

Título Informe de avance del proyecto silla de ruedas para competición

Tipo de Producto Informe Técnico

Autores Socolovsky, Andrés & Stehle, Hernán

Código del Proyecto y Título del Proyecto

A13S17 - Silla de ruedas para competición

Responsable del Proyecto

Socolovsky, Andrés

Línea

Diseño Socialmente Responsable

Área Temática

Diseño

Fecha

Octubre 2014

INSOD

Instituto de Ciencias Sociales y Disciplinas
Proyectuales

UADE 



UADE

TÍTULO DE LA ACYT

Silla de ruedas para competición

Código de la ACyT A13S17

INFORME DE AVANCE

Instituto de Investigación:

INSOD

BUENOS AIRES, ARGENTINA

Octubre 2014

Informe de avance de la actividad científico tecnológica:

“Silla de ruedas para competición”

Equipo de trabajo:

Responsables:

DI Hernán Stehle / DI Andrés Socolovsky

Docente:

Lic. Dis. Ind. y Textil Carla Antonini

Graduado:

Lic. DI Agustín Cristiani

Técnico del laboratorio L401:

DI Marcelo Cioffi

Alumnos:

Facundo Badini

Luis Durán

Giovanna Monopoli

Carla Yozzi

Fundamentación de la ACyT

El mundo de la discapacidad ha recibido un importante incremento de la atención de la opinión pública en los últimos años. Las dificultades y barreras que las personas con discapacidad enfrentan diariamente han pasado a ser expuestas y analizadas desde distintos puntos de vista. Mediante esta concientización, cada vez es mayor la cantidad de profesionales de diversas áreas que se incorpora a la tarea de mejorar las condiciones de vida y bienestar de aquellos que tienen alguna discapacidad.

Estos profesionales (psicólogos, educadores, médicos, asistentes sociales, etc.) trabajan de forma multidisciplinaria en el estudio e investigación en la evaluación e intervención habilitadora y rehabilitadora. Este trabajo mancomunado busca como objetivo el logro de una integración comunitaria plena en todas las edades.

En todos los ámbitos de la vida numerosas investigaciones han constatado que la práctica del ejercicio físico y el deporte provocan en las personas no sólo mejoras físicas, sino también psicológicas. La actividad física adaptada y el deporte son dos fenómenos sociales que tienen una importancia vital en las personas con discapacidad.

La investigación en diseño tiene su propia impronta, implica una forma de indagación “real, reflexiva, abstracta y orientada hacia la acción”. El pensamiento basado en la metodología del diseño tiene la capacidad de “imaginar aquello que aún no existe”.

El Diseño Industrial es una disciplina que pone énfasis en los aspectos proyectuales y ergonómicos al momento de abordar una problemática, por lo tanto puede convertirse en un actor decisivo a la hora de ayudar a los discapacitados a desarrollarse tanto física como intelectualmente.

El deporte adaptado representa una real importancia en el desarrollo personal y social del individuo que lo practica. Uno de los principales beneficios a tener en cuenta es de índole psicológica.

Toda persona con alguna disminución de sus capacidades deberá enfrentar una sociedad construida sobre parámetros “normales”, siendo muchas veces estos parámetros las barreras que diariamente sortear.

El deporte ayudará, en un principio, a abstraerse por momentos de los inconvenientes que esas barreras provocan; además fortalecerá su psiquis (afectividad, emotividad, control, percepción, cognición). Pero lo que es más importante es que el deporte crea un campo adecuado y sencillo para la auto –superación, buscando establecer objetivos a alcanzar para poder mejorar día a día y luego a partir de ellos proyectar otros objetivos buscando un reajuste permanente, un “feed-back”. La auto-superación no sólo acarrea beneficios de índole psicológica sino también social.

Las actividades científico tecnológicas, estrechamente vinculadas a la utilización y práctica en los UADE Labs, constituyen un factor formativo fundamental para la verificación de los

procesos metodológicos proyectuales, que van desde la abstracción y conceptualización a la concreción y materialización de los diseños.

Atletismo adaptado

El atletismo forma parte del programa paralímpico desde los primeros Juegos de Roma 1960. Es la disciplina más numerosa del programa paralímpico y Comprende varias modalidades: los eventos de pista, con distancias de entre 100 y 10.000 metros; los concursos, con saltos y lanzamientos; y el maratón, que se celebra por las calles. Algunos atletas compiten en silla de ruedas, con prótesis o con la ayuda de un guía sin discapacidad visual.

En la Argentina El COMITÉ PARALIMPICO ARGENTINO es el ente máximo, rector y asesor de las manifestaciones de todos los Deportes Paralímpicos y eventos relacionados con el Movimiento Paralímpico del país.

