



# **Tesis de grado en Diseño Industrial**

## **Gonzalo Trasotero**

noviembre 2012

**“TRANSPORTE PERSONAL A PEDAL, ASISTIDO POR MOTOR ELÉCTRICO”**







# TABLA DE CONTENIDO



|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
| <b>5</b>  | Resumen                               |
| <b>6</b>  | Introducción                          |
| <b>7</b>  | Motivaciones y estructura del informe |
| <b>8</b>  | Definición del problema               |
| <b>9</b>  | Objetivos                             |
| <b>14</b> | Tendencia                             |
| <b>16</b> | Relevamiento                          |
| <b>18</b> | Referencias                           |
| <b>20</b> | Requisitos                            |
| <b>21</b> | Investigación focalizada              |
| <b>25</b> | Ergonomía                             |
| <b>27</b> | Impacto ambiental                     |
| <b>29</b> | Tecnología                            |
| <b>31</b> | Primeros bocetos y conceptos          |
| <b>32</b> | Alternativas                          |
| <b>39</b> | Alternativa seleccionada              |
| <b>41</b> | Producto final                        |
| <b>51</b> | Construcción del prototipo            |
| <b>55</b> | Conclusiones                          |
| <b>57</b> | Apéndice                              |
| <b>59</b> | Anexo                                 |
| <b>61</b> | Fuentes de información                |



# RESUMEN

Se presenta en este informe el trabajo realizado por Gonzalo Trasotero desde principios del 2010 hasta finales del 2012 con el fin de graduación de la Escuela Universitaria Centro de Diseño de Montevideo, Uruguay. Se describen de manera concisa todas las etapas del proyecto deteniéndose en cada una de ellas con la argumentación correspondiente.

# INTRODUCCIÓN

Este proyecto de Tesis tiene como objetivo poner a prueba los conocimientos teóricos recabados durante los años de estudio en la Escuela Universitaria Centro de diseño. Se han puesto en práctica dichos conocimientos para finalizar con la entrega de un producto de diseño que cumpla con los estándares necesarios para la graduación. A continuación adjunto la Carta de Tesis presentada en abril del 2010 a modo de introducción al tema.

Montevideo, 23 de abril de 2010  
Director del Centro de Diseño Industrial  
D. I. Daniel Bergara

*Presente*

*Pongo en conocimiento mediante esta carta, mi intención en comenzar a realizar el proyecto de Tesis con la finalidad de obtener el título de Diseñador Industrial.*

*Describo brevemente a continuación los lineamientos generales del proyecto llamado Transporte Personal Asistido:*

*Se trata de un medio de transporte primario de usos variados, propulsado por una persona mediante pedal y asistido cuando sea necesario, por algún tipo de motor eléctrico.*

*La necesidad de desplazarse ha derivado en la invención de una infinidad de medios de transporte. Una gran cantidad de ellos utilizan hoy combustibles fósiles como fuente de energía, algo que ha contribuido por muchos años al deterioro ambiental. Se concluye entonces una gran necesidad de sustitución de esos medios por alternativas menos violentas con el medio ambiente que permitan su utilización diaria y así de a poco ir transformando nuestra manera de movernos. Su funcionamiento a tracción humana mediante pedales hace posible la ejercitación con sus conocidos beneficios, tan necesarios en algunas poblaciones demasiado sedentarias. Una adecuada ergonomía hará posible desplazarse por necesidad o deporte con poco esfuerzo en cortas y medias distancias. La asistencia del motor eléctrico proveerá energía extra para movilizarse sin dejar de ser un transporte a pedal.*

*La motorización eléctrica es hoy una opción real y utilizada en muchos transportes, pequeños o grandes y el rendimiento de las baterías hace posible cada vez mayores desplazamientos. Es por lo tanto una tecnología existente y aplicable.*

*Este proyecto apunta a mejorar la eficacia del transporte primario manteniendo saludable el usuario y el medio en que vive, mediante:*

*La disminución del consumo de combustibles derivados del petróleo utilizados para el transporte.*

*La compatibilización con el uso de energías renovables hoy existentes.*

*La motivación de poblaciones a realizar ejercicio para transportarse, mejorando la calidad de vida de las personas.*

*Esta propuesta surge de apreciar la necesidad de disminuir impacto ambiental en situaciones cotidianas en conjunto con un interés personal por el desarrollo de medios de transporte. Por tal motivo propongo la tutoría del D.I. Pablo D'Angelo de quien adjunto información correspondiente\*.*

Gonzalo Trasotero  
Estudiante  
098 731 733  
g.trasotero@yahoo.com

# MOTIVACIÓN Y ESTRUCTURA DEL INFORME

## **Personal**

Como indica la carta en breves líneas, la motivación personal para este proyecto tiene dos facetas.

Una se trata de la preocupación y necesidad de participar activamente en las actitudes diarias que tenemos que atacan contra el medio en que habitamos. Es difícil conjugar el desarrollo y el progreso con el bajo impacto ambiental y es un reto poder influir positivamente sobre tal situación.

La otra es mucho mas personal y es el interés propio por desarrollar un medio de transporte. Muchas inquietudes acerca del éxito o no de los distintos medios, los beneficios reales de cada uno, las modas, sus entornos y su influencia.

La conjunción de estos motivos es la primera justificación para iniciar este proyecto.

## **Estructura**

La estructura de este informe se corresponde con las metodologías utilizadas para su desarrollo. Se tomaron como guía dos metodologías existentes: uno es el Método de resolución de problemas de Bruno Munari y el otro es el Método proyectual de Gui Bonsiepe\*. Estos comparten una estructura central y difieren en ciertos detalles de algunas fases por lo que se utilizaron de manera alternada complementando actividades de sus fases correspondientes entre ellos. Estos métodos fueron utilizados en muchas ocasiones a lo largo de la carrera siempre de forma independiente. Hoy considero valioso el hecho de aprovechar su compatibilidad y poder fusionarlos para lograr mejores resultados. Por este motivo el informe no está dividido en capítulos que correspondan estrictamente con los pasos de cada método, si no que se divide en etapas que contienen de manera implícita dichos pasos.

\* adjuntos en el anexo



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

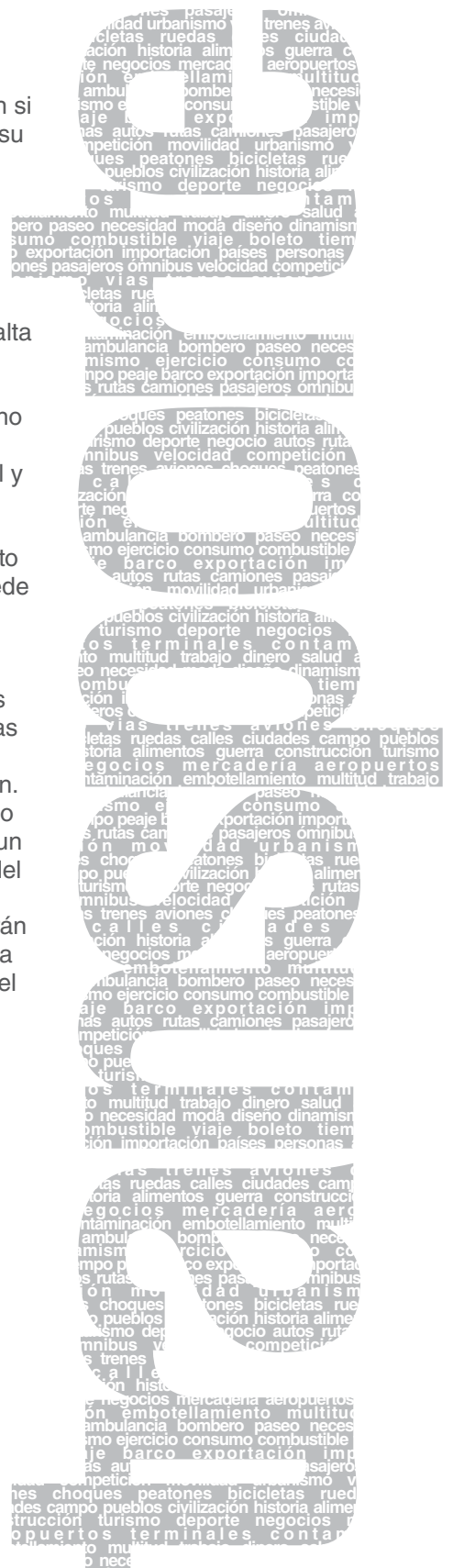
## Definición del macro-problema

El problema a nivel macroestructural es el transporte en sí mismo. Una actividad que acompaña al hombre desde su inicio y que ha ido transformándose de acuerdo a las necesidades y posibilidades de cada sociedad. Una actividad que se realiza para obtener beneficios y que como todas genera en cualquier caso, un gasto, sacrificio o efecto adverso. La palabra misma indica correctamente de que se trata dicha actividad (del latín trans, "al otro lado", y portare, "llevar") y no hace falta más explicación sobre ello. Sin embargo esta actividad hoy alcanza un alto nivel de complejidad si se tiene en cuenta la cantidad de actividades que involucra cada uno de los medios existentes para llegar a ser utilizado por una persona. Actividades de tipo económico, ambiental y social de gran importancia e influencia. No se puede concebir una sociedad sin transporte, por lo que la atención de este problema no caduca y se potencia junto con el desarrollo de nuevas tecnologías, cosa que sucede cada vez con mayor velocidad.

Todo el tiempo se generan nuevas alternativas de las cuales, algunas se popularizan y otras fracasan, ambas por motivos tan distintos como propuestas existan. Todas son propuestas acordes a épocas, posibilidades e intereses que la enmarcan y esta no será una excepción. Todas son condicionantes variables a lo largo del tiempo por lo que considero este proyecto como una pieza de un proceso infinito y no como un producto final resolutivo del problema. Una pieza coherente con la realidad de hoy. Las sociedades tales como la que nosotros vivimos serán las que acoten los diferentes proyectos y es con la suma de proyectos que se va delineando el funcionamiento del transporte en general. Aquí se genera la inquietud de contribuir con este sistema del que somos parte, con la intención de mejorar en todos los aspectos posibles.

## Definición del problema

Dado que el transporte en sí es inabarcable como problema, acotamos y focalizamos esfuerzos en el transporte de personas y eventualmente objetos en un medio urbano o semiurbanizado atendiendo específicamente recorridos de cortas y medianas distancias. Basandonos en esta acotación se desarrollan los siguientes objetivos generales a cumplir.



# OBJETIVOS

## OBJETIVOS GENERALES



**Desintoxicar las vías de tránsito sustituyendo vehículos de mayor impacto en todos los casos posibles para el diseño planteado.**

Se estima alcanzar los 1000 millones de vehículos en circulación en el mundo, para el año 2020 lo que indica 1 vehículo cada 7 habitantes incluso distribuidos de manera muy poco homogénea. Solo en el aspecto físico del tema se genera un grave problema en las grandes urbes. No existe espacio para que todas las personas circulen en automóviles. No es una situación utópica si no una realidad de hoy en ciudades grandes de países como China o Brasil. La velocidad del transporte decae ridiculizando el medio por lo tanto es necesario ofrecer más alternativas que permitan transportarse sin contribuir a dicho problema.

**Promover el ejercicio físico como forma de transporte.**



Existe una gran cantidad de personas que carecen de actividad física alguna por muy diferentes motivos que no viene al caso distinguir aquí. Existe una población más vulnerable a enfermedades como la obesidad, problemas cardíacos e inclusive inconvenientes sociales. Se intenta con la propuesta motivar a esta parte de la población a utilizar este transporte y gozar de sus beneficios, incluyendo el mismo dentro de una rutina laboral, deportiva u otra.



**Compatibilizar el transporte con la generación de energías del tipo renovable, asumidas hoy como de menor impacto ambiental.**

Aunque se confirma ya la llegada a la máxima producción mundial de petróleo de la historia hace unos años, lo que indica que comienza el decaimiento productivo que culminará en escasez y posterior extinción, las sociedades siguen siendo dependientes de tal combustible subordinando el desarrollo de alternativas que permitan continuar la existencia tomando estas como objeto novedoso pero no rentable. Más del 95% del transporte mundial funciona con combustibles derivados del petróleo. Es oportuno comenzar a transformar nuestras fuentes de energía y para ello adecuar los medios de transporte de manera progresiva. A modo de ejemplo podemos decir que en nuestro país se destina más de un 30% de la energía total utilizada, solo en transporte, cifra casi equivalente a la del consumo residencial y superior al de la industria.

Se podrán instalar aparatos de generación particulares para consumo propio o venta, con emprendimientos del tipo eólico, solar, biomasa y mini-hidráulico. Entonces no parece correcto plantear un medio de transporte que esquite la mirada a este tipo de progresos. Debe funcionar con un sistema energético actual y con cualquiera de los que están hoy en marcha en bajo porcentaje e incluso aquellos aún no implementados.



