El problema se abordó integralmente y de manera grupal, estudiando los aspectos funcionales y ergonómicos del vehículo, su integración al Centro Histórico de la Ciudad de México como alternativa de transporte y la factibilidad técnica en los procesos de manufactura utilizando el tubo de Zinalco.

Los primeros dos aspectos se analizaron obteniéndose un perfil viable del producto, que tenía definidos ya los planteamientos formales y funcionales de la propuesta. Sin embargo, el tercer factor presentó cierta dificultad, pues se trata de una esfera más alejada del diseño y más próxima a la ingeniería de materiales.

Con poco tiempo y recursos, se hizo una investigación práctica y experimental para formar y soldar el tubo de zinalco, llegando a la conclusión de que las condiciones tan particulares que requiere el trabajo sobre el material, hacían incosteable la fabricación de los prototipos, por lo menos para el concurso de bicifaxis.

Las características físicas del material hacen que se adapte perfectamente a las necesidades de la estructura de un vehículo de este tipo, pero para su aplicación a una fabricación en serie se requiere el completo dominio técnico de cómo debe trabajarse.

Esto supone un paquete tecnológico complejo que integra el trabajo de químicos, físicos y expertos en otras áreas.

Por lo tanto se optó por utilizar materiales y procesos comerciales, para poder llevar el proyecto al plano real a través del prototipo. Un primer prototipo, como es el caso, plantea la dificultad de llevar las ideas del dibujo y del modelo, al tamaño y con materiales reales.





El primer paso para dar este salto fue dibujar las vistas del vehículo a escala real, se le integraron al dibujo los elementos comerciales escogidos y se verificaron en papel los movimientos y dimensiones críticas para el funcionamiento del vehículo. Después se establecieron, hasta donde fue posible, los materiales y procedimientos de fabricación y las características de cada pieza en cuanto a medidas, dobleces, ensambles, etc.

Aunque se utilizó el plano escala 1 a 1 durante la fabricación de las piezas, en algunas ocasiones fue necesario hacer otro tipo de plantillas o patrones para formar, maquinar o ensamblar la estructura, o dar solución oportuna a los problemas de fabricación que no se habían contemplado.

La integración de un equipo de trabajo conformado por cuatro estudiantes que participaran desde el principio, aunque con diferentes proyectos, enriqueció y facilitó esta labor, pudiéndose obtener una respuesta más completa y efectiva.

El resultado del proceso de diseño se puede verificar con el análisis del prototipo. De una importancia fundamental es la funcionalidad, que en la práctica es lo que hace a un objeto más útil que otro. La manera en que el conductor se integra al vehículo para operarlo resultó apropiada y sencilla, pues es muy similar a una bicicleta convencional.

Los ajustes del sillín y del manubrio permiten una variedad de posiciones que se adaptan a la antropometría del operador. Así mismo, el tipo de transmisión con 18 cambios de velocidad permite una respuesta rápida a las diversas situaciones que se presentan durante el uso del vehículo.

Al prescindir de una tijera tradicional en las ruedas delanteras y optando por una unión del eje tipo cantilever con la estructura, se requirió la utilización de frenos de tambor, que con el debido ajuste trabajan adecuadamente, como sucede con los demás equipos. Aunque estos frenos no abundan en el mercado, es posible conseguirlos en lugares especializados.

ESTA SESIÓN NO DEBE  
SER DE LA BIBLIOTECA





Otra ventaja del sistema utilizado en los ejes delanteros, fue la integración de un sistema de amortiguador, que al mismo tiempo y por su posición permitió ajustar los ángulos de caster y carver que permiten una posición diferente de cada rueda delantera al momento de girar con respecto a los ejes horizontal y vertical del vehículo. Esto reduce las fuerzas axiales o laterales que actúan sobre las ruedas, así como el desgaste irregular de las mismas.

Por lo anterior, el sistema de dirección en cuanto al comportamiento de las ruedas presentó un funcionamiento óptimo. Sin embargo, la barra de la dirección, que transmite el giro del manubrio al eje de la dirección, se tuvo que seccionar y unir mediante un cardán o junta universal, para no interferir con el espacio que ocupa el asiento de pasajeros.

Este tipo de unión permite en lugar de una sola flecha, la posibilidad de dos con un ángulo máximo de  $35^\circ$  entre ellas, y presenta por lo regular una pérdida aproximada de  $\pm 5\%$  del movimiento.

Esta pérdida se corrige con la utilización de dos juntas, es decir tres flechas, de manera que cada unión presenta las mismas irregularidades pero de signo contrario, además de que permite un ángulo máximo de  $70^\circ$  entre la flecha de entrada y la de salida.