La selección argentina de atletismo sobre ruedas entrena en el CENARD (Centro Nacional de Alto Rendimiento). Esta es dirigida por el ex maratonista multi-campeón Carlos Rodríguez, quién ha dicho en una nota reciente: “Los chicos hacen un `clic` en sus cabezas cuando llegan por primera vez al CENARD. Acá les enseñamos a usar las sillas de lanzamiento y las de carrera. Además aprenden y crecen gracias a que comparten experiencias con otros jóvenes de todo el país”



El entrenador Carlos Rodríguez junto al equipo que dirige, en la pista “Delfo Cabrera” del CENARD.
Fuente: desarrollosocial.gob.ar Fotografía autor desconocido.



Objetivos del proyecto

Diseñar, desarrollar y construir el prototipo de una silla de ruedas para competición en el laboratorio de Diseño Industrial de UADE LABS, aprovechando su equipamiento e infraestructura.

Desarrollar por primera vez dentro de la universidad la tecnología de la Fibra de Carbono para la fabricación del cuadro estructural debido a las ventajas en la relación resistencia-peso que presenta este material.

El prototipo estará basado en los requisitos y exigencias internacionales (Comité Paralímpico Internacional, Athletics Combined Rules).

Trabajar en conjunto con los atletas discapacitados y con las instituciones dedicadas a las capacidades especiales y que ellos aporten su conocimiento y experiencia al proyecto.

Metodología de trabajo propuesta

Las siguientes etapas corresponden a la metodología de diseño que han sido implementadas durante el proyecto.

Etapas 1: Investigación y Análisis

Investigación y relevamiento de datos sobre la actualidad del atletismo adaptado

Análisis del producto respecto al usuario

Análisis funcional y productivo

Etapas 2: Conceptualización y Desarrollo

Hipótesis de trabajo

Planteo de alternativas

Definición del diseño

Etapas 3: Construcción del prototipo

Fabricación de los modelos

Fabricación de los moldes en Fibra de vidrio

El moldeo de las piezas de Fibra de Carbono

La construcción de la estructura metálica

El desarrollo del asiento

Vínculos entre piezas y ajustes

El proyecto requirió la realización de pruebas de materialidad, funcionalidad, factibilidad productiva y documentación que implicaron la realización de:

- Maquetas tridimensionales digitales
- Maquetas de estudio
- Modelos preliminares
- Moldes para la fabricación de prototipos
- Prototipos
- Planos técnicos

1. Investigación y Análisis de la silla de ruedas para competición

1.1 Reglamentos y normativas

La Normativa y Reglamento de Atletismo del Comité Paralímpico Internacional (IPC) tiene las siguientes reglas con respecto a las sillas de ruedas:

1. En las competiciones del IPC (Comité Paralímpico Internacional) las sillas de ruedas deben tener dos (2) ruedas grandes y una (1) pequeña. En todas las competiciones la/s ruedas /s pequeña/s debe estar en la parte delantera de la silla.

2. **Dimensiones de la Silla de Ruedas.** Ninguna parte del cuerpo principal (definido como el plano vertical del borde posterior y las ruedas, incluyendo el asiento) de la silla de ruedas debe sobresalir por delante del eje de la rueda frontal y su ancho no debe exceder el interior de los ejes de las dos ruedas traseras. La altura máxima desde el suelo hasta el cuerpo principal de la silla de ruedas debe ser de 50 cm. Ninguna parte de la silla de ruedas podrá sobresalir más allá del plano vertical del borde posterior de los neumáticos traseros.

3. **Dimensiones de las Ruedas.** El diámetro máximo de la rueda grande, incluyendo el neumático inflado, no debe superar los 70 cm. El diámetro máximo de la rueda pequeña, incluyendo el neumático inflado, no debe superar los 50 cm.

4. Sólo se permite un aro tipo estándar, sencillo y redondo, para cada rueda grande.

5. No se permiten engranajes mecánicos ni palancas que puedan utilizarse para impulsar la silla de ruedas.

6. No está permitido el uso de espejos retrovisores en carreras en pista ni en carretera.

7. Solo se permiten dispositivos mecánicos de dirección impulsados manualmente.

Normativa y Reglamento de Atletismo del IPC 2014-2015 Versión enero 2014

8. En todas las carreras el deportista deberá poder girar la(s) rueda(s) delantera(s) manualmente, tanto hacia la izquierda como hacia la derecha.

9. No está permitido el uso de carenados o mecanismos/aparatos similares diseñados específicamente para mejorar el rendimiento aerodinámico del deportista en la silla de ruedas.

10. Las sillas se medirán e inspeccionarán en la Cámara de Llamadas y, una vez inspeccionadas, no deberán sacarse del área de competición antes del comienzo de la prueba. Antes o después de la prueba los oficiales encargados de la carrera podrán volver a examinar alguna de las sillas ya inspeccionadas.

11. Es responsabilidad del deportista asegurarse que ninguna parte de sus miembros inferiores pueda caerse desde la silla de ruedas al suelo, o a la pista, durante la prueba.

12. Es responsabilidad del competidor comprobar que la silla de ruedas cumpla con lo establecido en las anteriores reglas. No se retrasará ninguna prueba porque un competidor esté realizando ajustes en su silla.