### **Disminución de la contaminación ambiental.**

Objetivo muy ligado al anterior debido a que el impacto del transporte no es solo el que produce al desplazarse, si no también

el provocado por su fuente de energía y si vamos mas allá aún, el de su proceso de producción. Pero me detengo en el impacto directo, que es quizás el mas conocido y divulgado. Particularmente hablo del calentamiento global, este efecto al que se llegó tras años de liberación de dióxido de carbono a la atmósfera y que es un problema creciente que aunque se tomen medidas no parece tener mejorías en cifras. La situación ambiental parece dar un mensaje claro de que se deben crear transportes sin emisiones nocivas a mediano o largo plazo.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

### **Aumento de distancias recorridas.**

Las distancias medias recorridas en bicicleta a pedal pueden ser superadas gracias a la asistencia del motor. Aquellas personas que descartan este medio de transporte por distancia, repechos, viento excesivos para pedalear, lo podrán realizar con mucha menor dificultad, aumentando así su popularidad en territorios más desfavorables.



### **Posibilidad de carga.**

Una gran parte de los ciclistas portan algún tipo de carga, desde pequeñas mochilas hasta máquinas de jardinería, por lo que el diseño deberá contemplar tal fin en su

estructura, ofreciendo dicha posibilidad. Esto deberá funcionar en un equilibrio entre performance y capacidad





### **Fácil manejo.**

Es probable que la población esté muy familiarizada con las bicicletas o triciclos convencionales por lo que resultará fácil si se parece a ellos. En caso de cualquier

tipo de innovación al respecto debe ser lo mas intuitivo posible como para no generar rechazo ni complejos aprendizajes

### **Versatilidad.**

Debe ser la mayor posible, ya que no es un vehículo de actividad particular y específica.

Se espera del producto cierta capacidad de adaptarse a distintos tipos de usos, terrenos, usuarios, etc.



### **Bajo consumo**

Más allá de lo mencionado sobre los impactos ambientales se espera un bajo consumo que beneficie al usuario directamente. Referido tanto al sistema

eléctrico como a todo el conjunto. El consumo se ve reflejado en todos los aspectos que de alguna manera disminuyan su rendimiento y provoquen un mayor gasto o esfuerzo, como puede ser el peso excesivo, una mala transmisión o la poca aerodinámica.

## Público objetivo y tipo de producto.



◀ Bicicletas usadas diariamente como medio para acceder desde la periferia a otro medio de transporte de mayor alcance ubicado en zona céntrica.  
Piazzale Cadorna, Milán

Parte del público objetivo de este producto son las personas que simpatizan con el uso de la bicicleta pero no la utilizan diariamente para sus actividades debido al esfuerzo físico requerido que limita el desplazamiento y las actividades que se pueden realizar después de utilizar la bicicleta o simplemente porque es difícil cargar con los objetos que necesita.

▼ Bicicleta eléctrica clásica de uso y fabricación masivos en China



Otro objetivo es insertar este transporte como medio para pequeños repartos comerciales ofreciendo a este segmento los mismos beneficios mencionados anteriormente. En cualquiera de los dos casos se habla de mercado nacional o internacional. Las personas que realizan estas actividades, se ubican dentro de un rango de edad de 20 a 40 años y viven en ciudades o periferias. El público debe sentir que está frente a un transporte que da más de lo que se espera a simple vista y lo hace de manera económica. Debe generar confianza a primera vista y cumplir con dicha impresión en su desempeño.

▼ EBIO concepto futurista de bicicleta eléctrica

## Precauciones formales

Se desea evitar la similitud con las bicicletas eléctricas existentes en nuestro medio las cuales son de procedencia asiática de calidad limitada y ello crea una desconfianza establecida aquí y en otros mercados.

Debe superarlas en prestaciones y adecuar la estructura a una mayor potencia cosa que no sucede tampoco con los kits de adaptación de motores a bicicletas de cualquier tipo.

Tampoco se considera conveniente generar una estética demasiado futurista para no crear brechas culturales que no contribuyen a la sensación de familiaridad buscada.

La innovación no deberá pasar únicamente por un factor estético, el cual será preferentemente reservado (aunque no intrascendente) si no que debe centrarse en la performance del producto.



## Reseña técnica sobre el producto y su producción.



▲ Ejemplo de cuadro realizado en aluminio con piezas hidroformadas y posteriormente ensambladas por soldadura.

▼ Ejemplo de kit de motorización marca BOSCH



Inicialmente se contempló el diseño bajo una producción nacional, cosa que marca ciertas pautas sobre procesos, materiales e insumos disponibles actualmente que podrán ser adquiridos en un mercado nacional o internacional. Esto funcionó en cierta etapa del diseño a modo de freno en la toma de decisiones y generó bajas en cuanto a innovación, lo que llevó a dejar de lado algunas de esas limitaciones y así poder generar una mejor propuesta final, que de todas maneras sería adaptable a una realidad de producción local.

Ejemplos de limitaciones mencionadas:

- Conformación de tuberías de sección variable para el cuadro no accesible actualmente.
- Tipos de baterías en el mercado local no son las más adecuadas.
- Cubiertas correspondientes en medidas y resistencia no se encuentran en el mercado local.
- Sistemas eléctricos de motorización para bicicletas de marcas reconocidas como Bionx o Bosch no existen aquí ni en cantidad ni variedad.
- Otros insumos, como frenos simétricos, sistemas de maza para rueda volada,

sistemas de cambios mejorados para bicicletas controladores de potencia, sensores de pedaleo, y otros varios, no existen en nuestro país.

Se apunta a aprovechar la existencia de empresas especializadas en componentes que enfocan sus esfuerzos y recursos generando buenos productos. No es la intención del proyecto diseñar cada uno de los elementos que componen el producto y si se pudiera hacer no llegaría a ser del nivel encontrado en los anteriormente mencionados ya que dichas empresas llevan años diseñando y perfeccionando piezas.

Éstos componentes deben ser de calidad competente y duraderos para generar un producto robusto como para un uso diario y los que sean fabricados especialmente deben cumplir con los mismos estándares. En cuanto a la tecnología de baterías y motores existe la posibilidad de fabricación para estos últimos que puede llegar a ser dificultosa pero posible y por supuesto la importación como opción final para ambos.

**SKF**

**SCHWALBE**

**SHIMANO**

**BOSCH**



**FALLBROOK**  
TECHNOLOGIES

▲ Posibles proveedores de los insumos mencionados. Se encuentran en Uruguay pero no siempre se encuentran los productos necesarios  
SKF: rodamientos y rótulas.  
SCHUALBE: Cubiertas para e-bikes  
SHIMANO: frenos, cambios, accesorios  
BOSCH: kits y accesorios para motorizaciones.  
FALLBROOK: sistemas NUVINCI de cambios automáticos internos para bicicletas y triciclos



# TENDENCIA

## Tendencias globales

Las bicicletas eléctricas están tomando importancia desde hace un tiempo. Por ejemplo en Holanda se cuadruplicó el mercado desde el 2006 al 2009. Cabe destacar que es un país en el que está arraigada la cultura de la bicicleta hace muchos años, pero no es una cifra a descartar si se tiene en cuenta que hoy una de cada 8 bicicletas vendidas es asistida eléctricamente. Este año, como los dos anteriores, China puso en el mercado unos veinte millones de bicicletas eléctricas (mas



▲ Uso masivo de bicicletas eléctricas. Shanghai.

que automóviles) y es de esperar que la producción no disminuya. En grandes ciudades como Beijing o Shanghai son muchas las personas que optan por una bicicleta eléctrica en lugar de un automóvil, para mejorar sus costos,

tiempos y complicaciones a cambio de no tener el cierto prestigio y comodidades que otorga un auto. En otras palabras, ya no es mas cómodo un auto que una bicicleta.

En los países europeos existe una situación similar aunque quizás no tan extrema en cuanto a cantidades. Cada vez más empresas y fabricas de automóviles, electrodomésticos, etc. Crean su propia e-bike. Por ejemplo

Smart completando su linea de auto, moto y bicicleta eléctricos.

Es notoria la continua búsqueda de innovación por parte de las empresas en este rubro y pareciera que ninguna quiere quedarse afuera y al menos decir presente.

No solo es notorio un beneficio por el cual la gente elige esta opción si no que también se aprecia una moda respecto a ello. Más que nada en jóvenes de algunas ciudades europeas

estas bicis se transforman en parte de su actitud tal como la vestimenta o el peinado y es allí donde tiene éxito la personalización y la variedad de las e-bikes.

▼ Smart E-bike diseño 2010



▲ Blacktrail de PG Bikes construida en fibra de carbono con accesorios en cuero

▼ Copenhaguen wheel. Rueda/motor para bicicleta convencional de tecnología avanzada





▲ E-Bike AUDI 2012  
Construida en fibra de carbono. Excelente desempeño con la más alta tecnología. Luces LED computadora a bordo con reconocimiento de piloto y bloqueo. Alcanza los 80km/h.



# RELEVAMIENTO

## Uruguay

En nuestro país aún no son populares las bicicletas eléctricas. Nunca hubo una importante difusión y no fueron exitosas en ventas las importadas hasta el momento. Hoy en día prácticamente no se ven circulando por la calle pero existen algunos modelos que son comercializadas.

Se pueden ver algunas adaptadas con kits para tal fin que pueden ser con motor de eje como el de la imagen o el tradicional con rodillo sobre la cubierta de la rueda.

También circulan algunas de procedencia china similares a las que se ven en las imágenes de tendencia que se usan en tal país, con canastos y carcazas plásticas.

Las marcas de bicicletas importadas de diseño europeo o norteamericano con locales en nuestro país casi no tienen ejemplares asistidos.

Existen a la venta scooters aunque este ya es otro tipo de vehículo que no posee pedales pero indican la llegada de estos productos que muy de a poco se van haciendo conocer.

Si se aprecia una gran cantidad de repartos como farmacias, pastas o mercados que se realizan en bicicletas y triciclos ya que no demandan un apuro extremo como la comida caliente. En su mayoría son bicicletas pesadas con diseños antiguos funcionales pero dificultosos de manejar en muchos casos.

Podemos ver incluso situaciones donde se podría sustituir otro medio por uno a pedal mejorando la actividad.

Por ejemplo en los repartos donde se utilizan carros de supermercado que no son aptos para circular en la calle.



▲ kit eléctrico completo de conversión para bicicletas convencionales.



▲ Diferentes tipos de ciclistas circulando por la rambla de Montevideo

▲ Posible sustitución del carro (diseñado para funcionar dentro del mercado) por un transporte a pedal asistido adecuado.

Sobre el uso particular específicamente se detectan ciclistas de varios tipos. Algunos lo practican como deporte utilizando bicicletas de altas prestaciones que en muchos casos su precio supera el de una motocicleta o automóvil pequeño. Eso indica un interés particular en la performance de pedaleo y no en una asistencia para moverse.

También se encuentran algunos que la utilizan de manera esporádica como diversión o pasatiempo pero sin interesarse demasiado en las mejoras de su funcionamiento.

Por último también se puede ver las personas que la utilizan como medio diario de transporte para ir al lugar de trabajo. Aquellos (por lo general hombres) que hacen varios kilómetros para llegar, utilizan bicicletas de

carrera livianas y los que recorren menos lo hacen en bicicletas montaña o playeras. En ambos casos dichas personas siempre cargan con algún objeto que suelen llevar a la espalda o sobre alguna superficie

▼ Flota de bicicletas de fábrica de pastas en barrio Pocitos



## Otros ejemplos

Podemos hacer una breve apreciación de la situación sobre algunas ciudades renombradas en cuanto al diseño como Milán o Turín. No son las ciudades donde predomine el uso de la bicicleta pero es un transporte muy utilizado y tiene su espacio en la ciudad. Existen muchos lugares establecidos para el estacionamiento y amplios lugares peatonales donde es normal la circulación.

Muchos trabajadores optan por la bicicleta e incluso utilizan los sistemas de alquiler que tienen estaciones distribuidas en toda la ciudad, donde se pueden tomar y dejar durante todo el día rotando constantemente la flota.

Ofrece una agilidad inigualable por un vehículo mayor en las zonas céntricas.

Existe una gran cantidad de bicicletas asistidas por motor eléctrico aunque aún no son las más utilizadas. No es común ver las del tipo oriental con grandes baterías y carcazas, en cambio existe una variedad de ellas que mantienen la apariencia clásica tan usada en Europa con caños y ruedas delgadas.

No se nota la presencia de niños circulando por la vía pública pero sí de personas mayores haciéndolo con mucha fluidez, inclusive en tránsito pesado lo que denota una costumbre casi tradicional de hacerlo. El correo es repartido por ciclistas que se ven por toda la ciudad.

Se está muy a la moda y se suele combinar la bicicleta con el estilo de la persona o su vestimenta lo que denota que es parte del estilo de cada persona.

Estos relevamientos fueron realizados con la intención de registrar de alguna manera la situación de la bicicleta y su posibilidad asistida dentro de dos entornos diferentes en un mismo momento. Si bien no es un análisis exhaustivo se logra obtener una visión general de qué es lo que sucede con la puesta en el mercado de dicho transporte.

▼ Personas que van y vienen del trabajo en bicicletas rentadas y ejecutivos que prefieren la agilidad de las dos ruedas para hacer cortos trayectos.



▲ Sistemas de renta de bicicletas para uso diario, carteros y algo de estilo para circular por la ciudad.



# REFERENCIAS

De una muy amplia gama de bicicletas eléctricas existentes se seleccionaron algunas que demuestran ciertas características relevantes entre otras.

Si bien ninguna de estas es la más económica tienen cualquiera de ellas excelentes prestaciones y terminaciones que las despegan del resto. Se asemejan algo más a una pequeña moto que a una bicicleta en su forma de manejo y en algunos aspectos técnicos y sin dejar de ser una bicicleta. Esta es la característica esencial que se busca.