El juego que representa esta situación en el momento de girar el volante se vió incrementado por un apoyo longitudinal insuficiente de las dos flechas sobre la estructura, teniéndose al final un juego total del manubrio de  $\pm 10^\circ$  aproximadamente. Esta variación no impide la operación del vehículo, pero presenta cierta incomodidad para el conductor.

Otro problema que se observó en la práctica, fué el de los broches de presión utilizados en el asiento de pasajeros. Se propuso este tipo de unión para permitir el desmontaje y limpieza de esta pieza textil, pero el peso de los pasajeros provocó a la larga el desgaste de la tela en los puntos donde se ubicaron los broches.





Esto se podría evitar con refuerzos de la misma tela en el lugar donde se ubican los broches, pero por el estiramiento natural de la tela sería más conveniente combinar los broches con un sistema que permitiera el ajuste de todo el asiento, por ejemplo, mediante cuerdas o cintas. Por otro lado, estos mismos broches aplicados en el cinturón de seguridad funcionarían adecuadamente.

El hecho de hacer un primer prototipo presenta siempre algunas particularidades. En primer lugar se observan las dificultades técnicas reales de la fabricación, así como los detalles no contemplados en las etapas de diseño precedentes. En segundo lugar y con las pruebas que se realizan al prototipo, se descubren otro tipo de problemas como los descritos anteriormente.

Con esta información es posible depurar el diseño y optimizar los costos de producción mediante el uso de escantillones apropiados y la sustitución de partes o materiales.

Sin embargo, el alcance de este proyecto se limita a un primer prototipo que soluciona de una manera particular los requerimientos funcionales, formales y humanos que planteaba el problema original, las modificaciones por tanto dependen de una situación, una población y un capital concretos.

Haciendo una aplicación planificada dentro de un centro urbano se puede contribuir a reducir los problemas de degradación ambiental, de transporte público y de congestionamientos vehiculares, al cerrar sectores de la ciudad al tránsito motorizado.

Por otro lado, se plantea como una alternativa para la generación de empleos, tanto en la fabricación, como en la operación y mantenimiento de las unidades.

De cualquier manera hay que observar que al operar un tricycle dentro de un sistema de transporte local se requiere de un diseño apropiado que se pueda adaptar a las





condiciones físicas del lugar, pero lo que es más importante, se debe integrar con los usuarios, es decir, los pasajeros, los conductores, los vecinos, los comerciantes y también con los fabricantes.

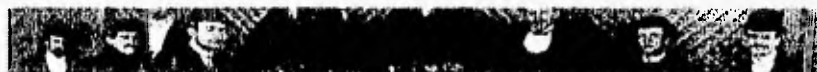
Esto relaciona al mercado del producto muy estrechamente a un lugar con cierta infraestructura y a un evento o actividad en donde la gente necesita trasladarse. La variedad de combinaciones de estos dos elementos implica que un sólo diseño de bicitaxi no puede ser introducido en cualquier situación o población, por lo que un esquema de producción flexible y un rediseño correcto y oportuno puede ser determinante en la exitosa operación de un sistema de transporte de este tipo.

Una escala de producción variable hace factible la fabricación del vehículo ya sea a nivel de un taller o de una pequeña industria que, además de generar empleos en cuanto a la fabricación, mantenimiento y operación de las unidades, podría conformar un paquete tecnológico susceptible de ser exportado al interior de la república o al extranjero.

En cualquier caso, se requiere de una vinculación activa y dinámica entre los diferentes sectores que participan, es decir, las instituciones gubernamentales, las asociaciones civiles, las empresas y los usuarios. Los alcances obtenidos en este proyecto dependieron en buena medida de la vinculación de la parte de diseño con estos sectores mencionados.

Sin embargo, y aunque el resultado es una solución práctica que se puede aplicar para mejorar una situación real, es necesario entender las dimensiones y las raíces de los problemas, que muchas veces están por encima de las capacidades técnicas, económicas o culturales de una sociedad.

En este caso, y como sucede en toda Latinoamérica, se vive la fuerte influencia de una cultura del automóvil, que relaciona de manera distorsionada a los medios de transporte con el concepto de desarrollo. El sueño de una moderna sociedad motorizada, en primer lugar, reprime y oculta una parte





desagradable de la realidad, y en este caso es el reconocimiento de que el transporte motorizado es un placer al alcance de una minoría.

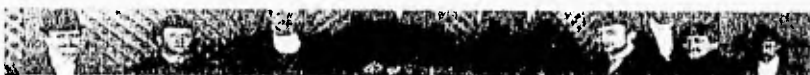
Por ejemplo, de cada 1,000 habitantes sólo 5 son dueños de un automóvil en Haití, 7 en Bolivia, 60 en Brasil y 90 en Venezuela, comparados con 300 en Europa y 500 en los Estados Unidos. De hecho, aunque el transporte público con autobuses es relativamente barato y eficiente, hay mucha gente que no puede pagarlo y se transporta a pie, en mula o en bicicleta.