13. Si los Oficiales Técnicos creen que una silla de ruedas y/o el deportista que la utiliza representan un riesgo para la seguridad, podrán descalificar al deportista de la prueba de que se trate.

1.2 Modelos actuales de silla de ruedas.

Se realizó una búsqueda y análisis de los principales modelos de sillas de ruedas existentes en el mercado en la actualidad. Su procedencia, sus características principales, su materialidad y sistema productivo fueron los aspectos principales analizados.

Algunos modelos analizados:



Se analizaron imágenes y videos para entender las condiciones estáticas y dinámicas de la silla de ruedas de competición. La observación de la biomecánica del movimiento y las posturas de uso fueron fundamentales para comprender los mecanismos actuantes y así diseñar correctamente la geometría del prototipo.



Detalles de ruedas y tipos de asientos



Imágenes obtenidas en internet.

1.3 Visita al Centro Nacional de Alto Rendimiento.

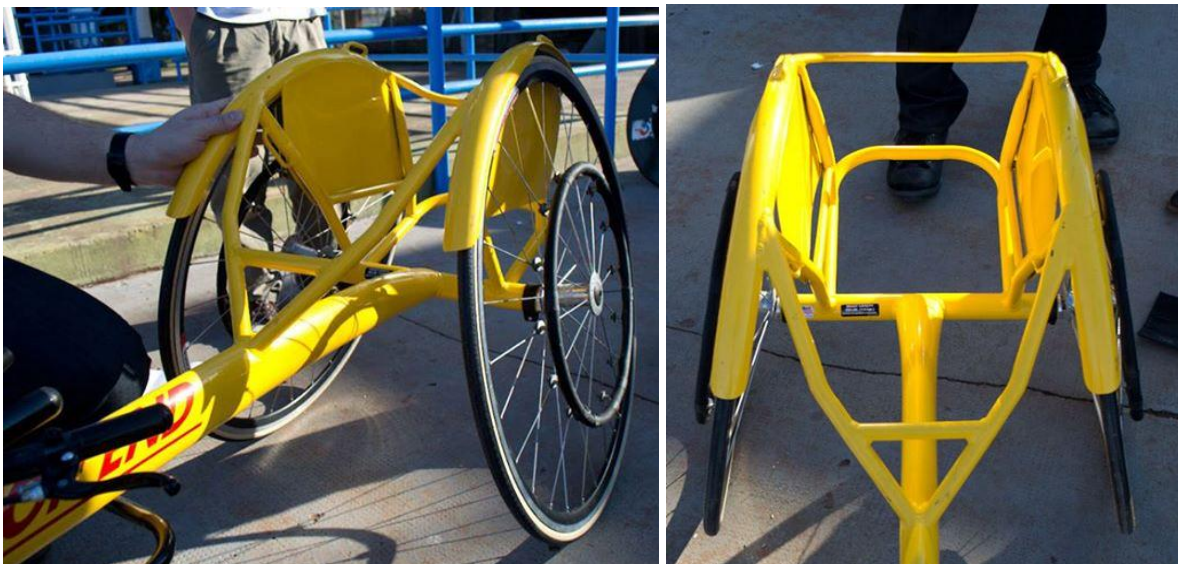
El CENARD es el lugar donde los atletas discapacitados de todo el país se reúnen y entrenan. El lugar tiene la infraestructura y el equipamiento necesario para la práctica de esta disciplina. Al comienzo del proyecto, realizamos una visita al CENARD junto a los alumnos del proyecto, con el objetivo de observar las prácticas, interactuar con los atletas, estudiar y probar en profundidad las sillas de ruedas que ellos utilizan. Imágenes de la visita:



Atletas entrenando.



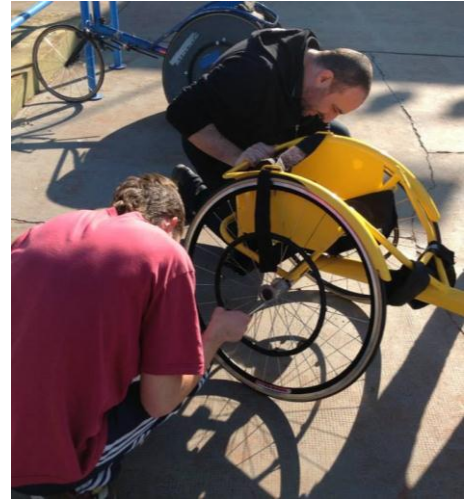
Modelo de práctica que se encuentra en el CENARD.