## **Winora Town e<sup>XP</sup>**

Bicicleta con 250 W de potencia con motor de eje en su rueda trasera, comandado desde el puño. Baterías de Litio Polímero contenidas dentro de la parrilla de carga. Frenos de disco cuadro rígido de acero y estructura sencilla. Frenos de disco y cambios tradicionales. Procedencia alemana. La empresa fabrica varios modelos algunos más clásicos y otros más actuales

[www.winora.de](http://www.winora.de)



## **Ultramotor A2B**

Bicicleta que da una autonomía de unos 65km gracias a su motor de eje. Tiene baterías Litio Ion integradas al cuadro y se colocan adicionales en la parrilla. Frenos de disco y cambios tradicionales. Cuadro de aluminio con suspensión delantera y trasera. Construida en Reino Unido. Se fabrica también modelos similares de rodados mayores.

[ultramotor.com](http://ultramotor.com)



## **Grace Pro Race**

Bicicleta motorizada en el eje trasero con 1500W. Baterías Litio Ion integradas al cuadro. Suspensión delantera cambios tradicionales y freno de disco. Comando de puño. Totalmente construida en aluminio. Existen modelos similares unisex y para mujer. Procedencia alemana

[www.grace.de](http://www.grace.de)



## **eROCKIT**

Ciclomotor eléctrico de procedencia alemana. Motor integrado al pedaleo el cual sirve como acelerador según la presión ejercida. A su vez sirve para recargar la batería y posee freno regenerativo. Se carga en tomacorrientes comunes de 220V. Permite alcanzar velocidades de 80km/h gracias a un motor potente y unas grandes baterías de Litio ion.

[www.erokit.net](http://www.erokit.net)

Aquí hay una selección de triciclos inclinables con ciertas particularidades que los destacan. Fueron elegidos como punto de la investigación por su agilidad y estabilidad que pueden ser aprovechables.

De estos y los anteriores existen videos demostrativos en sus páginas webs donde se pueden apreciar con mayor claridad detalles constructivos y desempeño. Dejando en evidencia los pro y contras de cada uno.



#### **SwingTrike**

Triciclo a pedal con cuadro de aluminio y tracción delantera mediante cadena. Se inclina gracias a dos brazos independientes en la parte posterior. Freno de disco en las tres ruedas. Procedencia alemana.

[www.swingtrike.de](http://www.swingtrike.de)



#### **Waica Fun2Top**

Triciclo a pedal o asistido con motor eléctrico en el eje trasero. Dos ruedas delanteras con un sistema de cadena y resorte que permite la inclinación y la suspensión. Canasto transformable en silla de niño. Procedencia japonesa.

[ja.item.rakuten.com](http://ja.item.rakuten.com)



#### **Pfif Liberta**

Triciclo inclinable a pedal. Tiene un sistema electrónico que regula la inclinación del triciclo según la velocidad a la que se dobla y se estabiliza solo al frenar. Posee diferencial en el eje trasero tres cambios y un motor bajo las baterías que realiza el equilibrio mencionado.

[www.pfiff-vertrieb.de](http://www.pfiff-vertrieb.de)



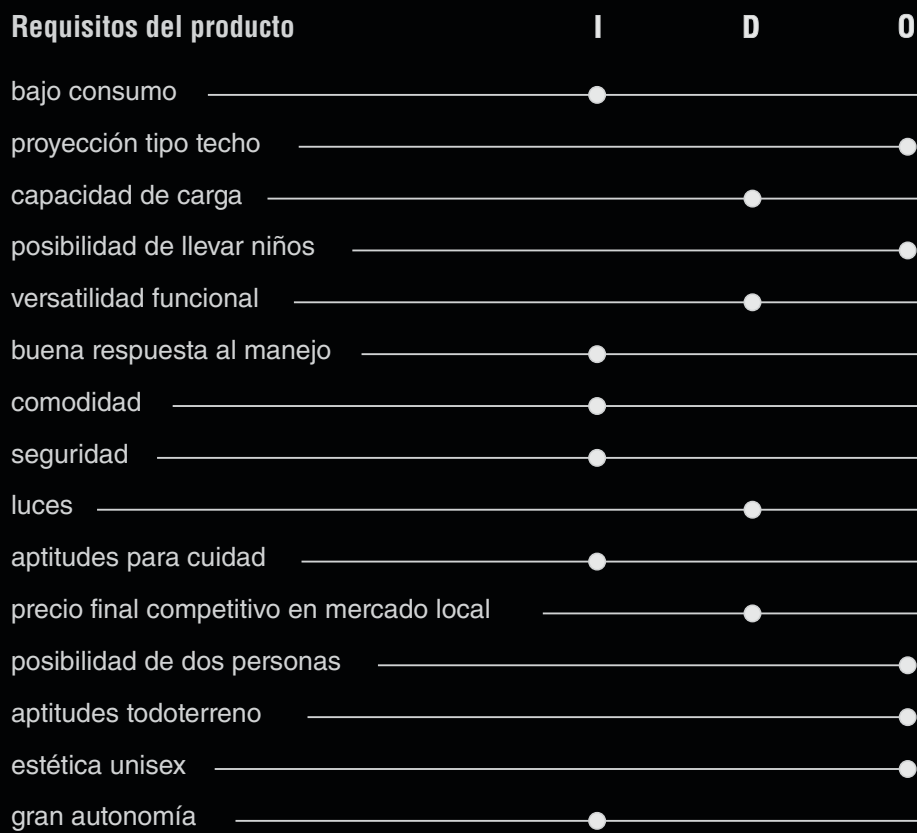
#### **Drymer**

Triciclo con motor eléctrico de 250W. Inclinable gracias a su estructura delantera de paralelogramos. Posee freno de equilibrio. Suspensión delantera independiente y trasera. Se maneja en posición reclinada y existe la versión techada. Procedencia holandesa.

[www.drymer.nl](http://www.drymer.nl)

# REQUISITOS

Según los objetivos planteados al inicio y el relevo de productos que se asimilan en ciertos aspectos, se realiza una tabla conteniendo los objetivos principales y se procede a valorarlos según su importancia. La escala corresponde a INDISPENSABLES, DESEABLES Y OPTATIVOS y permite explicitar de manera sintética la jerarquía entre ellos que derivará en la posterior toma de decisiones.



# INVESTIGACIÓN FOCALIZADA

## Situación y entorno de uso

De los objetivos y requisitos se desprenden las siguientes características:

El transporte estará diseñado para circular en zonas urbanas aunque no necesariamente pavimentadas. Se podrá desenvolver con agilidad tanto en el tráfico pesado como en zonas abiertas a mayores velocidades. Posibilitará llevar cierto cargamento con mayor seguridad, por lo que podrá ser utilizado como herramienta de reparto de pequeñas mercaderías por mas que no sea su objetivo específico. Gracias a su autonomía entre cargas permite ser utilizado para circular diariamente y realizar recorridos de unos 30km con asistencia.

Según esto focalizamos la atención en situaciones cotidianas donde se presume aprovechable el nuevo diseño y se hace otro registro fotográfico.

En nuestro país se utilizan bicicletas para reparto en una gran cantidad de negocios pero no es el transporte mas utilizado. Se utilizan motos de baja cilindrada e incluso triciclos rígidos que pueden ser sustituidos por este transporte. Estos triciclos suelen encontrarse en el interior del país siendo muy escasos en la capital. Los ciclistas que pedalean diariamente hacia trabajo de sus casas y vuelven o commuters como suelen llamarse, efectivamente portan objetos. Maletines, carteras, bolsas, etc. son y muchos de ellos lo hacen de manera improvisada ya que no poseen el espacio adecuado para hacerlo.

A partir de este nuevo relevo se sacan algunas conclusiones más para tener en cuenta en las siguientes etapas:

El transporte público no está adaptado para el transporte de

una bicicleta (aunque sea plegable) por lo que es casi imposible hacer una combinación de ambos como suele suceder donde hay metro o trenes por ejemplo. No será entonces de mayor importancia en primera instancia la posibilidad de reducirlo por lo que se debe destinar un espacio adecuado para almacenarlo. Si bien debe ser resistente a la lluvia sería recomendable protegerlo en un sitio interior para evitar posibles corrosiones y pérdidas de lubricación.

Su recarga debe poder realizarse en cualquier sitio donde exista un tomacorriente de 220V, de forma segura ya que su uso implica la necesidad de hacerlo fuera del hogar, como por ejemplo un lugar de trabajo o estudios o estacionamientos específicos para tal fin.



▲ Ciclistas que diariamente concurren al trabajo con sus pertenencias en Montevideo

▼ Pequeños mercados, carnicerías, casas de pasta, farmacias y comercios utilizan transporte a pedal para entregar diferentes volúmenes de mercadería





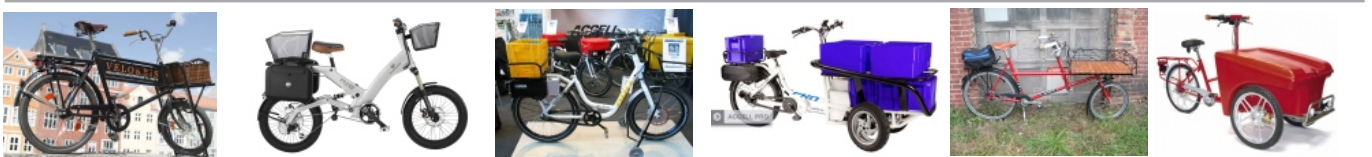
## Tipologías de carga para bicicletas y triciclos



La carga delantera otorga ciertas ventajas como la de llevar a la vista los objetos. Puede utilizarse con dos o tres ruedas e inclusive puede ser inclinable aunque genera ciertas complejidades de estructura. Puede entorpecer las maniobras y en algunos casos puede llegar a una mala distribución del peso.



La carga trasera mejora la visibilidad y puede llevar mayor volumen. Es más común el uso de contenedores cerrados en esta tipología. Existen incluso kits de adaptación para la parte trasera de las bicicletas comunes, que ofrecen mayor longitud y contenedor pudiendo ser con una o dos ruedas.



Cargar en ambos lados ofrece más espacio pero puede llegar a ser demasiado peso para moverlo. Dependerá de que elementos serán transportados y las transmisiones elegidas para el pedaleo. En las bicicletas dificulta un poco el equilibrio a bajas velocidades.



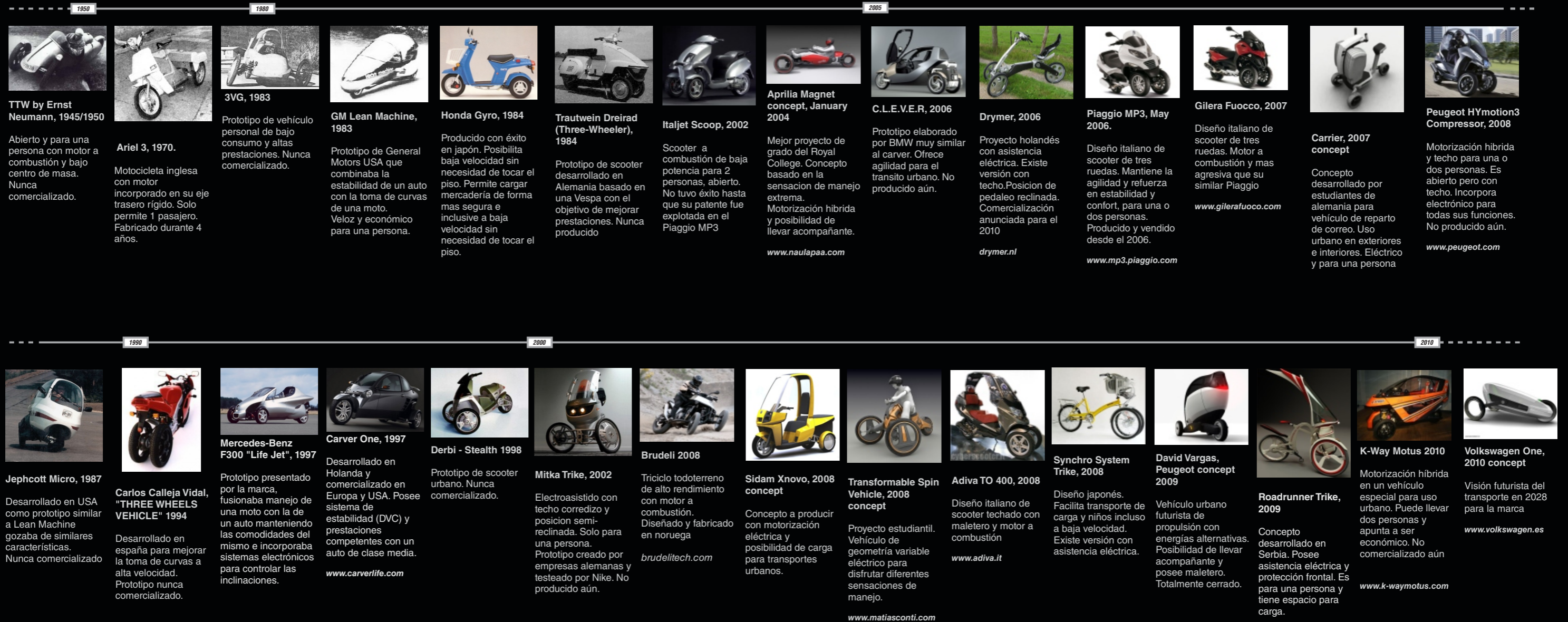
## Línea del tiempo (triciclo inclinable)

Uno de los intereses generados en la investigación es la configuración de un tipo de vehículo en particular. Por tal motivo se realizó la siguiente línea de tiempo que evidencia la existencia de los triciclos inclinables (tilting trikes) desde hace ya muchos años.