El sueño de la motorización es también muy costoso. Además de tener un alcance minoritario, consume una cantidad desproporcionada de recursos. Los gastos en caminos y carreteras, el costo de los combustibles y el daño al medio ambiente, hacen cada vez más evidente que una sociedad motorizada no es un sueño democrático, sobre todo al momento de contabilizar los recursos involucrados y sus fuentes.

En general, tanto las personas que utilizan un automóvil como las que se transportan en autobús no están pagando el costo real del transporte. Para que esto fuera así habría que agregarles el costo de construir toda la infraestructura de calles, puentes y semáforos, así como los salarios de todas las personas que mantienen ese sistema, desde los policías viales hasta los que trabajan en la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

Además estos pasajeros tendrían que indemnizar al resto de la población por el ruido que generan, los accidentes que ocasionan y los daños que causan los diferentes tipos de contaminación.

El transporte motorizado podría definirse como el sector formal del transporte, y el hecho de que existe un importante, eficiente y popular sector informal es por lo general ignorado y subestimado. Así, la política en cuanto al transporte, que está fuertemente basada en la motorización, maneja por lo general, estrategias irracionales.





Al existir medios informales de transporte tan baratos y eficientes, deberían ser tomados en cuenta en una política racional del transporte, y ya que los bicicletas y los triciclos son unos de los vehículos más eficientes, deberían jugar un papel mucho más importante en esta política.

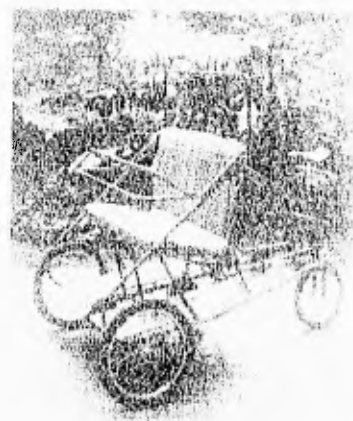




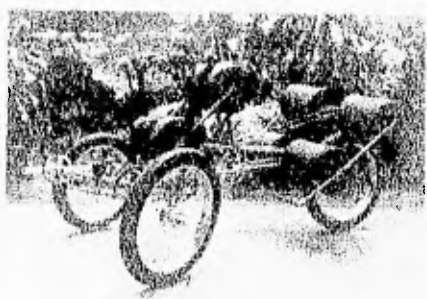
En mayo de 1991 se convocó al personal docente y a los estudiantes de la Universidad de la Habana para analizar el problema de la contaminación ambiental por el uso de motocicletas en la ciudad de La Habana. En mayo de 1991 se convocó al personal docente y a los estudiantes de la Habana para analizar el problema de la contaminación ambiental por el uso de motocicletas en la ciudad de La Habana.

## CRONOLOGIA DEL PROYECTO

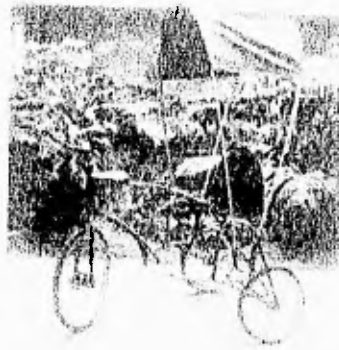
La primera etapa del proyecto consistió en el estudio detallado del problema de diseño, concluyéndose el 15 de marzo de 1992 con la selección de uno de los proyectos presentados que posiblemente podría satisfacer los



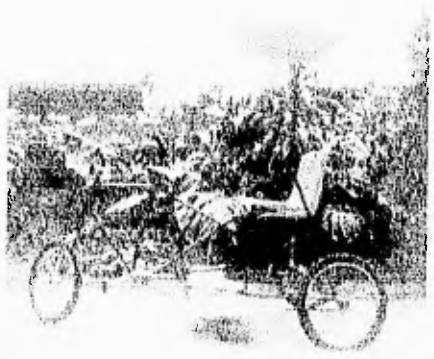
Para esta etapa se presentó un modelo a escala 1:10 y una descripción del vehículo que incluía planos generales, con lo que se estableció el Perfil del producto viable. La realización del modelo así como de simuladores de algunos de los mecanismos fueron determinantes en el logro de los objetivos posteriores.



La segunda etapa concluyó el 24 de septiembre del mismo año con la presentación de los prototipos y una comparación en la que se evaluó con diversas pruebas y mediciones el desempeño de los mismos.



Durante la fabricación de los prototipos, en los talleres de materiales del C.I.D.I., se llevó un cercano seguimiento de los avances por el D.I. Rodolfo Gutiérrez profesor titular de los materiales de diseño VII y VIII quien orientó y coordinó todo el proceso.