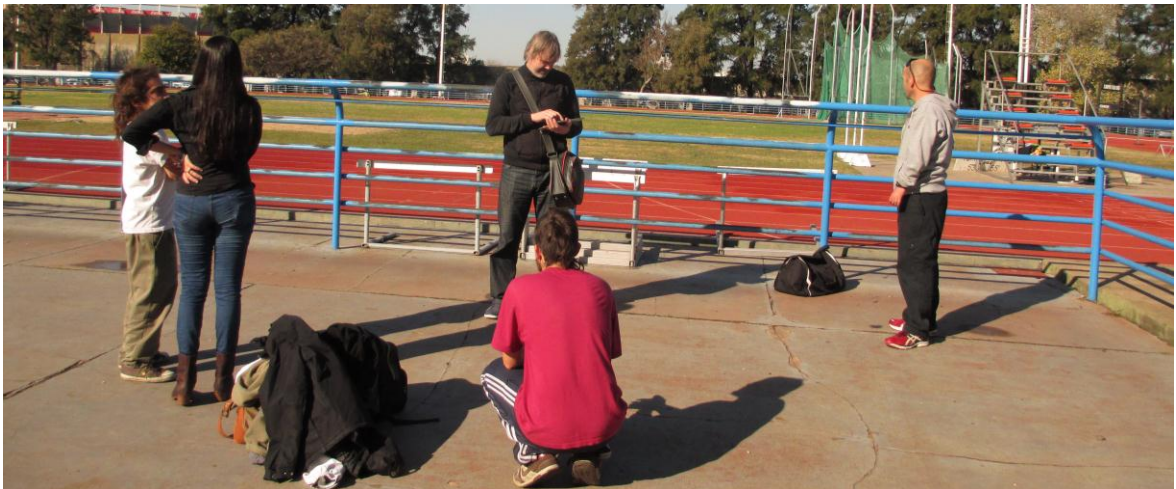
Analizando y midiendo las sillas de ruedas de competición.



Alumnos probando y experimentando el uso de las sillas de ruedas de competición.



Desarmando y armando las sillas de ruedas de competición.



Grupo de alumnos y profesores que visitaron el CENARD.

1.4 Características de la Fibra de Carbono

La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos compuesto principalmente por carbono. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero. La principal aplicación es la fabricación de materiales compuestos. La fibra se embebe en una resina (en general epoxi) que al curar con aplicación de calor, endurece y forma el material compuesto.

Las propiedades principales de este material compuesto son:

- Muy elevada resistencia mecánica, con un módulo de elasticidad elevado.
- Baja densidad, en comparación con otros elementos como por ejemplo el acero.
- Resistencia a agentes externos.
- Gran capacidad de aislamiento térmico.
- Resistencia a las variaciones de temperatura.
- Elevado precio de producción.

Ejemplos y aplicaciones de la fibra de carbono:



Silla de ruedas fabricada en fibra de carbono, extremadamente liviana.
Imagen obtenida de internet



Cuadros de bicicleta fabricados en fibra de carbono, extremadamente resistentes.



Posibilidad de morfologías complejas y agregados de insertos metálicos.
Imágenes obtenidas de internet

Conclusiones principales de la primera etapa de trabajo

- 1) Las sillas de ruedas que se encuentran actualmente en el mercado presentan muchas diferencias constructivas entre sí. Esto se debe a que cada usuario tiene necesidades particulares y los modelos se deben customizar y ajustar. Varían en la forma de su estructura metálica y existen distintos sistemas para que el atleta se acomode en ella.
- 2) Durante el relevamiento no encontramos ninguna silla de ruedas cuyo cuadro estructural estuviera construido en fibra de carbono.
- 3) No existe una fábrica nacional de silla de ruedas de competición.
- 4) En el CENARD hay disponibles 3 sillas de competición y son compartidas por los deportistas. No es común que cada uno tenga su propia silla, principalmente por una cuestión de costos. Estas sillas no tienen la posibilidad de ajustarse a cada usuario, por lo tanto los atletas utilizan en su entrenamiento sillas no adaptadas.

2. Conceptualización y Desarrollo

2.1 Hipótesis de trabajo

Luego de la investigación y el análisis realizado pudimos trazar varios ejes conceptuales para guiar nuestro proyecto.

- 1) La visita al CENARD nos permitió entender la oportunidad de diseño que representaba desarrollar un modelo de silla de ruedas adaptable a los distintos requisitos de los atletas.

Esta adaptabilidad podía estar dada en la zona que el atleta se ubica en la silla (asiento y estructura metálica y) y no en el cuadro principal (Fibra de carbono) reduciendo los costos de producción.

De esta manera se puede diseñar un solo cuadro principal con un sistema de vinculación desmontable y varias estructuras metálicas ajustadas a las necesidades particulares de los atletas.

- 2) La Fibra de Carbono nos brinda resistencia y ligereza, ambas propiedades importantes en este producto.

Las posibilidades formales de este material al moldearse son muy amplias y nos permiten diseñar con una continuidad morfológica entre las distintas partes del conjunto. Esto no es posible en las actuales sillas realizadas en metal.

Moldear la Fibra de Carbono es complejo y exige varias etapas. El laboratorio cuenta con el equipamiento e infraestructura necesaria para realizar los modelos y los moldes necesarios para trabajar este material.

Si bien los costos son mayores y hay mayores desafíos productivos, la realización del cuadro principal de la silla de ruedas de competición nos brinda ventajas tecnológicas y formales.