Si bien no es una configuración de medio de transporte que veamos corrientemente en Uruguay, no es algo innovador pero sin embargo posee características que la hacen destacable frente a otras más conocidas.

Se exponen algunos de los más relevantes de la historia ya sea por aspecto novedoso, comercial, o tecnológico con una breve reseña de cada uno. Esto sirve para ubicarse en la realidad histórica del proyecto, valorar cualidades de anteriores experiencias y comparar con la actualidad y la proyección a futuro.

Cada uno de estos proyectos fueron realizados en contextos muy diferentes y es algo a tener en cuenta al analizarlos ya que su éxito dependió de ello además de su desempeño como transporte.



# ERGONOMÍA

Debido al tiempo de utilización del vehículo en el cual se realizan esfuerzos, es importante analizar y definir una correcta postura para el usuario para disminuir cualquier sobrecarga sobre las estructuras corporales que puedan dar lugar a molestias físicas e incluso llegar a provocar lesiones.

Los tres puntos de contacto entre el usuario y el vehículo son: el asiento, el manillar y los pedales. Por lo tanto estos tres elementos definirán la posición de la persona, y lo que necesitamos en este caso es una posición de paseo, pero no de descanso. Me refiero a que no será una postura reclinada pero tampoco inclinada hacia adelante como la de un ciclista deportivo. La posición debe permitir pedalear con esfuerzo si es necesario (*Fig.1*) manteniendo el cuerpo erguido ya que se debe mantener una correcta visibilidad. Será un vehículo urbano y es esencial mantener la atención a lo que nos rodea. La asistencia eléctrica del vehículo ayuda al usuario en cualquier condición, por lo que le permite enfocar más esfuerzos y atención en conducir.

Analizaremos dichos componentes y su relación geométrica para establecer una configuración cómoda, saludable y eficaz.



Fig. 1

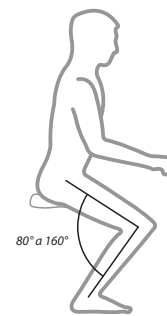


Fig. 2

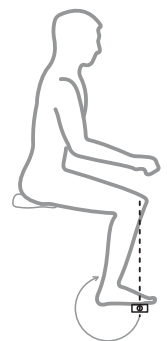


Fig. 3



▲ Se comparan características opuestas de manera de ir definiendo un perfil completo y preciso del producto



## Asiento

Aquí se deposita la mayor parte del peso del usuario y admite tres ajustes: altura, retroceso y nivelación.

La altura será regulable como la cualquier bicicleta convencional permitiendo así la utilización del triciclo por personas con diferentes largos de pierna. El rango establecido será para personas adultas. Cada usuario debe regularlo a la altura correcta ya que el ángulo de pedaleo (rodilla) debe estar entre 80° y 155° o 160° (*Fig.2*). Se puede definir la altura del asiento (dist. eje pedaleo a superficie asiento en cm) multiplicando la altura de entrepiernas del usuario por 0.885.

El retroceso es la separación hacia atrás desde el eje de pedaleo e influye mucho sobre las articulaciones de las rodillas. La posición correcta es cuando con la biela hacia adelante y horizontal vemos que la proyección vertical de la rótula coincide con el pedal (*Fig.3*)

La nivelación del asiento es importante para no ejercer presión desmedida en zonas que puedan generar molestias. lo aconsejable es mantenerlo horizontal.

Si bien el ancho del asiento se define por la separación entre los isquiones (protuberancias inferiores del hueso de la cadera) este aspecto no será regulable, por lo que se compensará con una doble amortiguación incorporada al asiento. Una proporcionada por el material de apoyo y otra por un resorte amortiguador debajo del mismo. Ya que al existir la asistencia eléctrica disminuye la necesidad de performance en el pedaleo se unifica esta medida para todos los usuarios.

## Manillar

Los parámetros que involucra el manillar son su altura y su distancia respecto al asiento y la posición correspondiente deriva de las medidas de largo de tronco y brazos de la persona. Por esta razón, como en casi cualquier bicicleta estos deben ser regulables con el fin de ajustarse a un mayor porcentaje de usuarios. La posición mas baja será siempre superior al asiento ya que no se utilizará en posición de competencia. Los puños podrán acercarse y alejarse de la persona con el fin de que esta pueda conducir con la espalda mas derecha sin generar molestias (Fig.4).

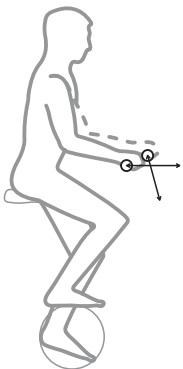


Fig. 4

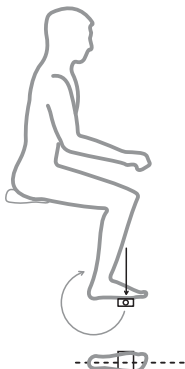


Fig. 5

## Pedales

Éstos son los que menos influyen sobre la posición del usuario, mas aun siendo del tipo sin enganche, algo que no define una posición estricta del pie sobre el mismo. Vale la pena mencionar que la separación entre estos será standard (como una bicicleta) y que lo correcto es apoyar el pie en su eje de flexión y de manera que quede alineado con el sentido de la bicicleta (Fig.5).

A modo de ejemplo vemos un gráfico (Fig.6) que indica el trabajo de cada músculo en cada fase del pedaleo que demuestra la importancia de mantener en sincronía dicho ciclo mediante la configuración correcta de los elementos anteriormente mencionados. De no ser así se altera el equilibrio de esfuerzos del gráfico provocando fatigas o lesiones a largos y medianos plazos.

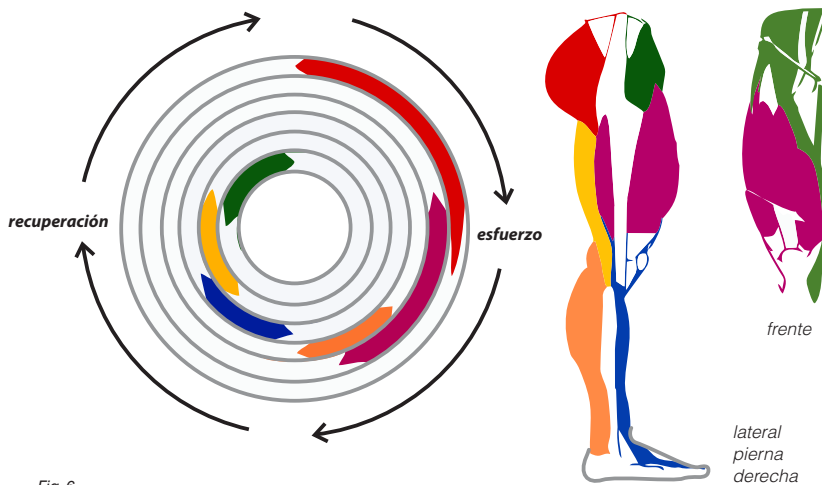
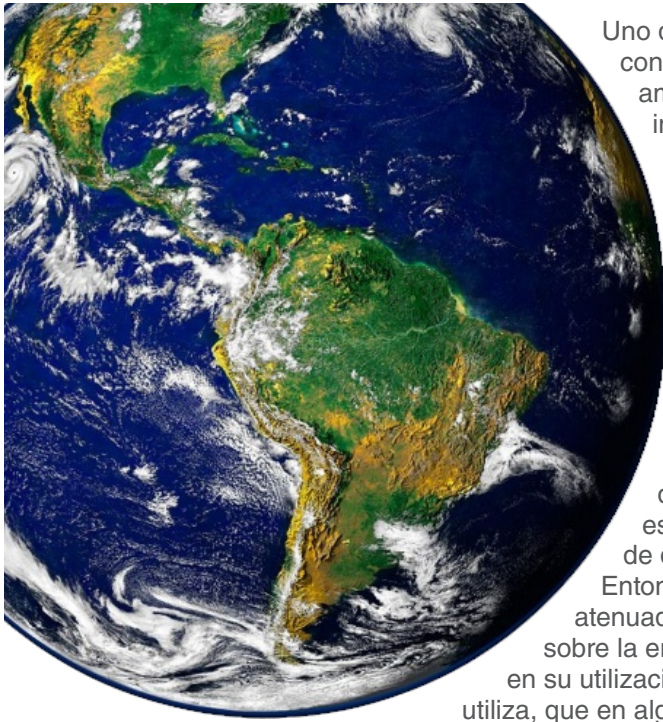


Fig. 6



# IMPACTO AMBIENTAL



Uno de los objetivos mencionados es el de contribuir a la disminución en el impacto ambiental. Existe una infinidad de impactos que inciden nocivamente hoy en el medio ambiente generados por el transporte. Podemos hablar de la construcción de vías de transporte que generan pérdidas de fauna y flora irreparables, lo que sería algo más indirecto si se quiere pero también podemos hablar del mencionado calentamiento global producido por la generación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por los motores a combustión de derivados del petróleo. El nivel de dependencia de las sociedades de estos transportes hace dificultosa la tarea de disminuir el impacto.

Entonces aquí el proyecto juega un papel de atenuador si se quiere incidiendo directamente sobre la emisión de CO<sub>2</sub> ya que éste no produce en su utilización. Es más, la energía eléctrica que utiliza, que en algunos lugares proviene igualmente de una combustión puede ser totalmente reemplazada por una alternativa menos contaminante como ser eólica, hidráulica, etc. Con esto quiero decir que está preparada para funcionar sin la necesidad de combustibles fósiles, por supuesto que hablamos de la energía para el movimiento y no de las piezas que la componen que aún no es posible su fabricación sin derivados del petróleo.

## Baterías

Podemos hablar de su desventaja que es la utilización de las **baterías**. Un tema que se debe manejar con precaución ya que no se debe confundir lo eléctrico con lo ecológico. Aquí existe la posibilidad de utilizar distintos tipos de baterías con diferentes características, tanto ambientales como de rendimiento en uso.

Existen baterías de plomo ácido, NiMH y de litio (Li-ion) y paso a detallar brevemente las ventajas y desventajas de cada una ya que es uno de los elementos más importantes del proyecto en cuanto a impacto.

### NiMH (níquel e hidruro metálico)

Son utilizadas para productos de consumo continuo como automóviles eléctricos, trenes, robots, teléfonos, baterías recargables, etc. Tienen una muy buena densidad energética (relación energía-peso) y poco efecto memoria (reducción de la capacidad por cargas incompletas). No poseen el elemento Cadmio muy nocivo por lo que se suelen llamar ecológicas. Sus defectos son la baja de rendimiento debido a altas temperaturas en carga o descarga. Se pueden reciclar y vienen en una muy amplia gama de formas y proporciones.



### Plomo-Acido

Son las más conocidas por ser utilizadas en los automóviles comunes, se están dejando de usar por su bajo rendimiento en relación a su peso, su forma y tamaño. Son las más baratas y las más contaminantes pero existe la posibilidad de su reciclaje. En bicicletas o similares ya casi no se utilizan siendo sustituidas por alguna de las otras dos variantes.



### Li-ion (ion de litio)

Son la última tecnología con el mejor desempeño. No tiene efecto memoria y su descarga es lineal además de ser las más livianas. Su autodescarga por no uso también es muy baja. Son las más utilizadas en bicicletas y

herramientas de mano y vienen en variedad de formas y tamaños. Como inconveniente se encuentra su precio debido a la necesidad de un control electrónico que evite su destrucción en determinados casos, son las más caras del mercado pero ya disminuye su costo debido a su aumento de difusión. Se

desarrollan nuevos tipos de baterías a partir de ésta que mejoran aun sus características. Es posible su reciclaje.



▲ Tras la valoración se selecciona la batería Li-Ion que a pesar de ser la más costosa es la que presenta las características necesarias para lograr una autonomía interesante al usuario.

Cualquiera de estos tres tipos es reciclable, siendo en el caso de la de plomo el proceso más fácil. Estas baterías no son un deshecho ecológico sin solución si se conciben dentro de un sistema que las contemple.

### Motor

En cuanto al rendimiento de los motores eléctricos, se consideran más económicos que los de combustión en cuanto a su consumo, esto quiere decir que para un motor de combustión que preste un servicio de similares características, el consumo del eléctrico es inferior y aquí podemos comparar directamente con un producto conocido en nuestro medio como Mosquito que funciona de manera similar. Este es un motor más complejo en su construcción, más grande y es mas caro su combustible que la generación de energía eléctrica para un motor eléctrico de similares prestaciones. También ofrece ventajas en cuanto a

**contaminación sonora.** Estos motores eléctricos prácticamente no emiten sonido y esto los despega notoriamente de cualquier transporte de baja cilindrada como ciclomotores o Mosquitos que emiten fuertes sonidos. En las imágenes se pueden ver algunos tipos de motores que se utilizan, son similares pero con diferente forma de transmisión y se hará una breve descripción de cada uno en las siguientes páginas.