En mayo de 1992 se realizaron las pruebas de campo del BIX en la ciudad de Querétaro, una sesión de pruebas selectivas en la que participaron seis diseñadores prototipos.

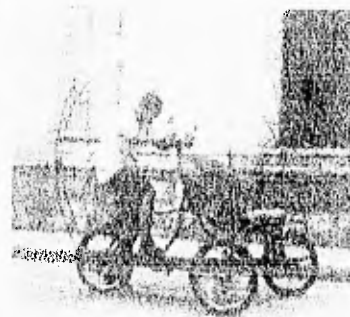


La observación y mediciones enfocaron en diferentes aspectos objetivos como peso, velocidad, frenos, capacidad de carga, maniobrabilidad, etc., y aspectos subjetivos como estética, comodidad, seguridad, etc., que fueron evaluados por varios jueces.

El BIX, tema de este trabajo, resultó ganador de estas pruebas al obtener el mayor puntaje, y después de la competencia todos los modelos fueron presentados en la exposición "Deporte y Tiempo Libre" en el Centro Internacional de Exposiciones del World Trade Center Ciudad de México.



En mayo de 1994 el prototipo del BIX fué enviado a la Ciudad de Oaxaca para participar en un desfile que formó parte de un festival ecológico y cultural promovido por el Gobierno del Estado y por diversas asociaciones civiles.





Tomando como base el documento elaborado por la Coordinación General de Transporte del D.D.F., "Lineamientos Básicos de Confort y Seguridad que Deben Cumplir los Vehículos, para Transporte Público de Pasajeros, Tipo Bicitaxi, que Operen en la Ciudad de México", se evaluaron los diferentes aspectos del diseño del BTX.

## LINEAMIENTOS OFICIALES

En este punto se especifican los parámetros referentes a los componentes de la estructura, sistemas de unión, partes mecánicas, elementos principales y **factor de seguridad**. Este último se define como el cociente de la resistencia de la estructura entre la capacidad de carga y las fuerzas externas a que se somete. Este factor debe ser superior a 1.5, es decir,

Aspectos Estructurales Constructivos y de Diseño

$$n = F_u/F \geq 1.5 \quad \text{donde,}$$

n = Factor de seguridad

F<sub>u</sub> = Fuerza última que resiste la estructura

F = Fuerzas externas (carga y fuerzas dinámicas).

Esto significa que para determinar este factor es necesario encontrar el valor de la fuerza última que resiste la estructura, para lo cual habría que realizar pruebas controladas de resistencia al vehículo. Estas pruebas no se realizaron por tratarse de un modelo único, ya que además de que no es una unidad representativa de un lote de producción o una población de bicitaxis, este tipo de pruebas hubiera dañado estructuralmente al prototipo.

Sin embargo, el factor de seguridad establecido en el enunciado descrito anteriormente, significa que la estructura debe soportar la carga máxima y las fuerzas externas que actúan sobre el vehículo al operarlo en un 150%, y aunque el prototipo no se ha sometido a condiciones normales de operación, sí resistió las diferentes pruebas que se le aplicaron, sin presentar alteraciones o daños estructurales aparentes.

En cuanto al número de componentes y los sistemas de unión, que definen la configuración y construcción de la estructura, se obtuvo un diseño sólido y ligero que cumplió con los requerimientos y objetivos planteados específicamente en el proceso de diseño.





En lo referente al toldo, asientos del conductor, alantarras, espejos retrovisores y manillares, se cumplió con los requisitos tanto de comodidad, seguridad y ajuste de insumos.

En lo que se refiere al asiento de pasajeros, se cumplieron los rangos de las dimensiones especificadas, excepto el ancho total, establecida como de 450 mm para asiento individual o 1250 mm para tres usuarios.

En este caso se solucionó con una dimensión de 1120 mm, y con una configuración del respaldo en la que el pasajero central está alineado con el eje longitudinal del vehículo, y los pasajeros sentados en los extremos del asiento presentarían una orientación de casi 30° con respecto al mismo eje.

Esto permite que el espacio para caderas sea de 373 mm para cada usuario, y ya que no existen elementos que limiten el espacio para hombros se puedan acomodar los tres pasajeros aunque no se encuentren alineados.

En lo que se refiere al cinturón de seguridad, se podría decir que se solucionó con cuatro puntos para todos los pasajeros, aunque en el caso de tener tres, los de los lados tienen una sujeción pélvica y torsal, mientras que el pasajero central tiene únicamente la sujeción pélvica.

Otros aspectos del asiento de pasajeros como son el acoplamiento, la intercambiabilidad y las condiciones de limpieza, están contemplados en la solución adoptada para cumplir con los requisitos de comodidad, seguridad y conservación de la unidad.