2 .2 Planteo de alternativas

Una vez finalizada la etapa de investigación y análisis, se inició el proceso de diseño y desarrollo de propuestas formales y técnicas de la silla de ruedas de competición.

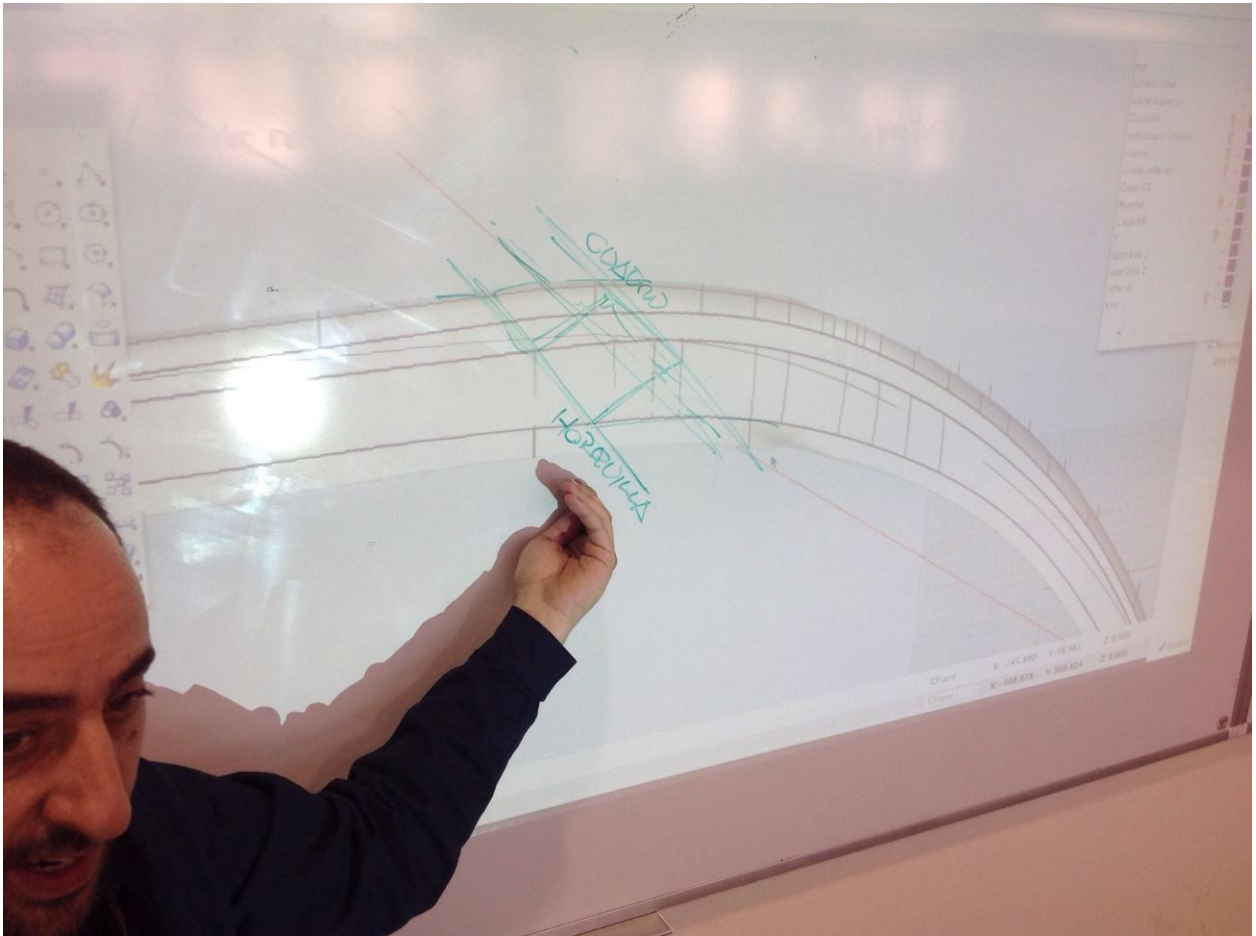
Se realizaron reuniones de trabajo con todo el equipo. Se definieron las ideas generales del producto, planteando distintas alternativas formales. El objetivo fue aprovechar las posibilidades morfológicas que brinda la fibra de carbono combinado con la búsqueda de resistencia y aerodinámica.

Los alumnos se dividieron en grupos para diseñar propuestas, desarrollando maquetas de estudio a escala para poder definir y visualizar las alternativas.