# TECNOLOGÍA

El aspecto tecnológico más complejo que puede tener un vehículo a pedal asistido es justamente el conjunto de asistencia, que incluye baterías, motor y controladores.

Ya se habló sobre baterías por lo tanto ahora se hará una breve descripción de los motores de instalación más usual.

## Motor eléctrico

El motor eléctrico se encarga de transformar la energía eléctrica en movimiento mediante campos magnéticos producidos por bobinados dentro de un eje, que actúan sobre magnetos permanentes en el exterior, haciendo girar el conjunto interior.

Basado en este principio se diferencian dos tipos uno tradicional y otro más utilizado hoy para estas aplicaciones llamado brushless que indica que no tiene escobillas. Estas escobillas son las encargadas de transmitir corriente desde la parte fija a la giratoria teniendo por lo tanto un rozamiento y un desgaste, lo que es superado por los de tipo brushless. Igualmente no es la razón por la cual elegir un motor u otro ya que hay otras características que influyen sobre el rendimiento quizás más importantes. Estas van desde los materiales de construcción hasta la calidad de rodamientos y otras piezas. Lo mejor es tener en cuenta la relación peso potencia y comprobar de alguna manera si es correcto el funcionamiento.

Estos motores pueden ser aplicados de diferentes formas para transmitir el movimiento final a la rueda motora del vehículo. Existen desde poca potencia que es solo una ayuda poco perceptible hasta motores potentes que permiten gran aceleración y velocidad.



## Motorhub o motor de eje

Se caracteriza por su simpleza. Sustituye el eje de la rueda por el motor mismo sin necesidad de una transmisión.

Establece una buena distribución del peso,

se puede colocar tanto delante como atrás y en su mayoría son libres de mantenimiento.

## Caja de pedaleo

Se concentra el motor y una posible caja de cambios dentro de la caja de pedaleo.

Tiene el menor centro de masa de todas las opciones. Es más costosa y más compleja.

No necesita transmisión extra al pedal ya que lo hace en su mismo eje.





### Motor externo

Es la manera quizás más tradicional de transmitir el movimiento a la rueda. Puede ser por medio de una cadena, una correa o un rodillo directamente



sobre la cubierta. Esto genera más mecanismos expuestos y desgastes pero es la alternativa más económica para llevar el movimiento a la rueda



▼ Tras la valoración se selecciona el motorhub como el motor definitivo por ser el que implica menos complejidad de instalación, reparación y desgaste. La simpleza hace que no sea tan costoso como las cajas de pedaleo y ofrecen un rendimiento en algunos casos equivalente. Se descarta el motor externo por ser el menos confiable además de no haber necesidad de hacer una adaptación si no incorporar desde el inicio la motorización al diseño

### Controladores

Cualquiera de los motores mencionados va comandado por elementos electrónicos de mayor o menor complejidad según objetivos del fabricante. Lo más simple que se puede encontrar es un acelerador de puño con o sin niveles de potencia que acciona el motor cuando se gira. Una luz simplemente puede indicar el funcionamiento y si es necesario cargar la batería. De allí en mas se puede colocar sensores de pedaleo por ejemplo para regular la asistencia. Sensores de esfuerzo para limitarlo a la necesidad. Economizadores que corten energía en determinados momentos.

En la mayoría de los casos por seguridad y economía se utiliza un corte de energía que se activa al frenar para no continuar el movimiento del motor.

A su vez este frenaje puede ser regenerativo. Es decir, que por algún dispositivo parte de la energía liberada al frenar, es almacenada de nuevo en las baterías

posibilitando ahorrar ciertos porcentajes.

De la misma manera se puede generar simplemente con el pedaleo y así disminuir la cantidad

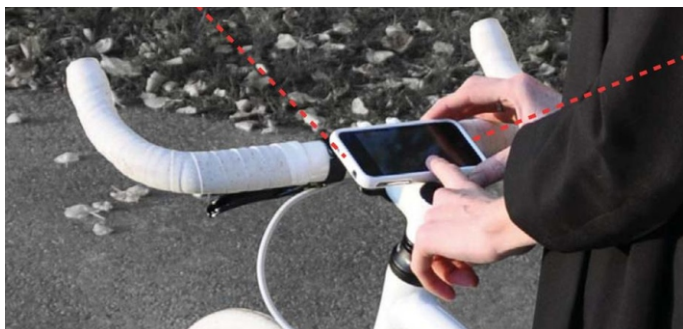
de veces que hay que cargar la batería provocando menor desgaste en la misma, mas duración y menos consumo eléctrico.

Un display puede entregar desde lo básico mencionado (encendido y carga de batería) o ser más completo indicando velocidad, nivel de carga, regular modos de asistencia, calcular consumos y guardar toda la información.

Un ejemplo de avanzada en este aspecto es el proyecto de la Rueda de Copenaghe en el que se puede conocer en tiempo real información sobre tráfico o vías rápidas mediante la instalación de una rueda motora con electrónica integrada. Además de permanecer en red con personas



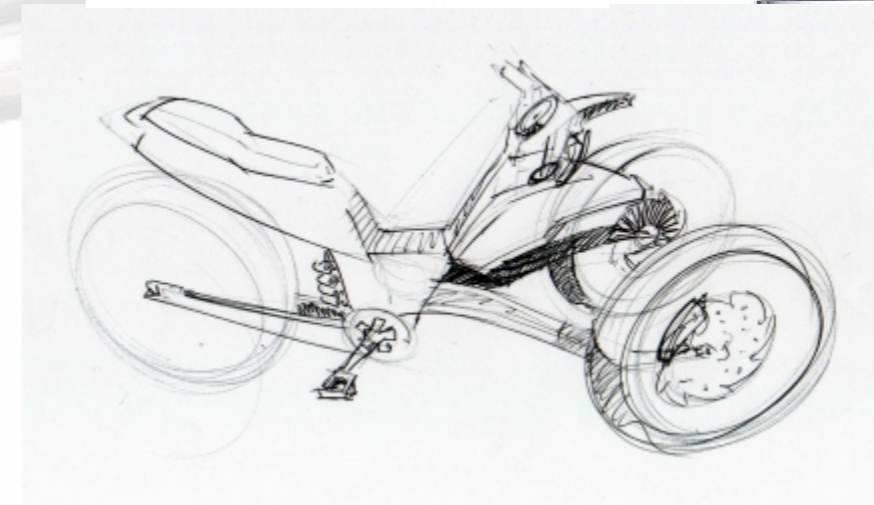
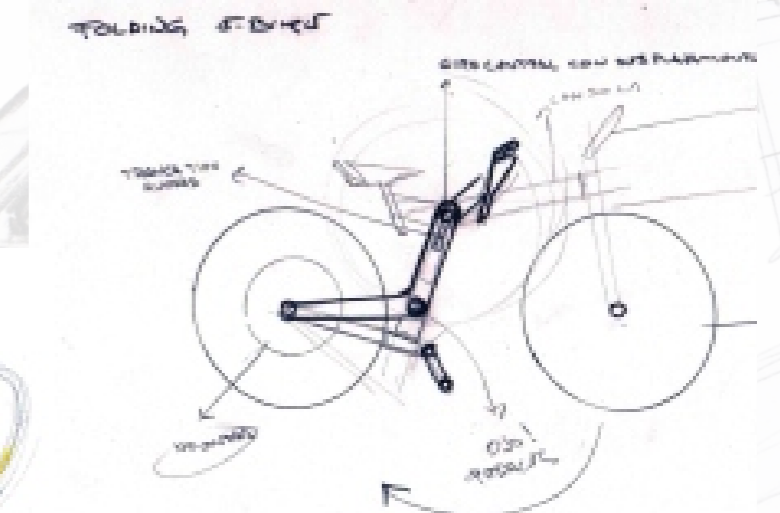
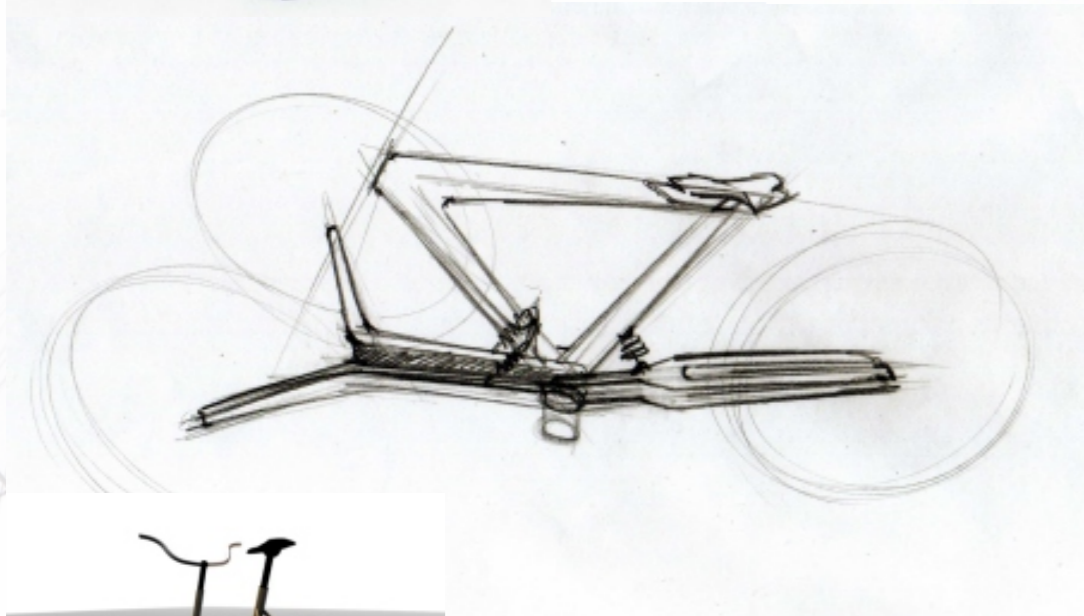
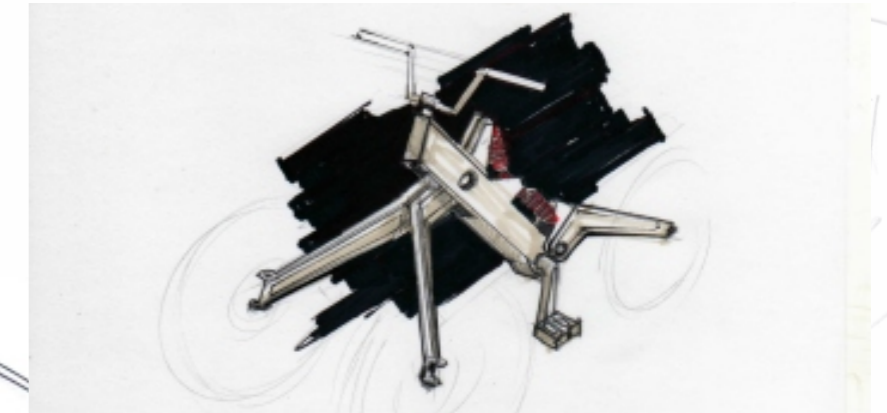
conocidas o simplemente guardar información del recorrido se puede compartirla mediante Bluetooth todo manejado desde un iPhone que sustituye la consola de la bicicleta.





# PRIMEROS BOCETOS Y CONCEPTOS

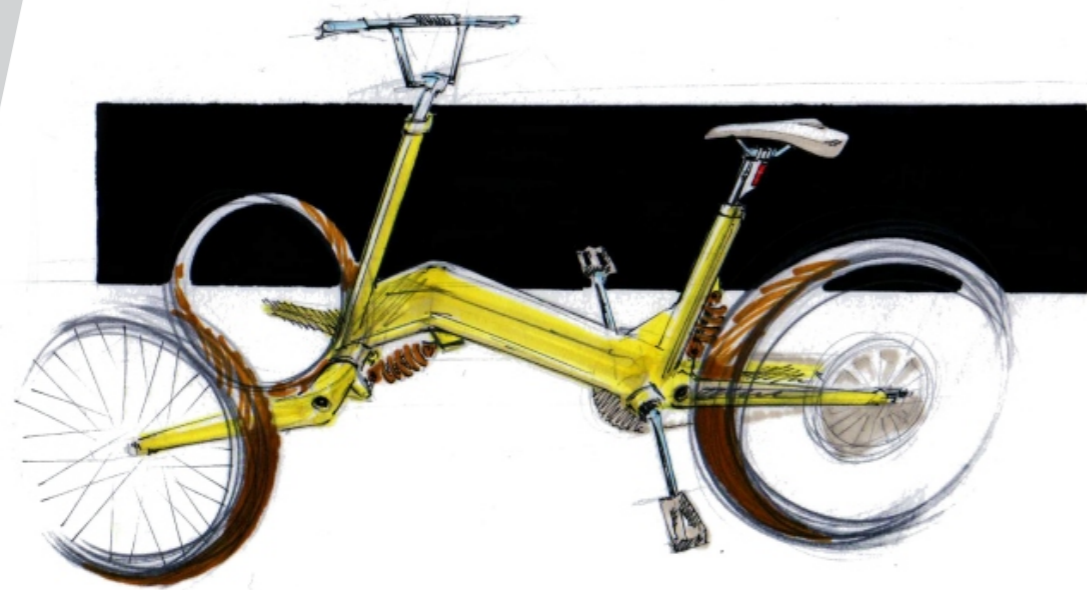
Comienza la etapa de bocetado libre basado en los conceptos adquiridos en las etapas previas. Esta etapa creativa generará propuestas más concretas.