Un aspecto que no se cumplió fue la inclusión de protecciones sobre los elementos mecánicos móviles, es decir, cadena de transmisión y barra de dirección, que no se consideró necesario por la ubicación y configuración integral que se les dio.

Así mismo se establece la necesidad de contar con un área para portabultos, con una capacidad de 40.000 cm<sup>3</sup> como mínimo, o el equivalente de un espacio de 80 x 30 x 16 cm, aproximadamente. Este espacio estaba previsto para ubicarse bajo el asiento de pasajeros sobre losfiermentos transversales





del chasis delantero, pero no se le dió una solución oportuna por lo que no se incluyó.

En lo referente a lámparas y reflejantes, se tomaron en cuenta éstos últimos, y se consideró la inclusión de lámparas eléctricas como equipo opcional. Las salpicaderas, tolvas o cubrepiernas y el piso, no se tomaron en cuenta por la configuración particular del vehículo.

El aspecto más importante que no cumple el BTX es el que se refiere a la visibilidad, en el que se establece que el puesto del conductor deberá localizarse al frente de la unidad. Sin embargo, si se tomó en cuenta como un aspecto fundamental que determinó la configuración, ubicación y dimensiones de los asientos del conductor y de los pasajeros.

#### Aspectos Funcionales

Así mismo se consideró, por cuestiones operativas, que el campo visual del operador debía incluir el asiento de pasajeros, y que la posición del conductor en la parte posterior no debería afectar las condiciones de control y maniobrabilidad del vehículo, que dependen específicamente de los sistemas involucrados.

En lo referente a amortiguamiento, frenado, condiciones de desplazamiento y ganancia mecánica, también se satisficen las necesidades con las soluciones de los sistemas específicos.

Las condiciones aerodinámicas con las que se busca disminuir el esfuerzo físico del conductor en lo que se refiere a la resistencia que la masa de aire opone al movimiento, se consideró secundario por las condiciones de operación y velocidad a las que se sometería el vehículo.

Sin embargo, el único elemento que se opone a este factor es el asiento de pasajeros, cuya área frontal es la que puede presentar mayor resistencia.

Las especificaciones de estabilidad, llantas, asideras, aristas muertas y superficies antirreflejantes, se resolvieron adecuadamente dentro del diseño integral del vehículo, su configuración y sus acabados.

#### Aspectos de Seguridad.





La disposición de incluir una defensa con mandíbula como parte del equipamiento de seguridad, con una altura mínimo de 180 cm., se consideró sustitutable por el toldo integrado al vehículo, que además de contar con un área visible mucho mayor que la del banderín, se localiza a una altura de 205 cm.

El BIX consiste de una defensa como tal, sin embargo la estructura integral contempla una protección para la rueda trasera y unos estribos para el asiento delantero. Estos elementos se consideraron suficientes para una operación de las unidades en condiciones razonables, ya que el mezclar el tránsito automático y de tracción humana se juzgó inconveniente.

En cuanto a los aditamentos del conductor y al limbre o bocina, por considerarse ajenos a la estructura y configuración del vehículo, se contemplaron como opcionales y como responsabilidad del operador pues son accesorios para dar seguridad al mismo durante la operación (casco protector, anteojos, guantes, chaleco o impermeable).

#### Aspectos Tecnológicos

En este punto se establecen algunos parámetros generales sobre los acabados de todos los componentes, el tipo de pintura, la instalación de un sistema eléctrico y las consideraciones en el diseño que faciliten la aplicación del mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la vida útil, la protección a la intemperie y al impacto, el funcionamiento y la operación de la unidad.

Se considera que estos aspectos se cumplen apropiadamente en el BIX o que se pueden adaptar sin dificultad como en el caso del cotar.

#### Aspectos de Señalización

En este apartado se establecen y describen elementos demasiado específicos de señalización, información y publicidad para el modelo actual de biciflaxi, o ciclaux, por lo que se pueden adaptar soluciones especiales para diferentes modelos.





La bicicleta y los triciclos son medios de transporte que utilizan, como insumo energético, el trabajo que un ser humano es capaz de suministrar, con los músculos más fuertes del cuerpo, los de las extremidades inferiores. Este trabajo se realiza mediante un movimiento circular y una velocidad de entre 20 y 80 revoluciones por minuto (rpm), de acuerdo a la naturaleza de la persona.

## CÁLCULOS

El trabajo muscular se transmite tan eficientemente al sistema que andando en una bicicleta se consumen alrededor de 150 calorías por kilogramo por kilómetro, mientras que al caminar se consumen unas 750 calorías. El aumento de la eficiencia en el consumo de energía se debe a que al caminar se ponen en movimiento muchos huesos y músculos, lo que consume muchas más calorías que cuando se está sentado realizando un movimiento rotatorio con los pies.