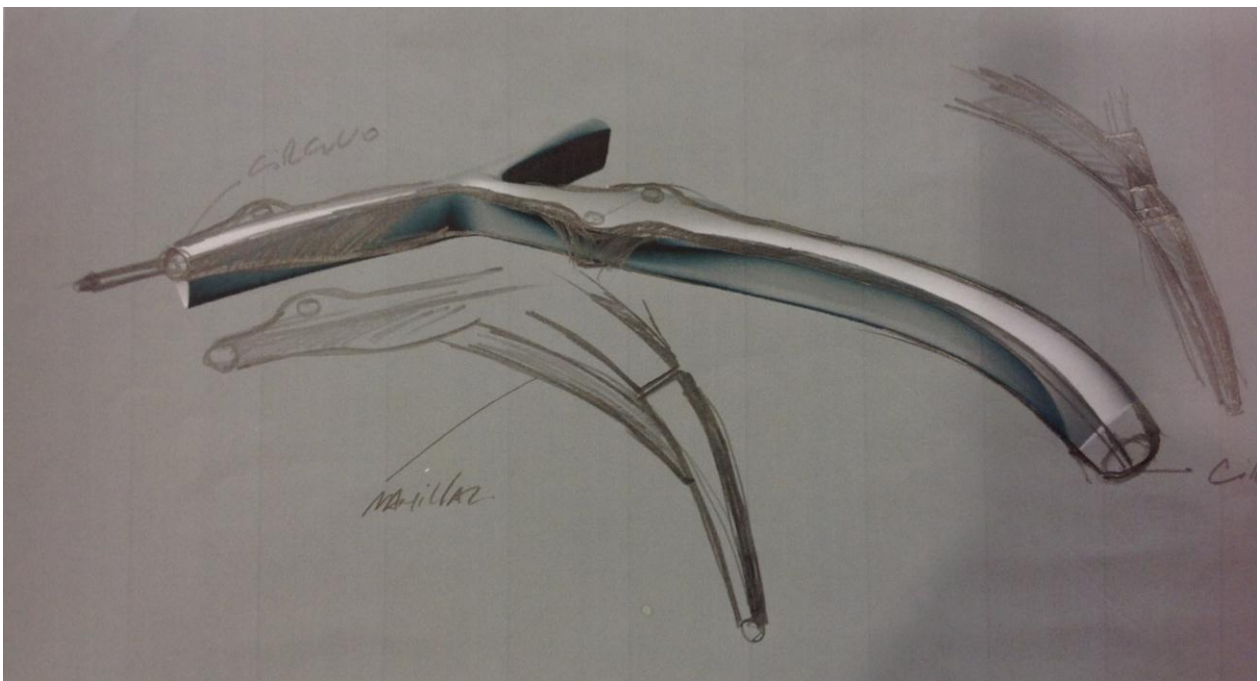
Para definir el diseño, y como esquema central del proyecto, se establecieron 3 partes principales de la silla, integrada por el cuadro, la horquilla y la caja estructural. De esta manera, se inició el planteo de alternativas de vinculación entre las distintas partes y, a su vez, cómo se relacionarían en términos formales, teniendo en cuenta que había que trabajar con distintas tecnologías y distintas materialidades.



Reunión de trabajo.



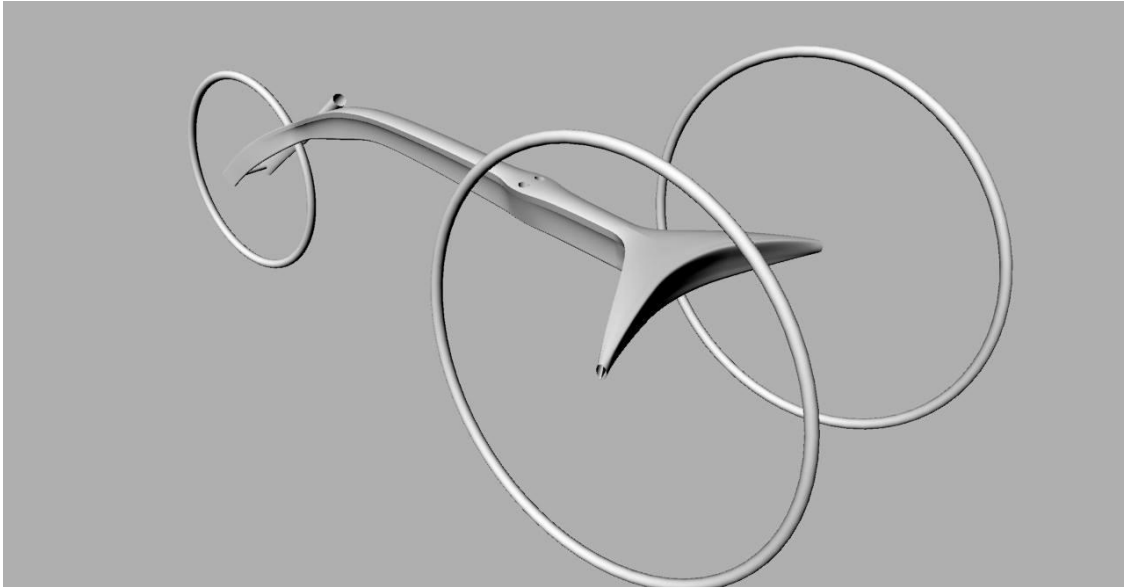
Discusión de ideas.