# ALTERNATIVAS

# #1



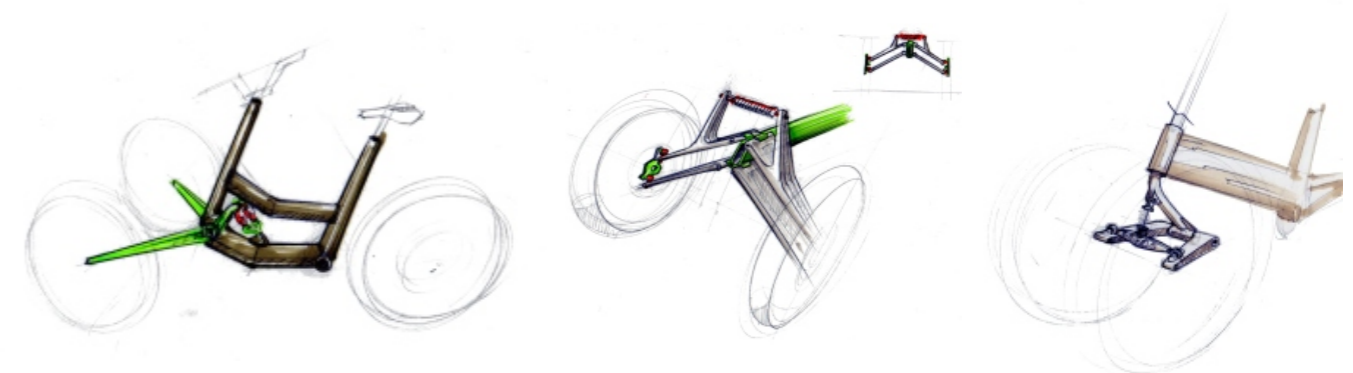
## Primera alternativa

Se trata de un triciclo invertido inclinable. Dos ruedas delante en la zona prevista para carga. Posee suspensión delante y atrás. Sus brazos independientes permiten el balanceo del cuerpo cuando se circula sin comprimir la suspensión que actúa solo cuando se toma un desnivel. El motor está ubicado en la rueda trasera contrarrestando el peso. Posee un freno de inclinación que permite detenerse sin apoyarse en el piso. Tiene luces integradas. Posible transmisión de correa

Se plantearon diferentes tipos de brazos independientes y se probó una suspensión prototipo.

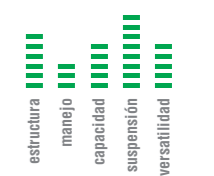


Esta configuración está basada en un sistema de inclinación trasero para bicicleta reclinable, adaptado y con suspensión incorporada para este diseño. Las ruedas comparten el eje de giro direccional y están soportadas cada una por un brazo articulado sostenido por un amortiguador. Se realizaron videos demostrativos del funcionamiento. En los dos inferiores se prueba el desempeño de la suspensión colocado en un cuadro tradicional. Luego se realizaron modificaciones y se construyó un cuadro entero con capacidad de carga al frente.



A favor:  
Simplicidad constructiva.  
Deja espacio libre para carga sobre la suspensión.  
Suspensión trabaja correctamente.

En contra:  
Dificultades al doblar  
Aumento de peso al frente



▲ Valoración de aptitudes



# #2

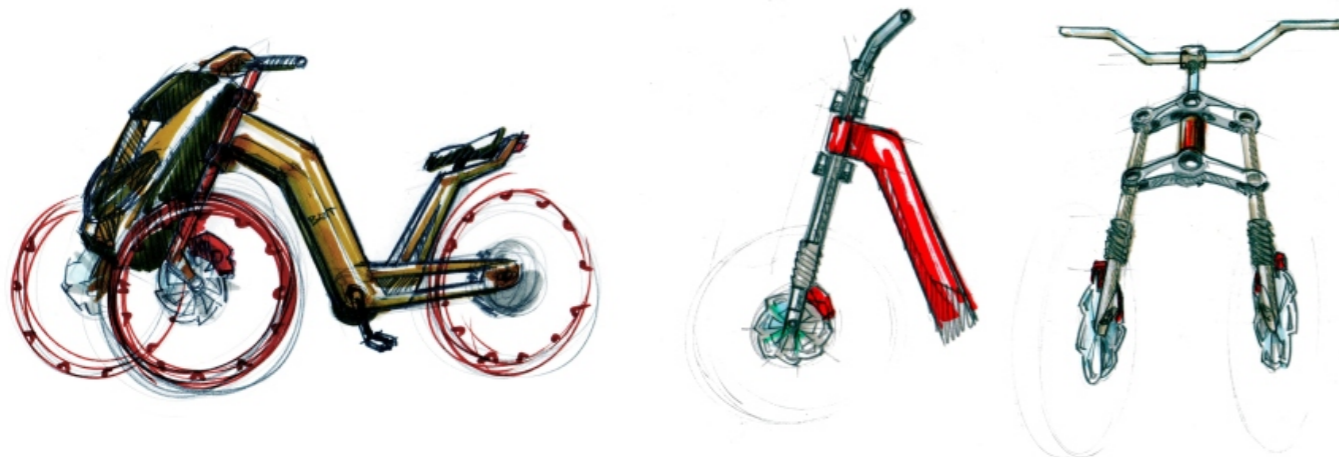


## Segunda alternativa

También tiene dos ruedas adelante pero con un sistema de suspensión diferente a la anterior. Su batería está integrada al cuadro realizado con un solo cuerpo central.

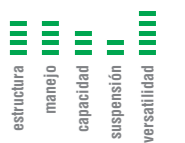
Esta configuración delantera permite la inclinación gracias a un paralelogramo deformable ubicado debajo del eje de giro de la dirección. La suspensión la proveen dos amortiguadores telescópicos ubicados uno en el soporte de cada rueda. Ambas ruedas giran respecto de un mismo eje ubicado en el mismo lugar que en una bicicleta convencional.

Se hizo un prototipo de esta suspensión para probar con un cuadro tradicional su funcionamiento.



A favor:  
Simplicidad constructiva.  
Tipo de suspensión comprobada y efectiva.  
Irregularidades del terreno no se transmiten a la dirección.

En contra:  
Los componentes del paralelogramo quedan sometidos a esfuerzos demasiado grandes.  
Gran cantidad de ejes que implica mas peso y mas puntos de desgaste.  
El tamaño reduce la posibilidad de carga al frente.  
Utiliza piezas complejas como vainas con guía.



▲ Valoración de aptitudes







# ALTERNATIVA SELECCIONADA

## PREENTREGA

### Alternativa #3

Luego de evaluar las posibilidades de las tres propuestas y verificarlas con el tipo de uso y usuario se concluye la elección de la tercera. Se selecciona el cuadro bajo para uso unisex. En primera instancia se maneja la posibilidad de colocar grupos de baterías en el interior del cuadro por lo que éste debe estar fabricado de un diámetro importante. Dos tapas plásticas permiten la inserción de las baterías y una de ellas además aloja una pantalla con en nivel de carga e indicadores de funcionamiento.

Se continúa desarrollando solamente la opción de 3 ruedas del producto dejando las otras de lado para poder resolver el triciclo, el más interesante y complejo de las 3. Posee suspensión telescópica en la rueda delantera y un resorte único para las ruedas traseras.

Luego de interiorizarse en dicha configuración se concluye que la posibilidad de generar un cuadro intercambiable no tiene sentido ya que sería de poca utilidad y compromete la estructura en el caso más complejo del triciclo. Se mantiene la idea de generar las mismas tres variantes que ofrezcan distintos modos de transporte pero cada uno por separado. De todos modos compartirán partes, de modo que simplifique procesos al momento de la producción.



▲ Síntesis gráfica del proceso a partir de la elección de alternativa.



# PRODUCTO FINAL

## PRESENTACIÓN

◀ ION es un triciclo a pedal asistido por motor eléctrico capaz de desplazarse con agilidad en ciudad con poco esfuerzo. Ofrece seguridad y control sobre el manejo en asfalto y tierra.



► Es parte de la gama de transportes ofrecidos por la marca y está pensado para jóvenes y adultos que circulen diariamente con cargas voluminosas.







## AJUSTES ERGONÓMICOS



Se contemplaron todos los ajustes convencionales de posición de pedaleo para adecuarse al físico del usuario de manera simple y rápida.

## BATERÍAS



El grupo de baterías se extrae de la parte central para poder ser cargado fuera del triciclo si es necesario.

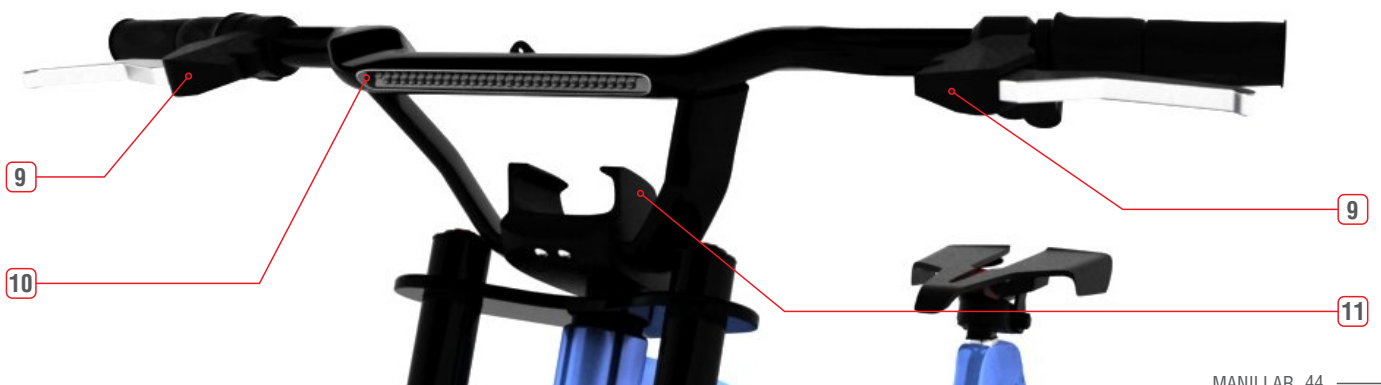
Posee un agarre resistente para transportarlo de manera cómoda ya que es el componente más pesado.

Una vez en su lugar pasa desapercibido como parte del diseño de la carcasa.

# MANILLAR

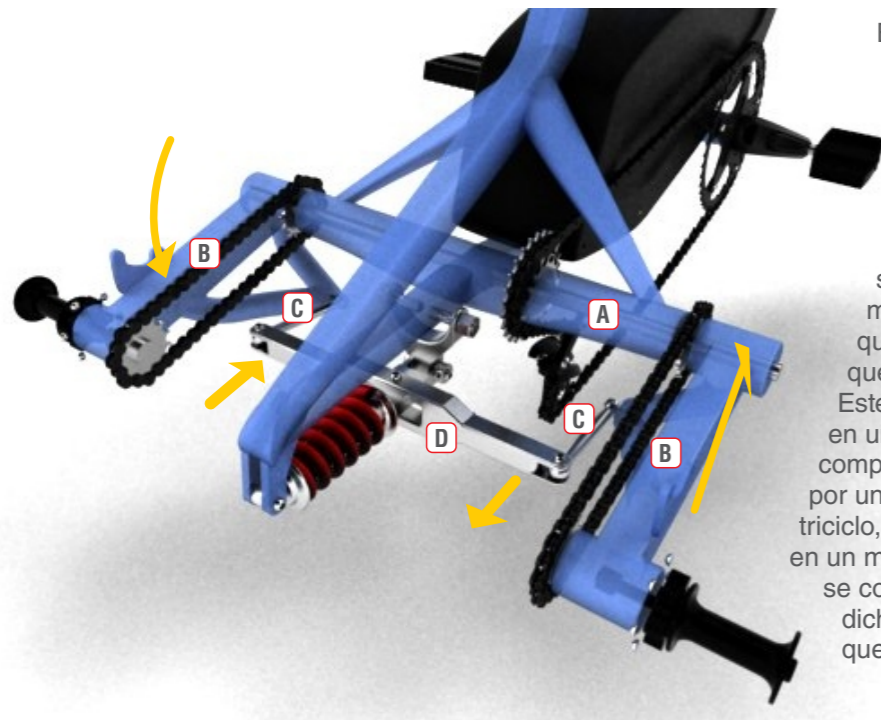
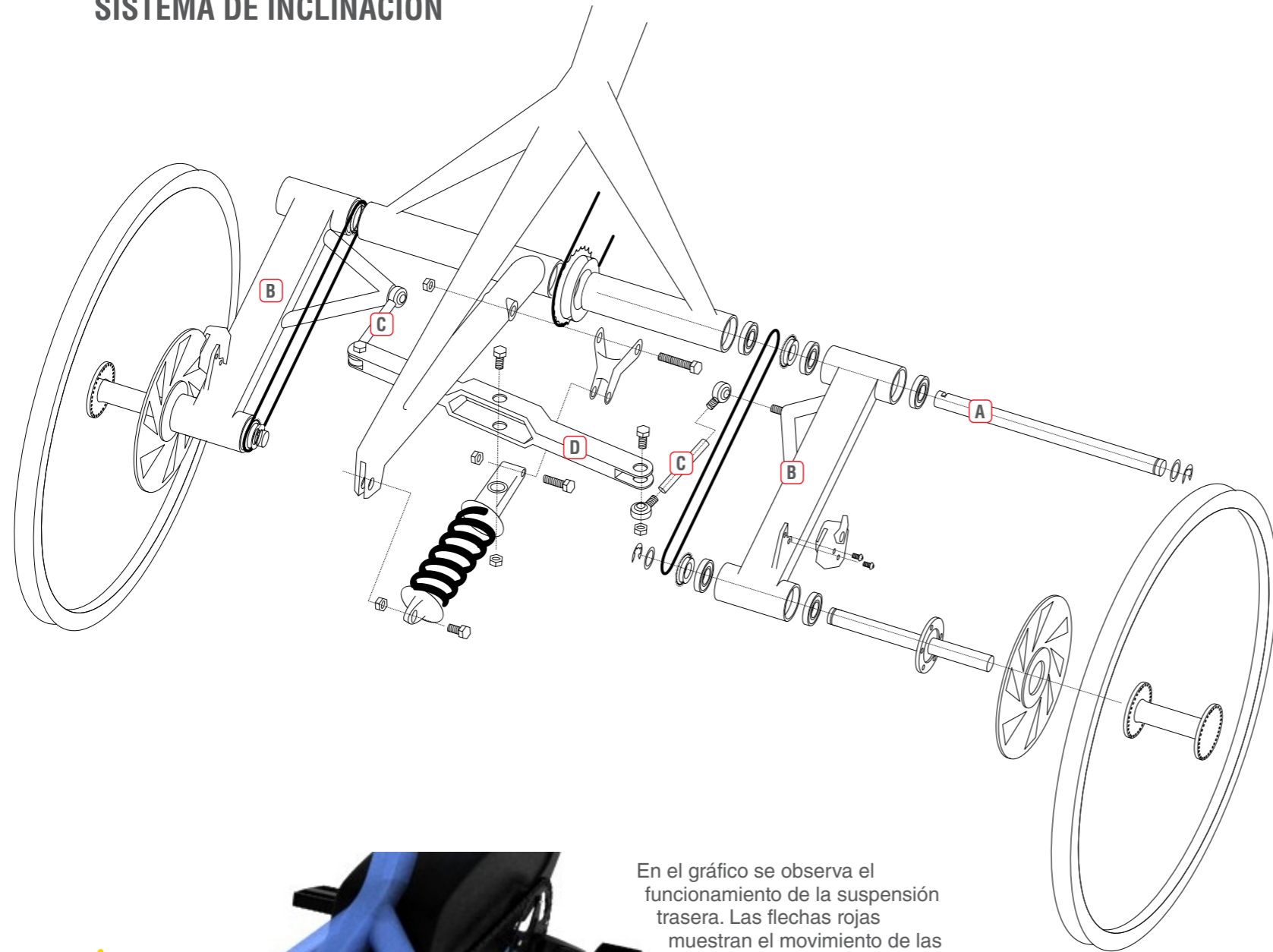