Por lo anterior, el sistema es un mecanismo capaz de realizar un trabajo, que en el caso del triciclo se utiliza para vencer la resistencia al movimiento, obteniéndose una velocidad; esto se expresa con la siguiente ecuación:

$$WN = VF, \text{ donde:}$$

- W = Potencia transmitida a los pedales (vatios)
- N = Eficiencia mecánica de la transmisión
- V = Velocidad del vehículo (m/seg)
- F = Fuerzas que se oponen al movimiento

Las fuerzas que reaccionan contra el movimiento del triciclo son de cuatro tipos:

Se origina en el contacto de las llantas con el suelo y depende del peso y del coeficiente de resistencia al rodamiento.

### i) Resistencia al rodamiento.

$$F1 = MgR, \text{ donde:}$$

- M = Masa total (kg)
- g = Aceleración de la gravedad (9.8 m/seg<sup>2</sup>)
- R = Coeficiente de resistencia al rodamiento





ii) Resistencia a subir pendientes.

En este caso hay que trabajar en contra de la atracción de la gravedad, por lo que la fuerza que hay que vencer es función del porcentaje de la pendiente y del peso total.

$$F2 = M g s/100, \text{ donde:}$$

$s$  = Pendiente o porcentaje de inclinación

iii) Resistencia a la aceleración.

Esto es consecuencia de la segunda ley de Newton, y depende de la masa y de la magnitud de la aceleración.

$$F3 = M a (1 + L/M), \text{ donde:}$$

$L$  = Masa efectiva de la llanta

iv) Resistencia del aire.

Esta fuerza se dirige en dos sentidos, por un lado la fricción entre el aire y el vehículo, y por otro, la que se genera debido a que el conductor ejerce una aceleración con cierta área frontal de contacto.

$$F4 = 0.5 ADd (V + B)^2, \text{ donde:}$$

$D$  = Coeficiente de arrastre aerodinámico

$A$  = Área frontal de contacto (m<sup>2</sup>)

$d$  = Densidad del aire (1,226 a 15 grados C<sup>o</sup>) (kg/m<sup>3</sup>)

$B$  = Velocidad del Aire contra el movimiento (m/seg<sup>2</sup>)

$V$  = Velocidad del vehículo (m/seg)

Sumando las fuerzas y sustituyendo en la primer ecuación, se obtiene:

$$W N = V (F1 + F2 + F3 + F4)$$

$$W N = V (MgR + Mgs/100 + Ma(1+L/M) + 0.5ADd(V+B)^2)$$

Al despejar la potencia se obtiene:

$$W = V (MgR/N + Mgs/100N + Ma(1+L/M)/N + 0.5ADd(V+B)^2/N)$$

$$W = V (K1M + Mg(s/100 + a(1+L/M)/g)/N + K2(V+B)^2),$$

donde:  $K1 = Rg/N$  y  $K2 = 0.5ADd/N$





Esta ecuación relaciona la potencia que suministra el operador ( $W$ ) con la velocidad que se puede alcanzar ( $V$ ), la masa que se puede transportar ( $M$ ), la inclinación de la pendiente que se puede subir ( $s$ ) y la aceleración que se puede imprimir ( $a$ ) para diversos valores de la velocidad del aire ( $B$ ).

Si se toman en cuenta los siguientes valores para las incógnitas en los tres casos previstos: BTX, bicicleta de montaña y bicicleta de carreras, se puede hacer una comparación en la eficiencia de las tres máquinas, en función de la velocidad alcanzable, el peso transportable y la pendiente a subir.

Variable	Carrera	Montaña	BTX
A. Área frontal	0.33	0.5	2.0
D. Coeficiente de arrastre aerodinámico	0.9	1.2	1.5
R. Resistencia al rodamiento	0.003	0.008	0.012
N. Eficiencia de transmisión	0.95	0.95	0.95
$K1 = Rg/N$	0.031	0.082	0.123
$K2 = 0.5DAc/N$	0.191	0.387	1.935
M. Masa del vehículo	6.0	15.0	40.0

Si suponemos que el suelo es plano y que el aire está en calma, es decir,  $s = 0$  y  $B = 0$ , la ecuación se simplifica de la siguiente forma:

$$W = V/N (MgR + Ma (1+L/M))$$

Ahora bien, si consideramos que el operador del vehículo puede mantener un suministro de 75 vatios por períodos largos de tiempo sin fatigarse, aunque puede aportar hasta 300 vatios por un espacio pequeño de tiempo, podemos fijar la potencia  $W$  y despejando la masa  $M$  se obtienen las cargas que se pueden mover en función de la pendiente, la velocidad y la aceleración.