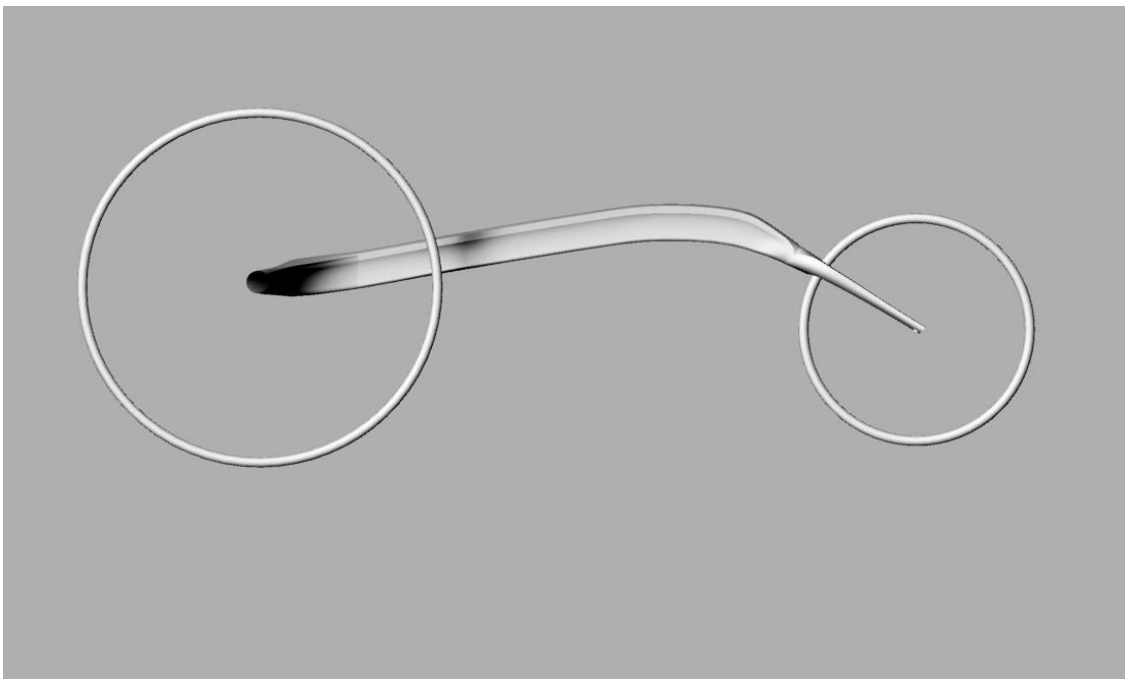
Primeras propuestas.

2.3 Definición del diseño

A medida que se fue avanzando con las propuestas, se fueron definiendo detalles y tomando los mejores aportes de cada una, encausándolas en una única propuesta, que nos permitió trabajar más concretamente, ultimando detalles y modelando digitalmente la pieza.

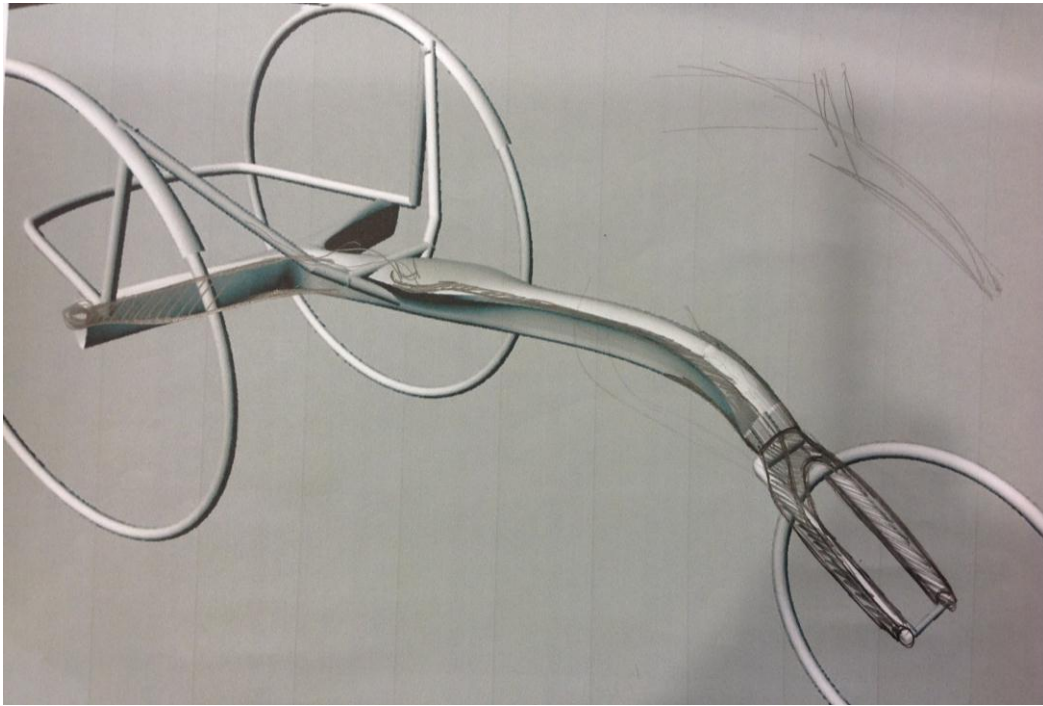


Modelado 3D de las propuestas.