- 1 - Manillar de aluminio. 2 piezas soldadas y unidas a la horquilla mediante un avance de aluminio.
- 2 - Puño cambio de velocidades (grip shift).
- 3 - Interruptor de luces.
- 4 - Interruptor de bocina.
- 5 - Indicadores de carga de batería.
- 6 - Llave de puesta en contacto.
- 7 - Puño acelerador, permite circular sin pedaleo.
- 8 - Interruptor del acelerador, deja funcionando solo el pedaleo asistido.
- 9 - Levas de freno con interruptor que impide el funcionamiento del motor al accionarlas.
- 10 - Luz delantera de LED permite circular de noche con claridad con un bajo consumo. Equipo integrado en el manillar.
- 11 - Soporte para smartphone. Permite usar aplicaciones para ciclistas de tipo GPS brindando información. necesaria para moverse en la ciudad o controlar las funciones vitales.





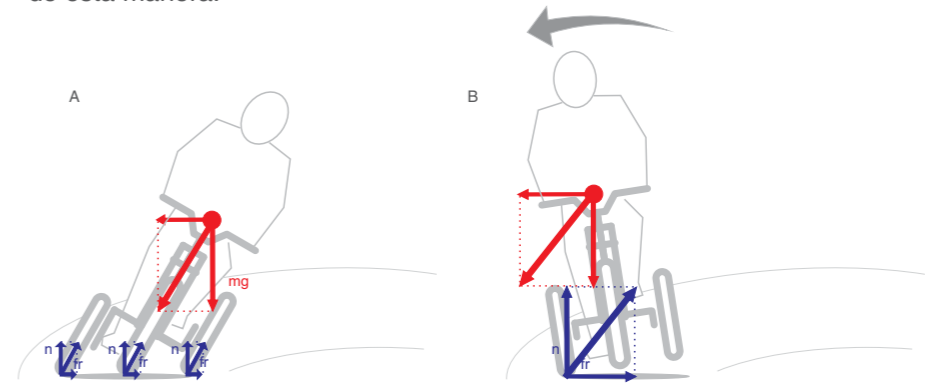
## SISTEMA DE INCLINACIÓN



En el gráfico se observa el funcionamiento de la suspensión trasera. Las flechas rojas muestran el movimiento de las piezas en una inclinación doblando hacia la derecha. El eje central (A) se mantiene rígido mientras los brazos que soportan las ruedas (B) rotan moviendo consigo las piezas (C) que a su vez mueven otra pieza (D) que bascula en la punta del resorte. Este conjunto vincula las dos ruedas en un mismo movimiento sin comprimir el resorte. Cuando se pase por un desnivel con peso sobre el triciclo, entonces las piezas C empujarán en un mismo sentido sobre la pieza D y se comprimirá el resorte absorbiendo dicha irregularidad del terreno sin que se transmita al ciclista.

La posibilidad de inclinarse ofrece la sensación de estar conduciendo una bicicleta por lo que facilita el desplazamiento en curvas. Esto mejora el desempeño tanto en ciudad como en terrenos difíciles. Por otra parte al disponer dos ruedas traseras vinculadas por una suspensión, hace mucho mas suave el pasaje por los desniveles que pueden afectar tanto la carga como al ciclista.

La suspensión trasera permite bloquear la inclinación y así conducir como un clásico triciclo rígido. Esta opción sacrifica agilidad por seguridad. Si se quiere transportar algo pesado o frágil despacio se debe utilizar el bloqueo manual ubicado debajo de la caja de carga. También es una opción de uso permanente para personas con poco equilibrio que se sientan mas cómodas de esta manera.



◀ En el caso A el vehículo se inclina al tomar una curva y se alinean las fuerzas resultantes activas (Peso y Centrifuga) con las reactivas (Rozamiento y Normal). De esa manera se genera un equilibrio que hace que el conductor no sienta ningún esfuerzo lateral y circule con fluidez. En el caso B cuando el triciclo es rígido y se toma una curva, las resultantes quedan desalineadas. Esto genera un Par centrado en el apoyo de la rueda. El ciclista siente un esfuerzo lateral que lo impulsa hacia afuera de la curva y en altas velocidades produciría el vuelco.



## CUADRO



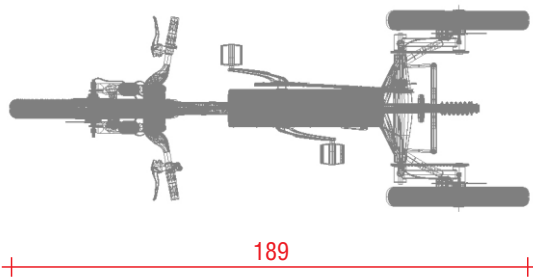
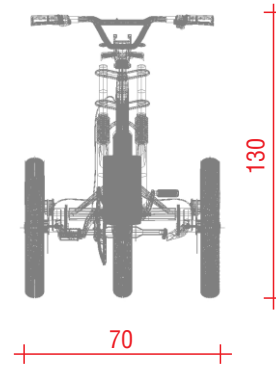
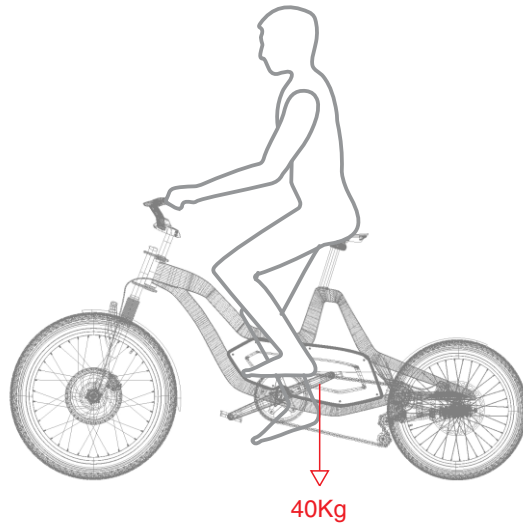
Se creó una geometría robusta y liviana pensada para que pueda ser usada con facilidad por hombres y mujeres. El tubo central bajo lo hace unisex sin hacerlo estéticamente femenino.

Está conformado enteramente en tubos de aluminio. Las dos piezas mas grandes que van de punta a punta son las más complejas. Una por encima con 6 curvas y la otra por debajo con 3. Es posible llegar a esas formas mediante plegado y cosido de chapa. Posteriormente prensada para darle forma a las distintas secciones. Otro proceso adecuado para este tipo de cuadros es el hidroformado. En este caso la materia prima son tubos de aluminio que se someten a la inyección de un líquido por dentro mientras se lo soporta con un molde por fuera, generando así tubos con curvas y secciones variables. Cualquiera de estos procesos debe culminarse con soldadura TIG uniendo todas las piezas.

Los componentes eléctricos están todos dentro de la carcasa central y cableados por el interior del cuadro hasta los comandos del manillar



## DIMENSIONES GENERALES



Las dimensiones en vista lateral no difieren demasiado de una bicicleta común. La zona trasera está extendida hacia atrás para generar el espacio de carga.

El ancho máximo está dado por la separación de las ruedas traseras. Fue contemplado el pasaje por puertas convencionales y poder guardarlo dentro de una casa o un depósito.

Se ubicaron las baterías lo más bajo posible para mantener un bajo centro de masa y no dificultar las maniobras.

Se calcula un peso aproximado de 40Kg algo acorde a la potencia brindada por el motor.

Más detalles sobre medidas en láminas técnicas.





GE  
A  
D  
S  
NILE  
DUTCH  
AFRICA  
LINE

GSTU  
348340 1  
2201

IG  
87

26  
8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>





# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO



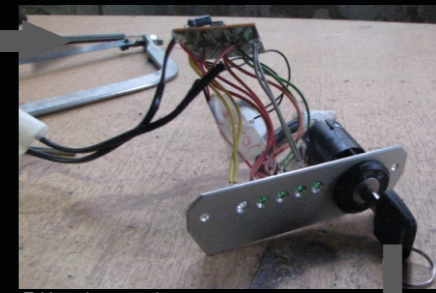
Cuadro y suspensión trasera

El cuadro se armó totalmente con caño de acero de 1" ½ de 1,5mm de espesor. Se utilizó soldadura de arco eléctrico y tornillería para unir todas las piezas.



Circuito eléctrico de luces

Se adaptó un faro delantero de largo alcance con tecnología LED y se integró al circuito existente.



Tablero de comando

Se fabricó un nuevo tablero de comando con frente de aluminio, llave de corte y indicador de nivel de carga. Todo se insertó en una cavidad fabricada en el manillar.



Circuito eléctrico de control del motor

La instalación eléctrica se extrajo de una bicicleta eléctrica existente y se adaptó al nuevo cuadro manteniendo todas las funciones anteriores.



Prueba de suspensión y transmisión

El eje trasero fue calculado en su diámetro para ofrecer la resistencia necesaria en todas sus posiciones con un ciclista de hasta 100kg



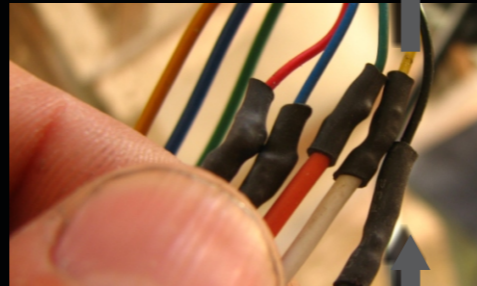
Trabajo de forma

La forma final se hizo sobre el cuadro metálico cubriéndolo con espuma de poliuretano posteriormente enfibrada y masillada.



Instalación de baterías

Si bien la intención es utilizar baterías Litio-lón en este caso se utilizaron baterías plomo ácido, las cuales fueron ubicadas en un espacio especial protegido y lo mas bajo posible.



Conexión de motor

La instalación eléctrica se ubicó dentro del cuadro para que quede la menor cantidad de cables expuestos posibles.



Transmisión

La transmisión se vuelve a colocar incluyendo el sensor de pedaleo para que haga efectivo el funcionamiento del motor.



Armado completo de ruedas

El juego de ruedas se armó desde cero. Se utilizaron aros de aluminio, frenos de disco y cubiertas Schwalbe adquiridas en el exterior ya que no existen en el mercado local un modelo que cumpla con las características necesarias.



Armado sin cubierta estética

El cuadro y la transmisión se probaron sin el uso del motor para verificar su correcto funcionamiento.