$$M = \frac{W - K2 (V+B)^2}{V (K1+g/N(s/100+1.01a/g))}$$





Y si además se considera  $\alpha = 0$ , la fórmula se reduce a:

$$M = \frac{W \cdot K_2(V+B)^2}{VK_1 + V_{c3}/N100}$$

Hasta ahora se ha considerado al vehículo como un todo para los cálculos de eficiencia, sin embargo, el sistema de la transmisión determina el llamado desarrollo de la bicicleta. Se trata del espacio que recorre el vehículo cuando los pedales dan una vuelta completa y se expresa con la siguiente fórmula:

$$D = \pi \cdot d \cdot n1/n2 \quad \text{donde:}$$

D = Desarrollo

n1 = Dientes en la rueda dentada del multiplicador

n2 = Dientes en la rueda libre

d = Diámetro de la rueda trasera

En el caso de este bicitaxi, se tiene un multiplicador triple con 28, 38 y 48 dientes, una rueda libre de seis pasos con 14, 16, 18, 22, 26 y 30 dientes, y una rueda trasera de 508 mm de  $\phi$  (20"), de donde se obtiene un perímetro de 1595.9 mm. Este perímetro multiplicado por el valor de  $(n1/n2)$  da como resultado el desarrollo.

	14	16	18	22	26	30
48	(3.42)	(3.0)	(2.66)	(2.18)	(1.84)	(1.6)
	5457.9	4787.7	4245.0	3479.0	2936.4	2553.4
38	(2.71)	(2.37)	(2.11)	(1.72)	(1.46)	(1.26)
	4324.8	3782.2	3367.3	2744.9	2330.0	2010.8
28	(2.0)	(1.75)	(1.55)	(1.27)	(1.01)	(0.93)
	3191.8	2792.8	2473.6	2026.7	1707.6	1484.1

La velocidad de rotación que adquiere la rueda trasera también depende de la relación de las catarinas, es decir:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{r1}{r2} \quad \text{donde:}$$





r1 = Velocidad rotacional de los pedales (rpm)

r2 = Velocidad rotacional de la rueda libre (rpm)

Pero la velocidad de rotación que se imprime en los pedales requiere una potencia que se expresa como:

$$W_s = \frac{2 \pi g F r_1 L}{6000} \quad \text{donde:}$$

W<sub>s</sub> = Potencia suministrada (vatios)

F = Fuerza ejercida sobre el pedal (kg)

L = Radio de giro del pedal (cm)

De esta manera la potencia generada en la rueda trasera aumenta a medida que el desarrollo disminuye. Esta es la ventaja que permite al operador, por medio de los cambios de velocidad, adaptarse a las necesidades de carga y pendiente que se le presentan.

Por ejemplo, si el vehículo está quieto y tiene 2 pasajeros a bordo, se necesitará mucha potencia para el arranque y poca velocidad, que se logra con una relación pequeña (cercana a 1), o sea una catarina pequeña en los pedales y la más grande en la rueda libre. Este desarrollo pequeño, permite iniciar el movimiento con menos esfuerzo, aunque con más vueltas de los pedales.

En el caso de una pendiente, también es necesario reducir la relación para obtener la potencia necesaria para contraponerse a la fuerza de la gravedad.

Por otro lado, si el vehículo está en movimiento y lo que se desea es incrementar la velocidad, se debe aumentar la relación de manera que se tenga una rueda dentada grande en los pedales y una chica en la rueda libre. Esta relación aumenta el desarrollo que se obtiene con una revolución de los pedales, ya que aprovecha la inercia de la masa en movimiento reduciendo el esfuerzo.





Para entender la función de los frenos se deben identificar nuevamente las diversas fuerzas que se originan al frenar:

F3 es la fuerza de fricción que tiende a desacelerar el trazo; F4 es la inercia del movimiento; la unión de estas dos fuerzas hace que la rueda trasera tienda a despegarse del suelo (F2) y que la mayor parte del peso carga sobre las ruedas delanteras (F1) aumentando esta fuerza.

De aquí se puede concluir que si sólo se contara con el freno trasero, por muy eficiente que este fuera, no se puede detener muy rápidamente, pues aunque la rueda trasera se frenara totalmente, la fricción con el piso es menor que en las ruedas delanteras.

Es mejor tener frenos en las tres ruedas, pero como se corre el riesgo teórico de reducir F2 a 0 y el vehículo de vuelca al frente, se colocó el peso de los pasajeros por detrás del eje delantero, obteniéndose un eficiente sistema en el que el peso del operador funciona como una palanca complementaria para aumentar F2.

Otra consideración importante es la que se refiere a las llantas y su funcionamiento de acuerdo a su diámetro y a la presión interior del aire. Se ha encontrado experimentalmente que:

$$F = K \times L \times W \quad , \text{ donde:}$$

F = Fuerza que se opone al rodamiento.

K = Constante.

L = Longitud de la llanta en contacto con el suelo (en condiciones de uso)

W = Peso sobre la llanta.

D = Diámetro.

Esto significa que una llanta va a rodar más fácilmente si tiene un mayor diámetro y una alta presión, ya que al aumentar la presión disminuye la superficie de la llanta en contacto con el suelo.





## TERMINOLOGÍA

Estudio o tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano.	Antropometría
Teoría o estudio de las fuerzas mecánicas en los organismos vivos.	Biomecánica
Período de planeación tan corto que la empresa no puede variar las cantidades de algunos de los recursos que usa. Por lo general es el tiempo durante el cual la empresa no puede cambiar su tamaño de planta.	Corto plazo
Son los costos de los recursos fijos utilizados por una empresa a corto plazo.	Costos fijos
Los costos de los recursos variables usados por una empresa, tanto a corto como a largo plazo.	Costos variables
Estudio que busca optimizar el trabajo del cuerpo humano a través de la interrelación con su entorno, las máquinas y los objetos.	Ergonomía
Regla, plantilla o patrón que sirve para trazar las líneas y fijar las dimensiones según las cuales se han de labrar las piezas en diversos artes y oficios mecánicos.	Escantillón
Operación que consiste en forzar una masa de metal líquido o materia plástica a través de una matriz para que tome la forma deseada.	Extrusión
Es la relación física y técnica entre las cantidades de los insumos de recursos de una empresa y las cantidades de su producción de bienes o servicios por unidad de tiempo.	Función de producción
Período de planeación bastante largo para que la empresa pueda variar las cantidades de todos los recursos que utiliza.	Largo plazo
Rueda pequeña y dentada que engrana con otra mayor en una máquina.	Piñón





- Principio del costo de oportunidad** Principio que expresa que el fundamento del costo de producir una unidad de cualquier bien o servicio, es el valor de los insumos necesarios para producir ese artículo en su mejor uso alternativo.
- Producto marginal de un recurso** Es el cambio en la producción total de una empresa provocado por el cambio de una unidad en el nivel de empleo del recurso, manteniendo constantes las cantidades de los otros recursos.
- Recursos fijos** Son los recursos de una empresa cuya cantidad no puede cambiar a corto plazo.
- Recursos variables** Son los recursos que utiliza una empresa y cuya cantidad puede cambiar tanto a corto como a largo plazo.
- Tándem** Bicicleta para dos personas, en la que se sientan una tras otra, y que está provista de pedales para ambos.





## FUENTES DE INFORMACIÓN

HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA. T. K. Derry, Trevor I. Williams.  
Volumen I. Siglo Veintiuno Editores. 10ª edición. 1987.  
México.

EUREKA I. Eduard de Bono.  
Editorial Thames & Hudson. 1974. Londres

LA BICICLETA Y LOS TRICICLOS. Ricardo A. Navarro, Urs Heierli,  
Victor Beck. Coedición SKAT / CESTA / GATE / CETAL. 1985.  
Santiago de Chile.

DIBUJO INDUSTRIAL. A. Chevallier.  
Editorial Montaner y Simón. 1979. Barcelona.

SISTEMA DE PRECIOS Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS. R. H.  
Leftwich, R. D. Eckert.  
Mc.Graw Hill. 9ª edición. 1992. México.

MICROECONOMÍA. Steven T. Call, William L. Holahan.  
Grupo Editorial Iberoamericano. 1990. México.

PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 1995-2000.  
Departamento del Distrito Federal. Secretaría de  
Transporte y Vialidad. 1995. México.

LINEAMIENTOS BASICOS DE CONFORT Y SEGURIDAD QUE DEBEN  
CUMPLIR LOS VEHICULOS, PARA TRANSPORTE PUBLICO  
DE PASAJEROS, TIPO BICITAXI, QUE OPEREN EN LA CIUDAD  
DE MEXICO. Coordinación General de Transporte. D.D.F.

MANUAL DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA VEHICULOS  
QUE CIRCULAN EN EL DISTRITO FEDERAL. C.G.T.-D.D.F.

BICICLETAS. La experiencia india. Estudios sobre fabricación  
en pequeña escala. Nº 1. Organización de las Naciones  
Unidas para el Desarrollo Industrial. 1970. Nueva York.

Centro para la Innovación Tecnológica, Instituto de Materiales,  
CEDEMIT y CIDI, de la UNAM. México. Centro de las Naciones  
Unidas para los Asentamientos Humanos. HABITAT. Empresa  
Falmex-Galvotex S. A., y Empresa Benotto. México.