Triciclo finalizado

Luego de finalizado el triciclo se realiza una superficie de carga en contrachapado prensado y curvado. Se coloca en la parte trasera sujetado por soportes metálicos

Una de las funciones del prototipo es comprobar el cumplimiento de los requisitos planteados inicialmente. Aquí evidenciamos cuales fueron cumplidos o no.

## INDISPENSABLES

- ✓ bajo consumo
- ✓ buena respuesta al manejo
- ✓ comodidad
- ✓ seguridad
- ✓ aptitudes para ciudad
- ✓ gran autonomía

## DESEABLES

- ✓ Capacidad de carga
- ✓ Versatilidad funcional
- ✓ Luces
- ✗ Precio final competitivo en mercado local

## OPTATIVOS

- ✗ Proyeccion tipo techo
- ✗ Posibilidad de llevar niños
- ✗ Posibilidad de dos personas
- ✗ Aptitudes todoterreno
- ✓ Estética unisex

► Las imágenes muestran muy brevemente en orden cronológico etapas de la construcción del prototipo. El mismo tuvo un desempeño satisfactorio a pesar de sus detalles constructivos y su exceso de peso debido al uso de materiales pesados.







◀ Pasar del boceto al 3d obligó a resolver medidas, encuentros y piezas aún no razonadas. Lo mismo sucedió en el pasaje desde el modelo al prototipo pero ya a un nivel de prueba real. Llevó varios meses de ensayos, errores y aciertos que generaron algunas modificaciones finales. Fue un proceso de aprendizaje multidisciplinario que involucró investigación y resolución de situaciones de física, mecánica, electrónica, etc. Se consultaron muchas fuentes no solo para conseguir insumos necesarios si no también para aprender procesos y técnicas que permitieran concretar el proyecto. Desde definir el largo de un rayo para armar una llanta hasta calcular una resistencia para hacer funcionar un faro LED, fueron muchas decisiones tomadas que dejaron una conclusión final. Sin dudas fue un proceso muy rico que lejos de culminar en un producto real, dejó en claro puntos fuertes y débiles del proyecto.



# CONCLUSIONES

No existe la habilidad infinita de un diseñador que pueda resolver eficazmente la totalidad de aspectos que se plantean en un proyecto. Este en particular, requirió horas y horas de trabajo manual, de investigación o simplemente observando una hoja en blanco tratando de resolver algo. Desarrollando lo aprendido en la carrera y aprendiendo nuevas cosas para poder continuar, transcurrieron aproximadamente 2 años. Fue un proyecto mas ambicioso de lo que supuse en un principio y que evidentemente no se podía sacar adelante solo.

Mas allá del tamaño y complejidad del proyecto es esencial crear vínculos entre personas para sacarlo adelante. Coordinar, negociar, resolver dentro de posibilidades limitadas y elegir la "menos mala idea" son actividades que no son usuales en proyectos de estudio pero son necesarias en la vida. Si bien esto no es un proyecto real, se intentó pensar siempre en que lo sea y en la posibilidad de que se construya y funcione comercialmente. Esto generó la necesidad de pensar en cada detalle y encontrar una respuesta para cada uno.

Se podría decir entonces que el diseñador debe adquirir algo que no está presente en ningún curso de la carrera y es la capacidad de trabajar en un equipo multidisciplinario escuchando y proponiendo lo mejor para un proyecto.

El talento no pasa entonces por la resolución de línea y color como se suele pensar, si no por la capacidad para generar soluciones que permitan llegar a los objetivos de la mejor manera posible.





# APÉNDICE

## Desarrollo paralelo de triciclo eléctrico para concurso internacional.

Luego de la preentrega ya teniendo hecha la investigación, comenzado el prototipo y estando empapado en el tema de vehículos a pedal asistidos, surge la posibilidad de participar en un concurso que se presenta con una premisa de similares características al proyecto en desarrollo. Merece su espacio en el informe por haber contribuido a profundizar mas aún en el tema adquiriendo mas conocimientos y por confirmar de manera totalmente externa y por gente especializada en el rubro, que el camino transitado hasta ahora es el correcto o al menos el esperable por el mercado y su proyección a futuro. Mi propuesta obtiene el 2° premio



**2nd Place**

Awarded for placing 2nd in a competition

**B'Twin: Velomobile**

Participant in the B'Twin: Velomobile competition



La marca que propone el concurso es B´TWIN una importante empresa francesa fabricante de bicicletas desde 1976 que hoy apuesta a la innovación, desarrollo y comercialización de nuevos productos. Lo hace esta vez a través del sitio web Local-motors dedicado a alojar concursos de diseño internacionales principalmente de transporte.



*Design the Ultimate Lightweight Urban Tricycle.*

**Competition Start Date:** 4.24.2012

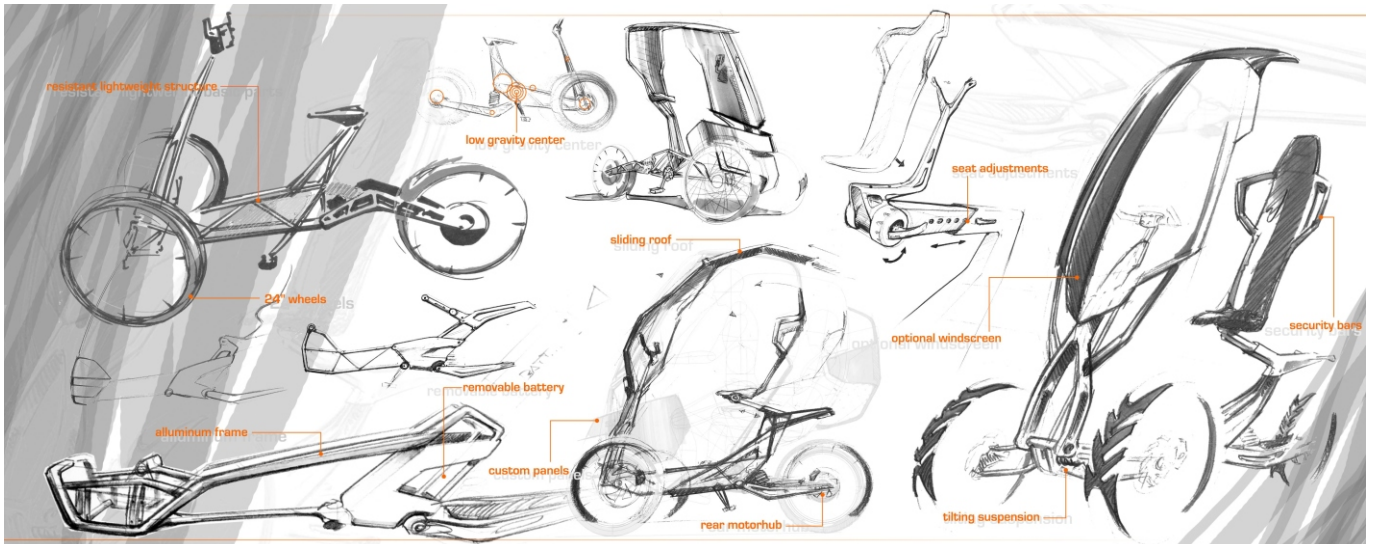
**Entries Accepted Until:** 5.15.2012

**\$15,000 In Prizes!**

[forge.local-motors.com/BTWIN](http://forge.local-motors.com/BTWIN)

<< *Design a lightweight, customizable, urban friendly tricycle that can accommodate two driving positions, provides electric-assist and protection from weather and collision, can be connected to a smartphone, and can fold up to ease parking.* >>

*"Our desire is to create those innovating solutions and designs that will revolutionize and simplify cycling"*





# ANEXO

## Información correspondiente al tutor seleccionado.

### Personal:

Nombre: Pablo D'Angelo  
Fecha de Nacimiento: 23 / 11 / 1968  
Nacionalidad: Uruguayo / Italiano  
Estado civil: Casado  
Profesión Diseñador Industrial  
Celular: 094 59 31 96  
Teléfono Particular (02) 600 5209  
e-mail: tatodangelo@yahoo.com.ar

### Antecedentes Académicos:

Diseñador Industrial, egresado del Centro de Diseño de Montevideo.  
Master en Diseño de Transportes CEU –San Pablo, Universidad de Valencia, España.  
Postgrado en Identidad Corporativa, Centro de Diseño-Escuela Elisava de Barcelona.

### Antecedentes Laborales:

Depto. Técnico Chery – Socma  
Proyecto y Prototipos Micro Coche para RTM Group Inc., 2004/2007  
Socio Estudio SDM Arquitectura + Diseño Industrial, 2005/2007  
Docente Carrera Diseño Industrial Universidad ORT, Uruguay, 2005/2008  
Panelista sobre tema Diseño en Programa Televisivo y Revista "A Todo Motor", ESPN+, 2003/2007  
Docente Centro de Diseño Industrial, Uruguay 2004, 2008  
Docente de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Regional General Pacheco de la carrera de Diseño Vehicular, 2001/2003  
Departamento de Diseño del Ministerio de Turismo del Uruguay, 1995/2003  
Prototipo Taxi Ciudad de Montevideo, 2001  
Prototipo Hyundai Atos Cargo, 2000  
Diseñador Gráfico Centro Sello, 1994

### Otros:

Tercer Puesto Concurso de Diseño Hermann Miller 1995, Uruguay  
Segundo Puesto Concurso Diseño "A Todo Motor – Mitsubishi" 2000, Argentina  
Jurado Concurso Diseño "A Todo Motor – Volkswagen" 2004, Argentina  
Jurado Concurso Diseño "A Todo Motor – Nissan" 2006, Argentina

## **Método proyectual de Gui Bonsiepe**

### **1. Estructuración del problema**

- 1.1. Operación: localización de una necesidad Declaración de objetivos a lograr o en el caso de proyectos existentes, objetivos no satisfechos.
- 1.2. Operación, valoración de la necesidad. Comparar la necesidad con otras respecto a su compatibilidad y prioridad.
- 1.3. Operación, análisis del problema proyectual respecto a su justificación.
- 1.4. Operación, definición del problema proyectual en términos generales.
- 1.5. Operación, precisión del problema proyectual
- 1.6. Operación, subdivisión de problemas en subproblemas.
- 1.7. Operación, jerarquización de los problemas
- 1.8. Operación, Análisis de soluciones existentes

### **2. Diseño**

- 2.1. Operación, desarrollo de alternativas o ideas básicas
- 2.2. Operación, examen de alternativas
- 2.3. Operación, selección de mejores alternativas
- 2.4. Operación, desarrollar alternativa seleccionada
- 2.5. Operación, construcción del prototipo
- 2.6. Operación, evaluación del prototipo
- 2.7. Operación, introducir modificaciones eventuales
- 2.8. Operación, construcción del prototipo modificado
- 2.9. Operación, validación del prototipo modificado
- 2.10. Operación, preparación de planos técnicos definitivos para la fabricación.

### **3. Realización**

- 3.1.- Operación, fabricación de pre-serie
- 3.2. Operación, elaboración de estudios de costos
- 3.3. Operación, adaptación del diseño a las condiciones específicas del productor
- 3.4. Operación, productos en serie
- 3.5. Operación, valoración del producto después de un tiempo determinado de uso
- 3.6. Operación, introducción de valoraciones eventuales con base en la valoración.

## **Método de resolución de problemas de Bruno Munari**

### **Problema**

1. Definición del problema
2. Elementos del problema
3. Recopilación de datos
4. Análisis de datos
5. Creatividad
6. Materiales - tecnologías
7. Experimentación
8. Modelos
9. Verificación
10. Dibujos constructivos

### **Solución**

# FUENTES DE INFORMACIÓN

## LIBROS

- \_BARREIRO, Jorge. "El transporte no camina" Uruguay: Nordan, 2002.
- \_MUNARI, Bruno. "¿Cómo nacen los objetos?" Barcelona: Gustavo Gili, 1981.
- \_NAVARRO, Ricardo; HEIERLI, Urs; BECK, Víctor. "Alternativas de transporte en América Latina: La bicicleta y los triciclos" 1era. ed. Suiza: Skat, 1985.
- \_SHIGLEY, Joseph Edward. El proyecto en Ingeniería mecánica

## ARTÍCULO DE PAG WEB

- \_ETHERINGTON, Rose. Interview: Strida bike designer Mark Sanders. "Dezeen" [en línea]. Disponible en internet: <http://www.dezeen.com/2008/02/03/interview-strida-bike-designer-mark-sanders/>
- \_SÁEZ, Miguel A. Ergonomía de la bicicleta de montaña. "Syncrobike" [en línea]. Disponible en internet: <http://syncrobike.com/descarga.htm> [citado Agosto 2010].
- \_SANDERS, Mark. Strida-Personal tips, and comments. "Strida" [en línea]. Disponible en internet: [www.strida.com/en/download/](http://www.strida.com/en/download/) [citado Junio 2010] \_
- Mini manual Strida. "Strida" [en línea]. Disponible en Internet: [www.strida.com/en/download/](http://www.strida.com/en/download/) [citado Junio 2010].

## **Páginas web consultadas sobre información técnica constructiva (triciclos inclinables):**

- \_www.jetriike.com
- \_www.projectstreetliner.com

## **Páginas web consultadas sobre bicicletas eléctricas y su tecnología:**

- \_www.bionx.ca
- \_vehiculoselectricos.nichese.com

## **Páginas web consultadas sobre baterías, reciclaje y contaminación:**

- \_www.ec.europa.eu
- \_www.escrap.com.ar
- \_www.costaricareciclaje.com