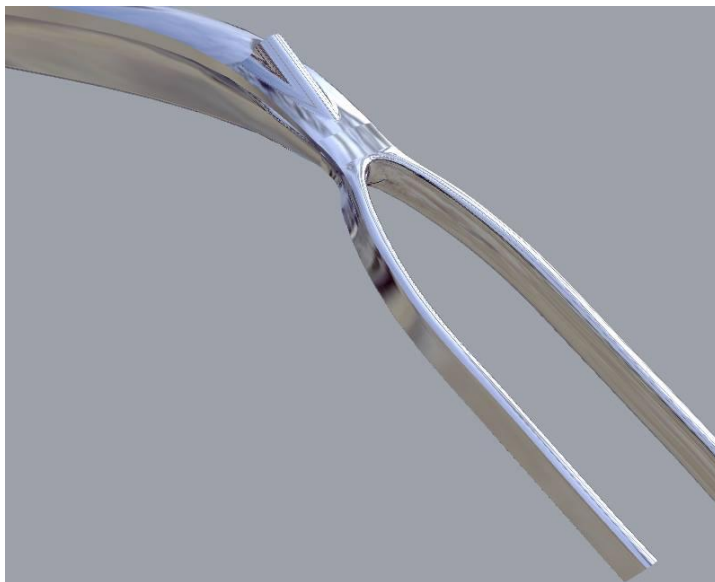


En este proceso, también hubo que definir el tipo de vinculaciones entre las distintas partes. Si deberían ser permanentes o intercambiables, cómo se iban a insertar en la fibra de

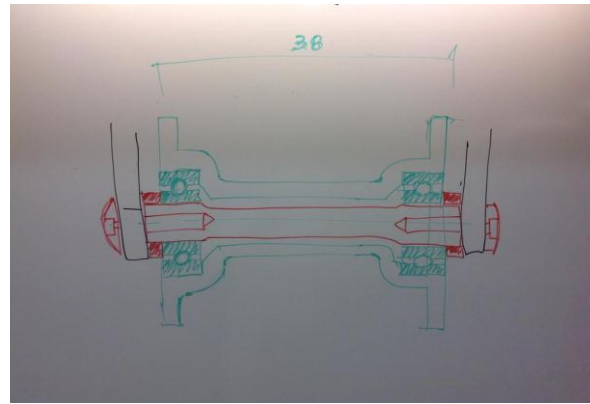
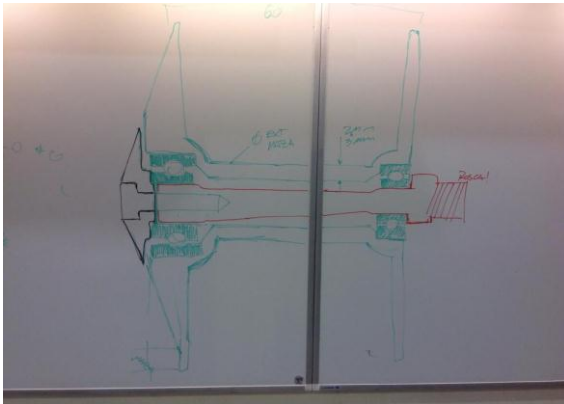
carbono y con qué tecnología habría de realizarse, para interferir lo menos posible en el peso del producto, cuya liviandad siempre fue uno de los objetivos prioritarios.



Definición de los tipos de vinculación.



Detalle del vínculo de la horquilla.



Definición de detalles.

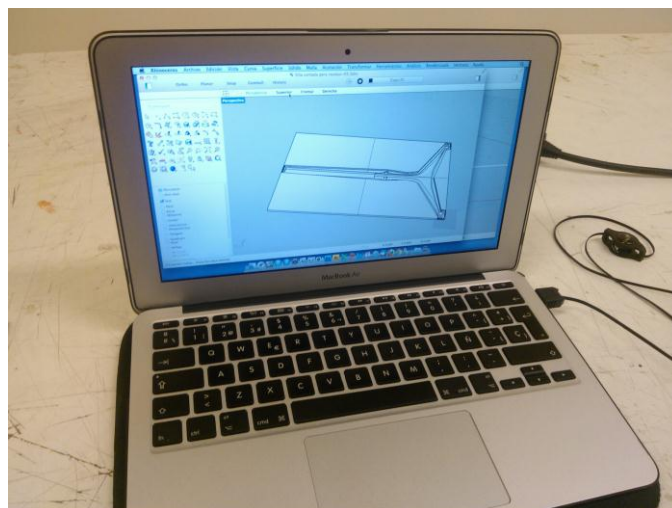
Etapa 3: Construcción del prototipo

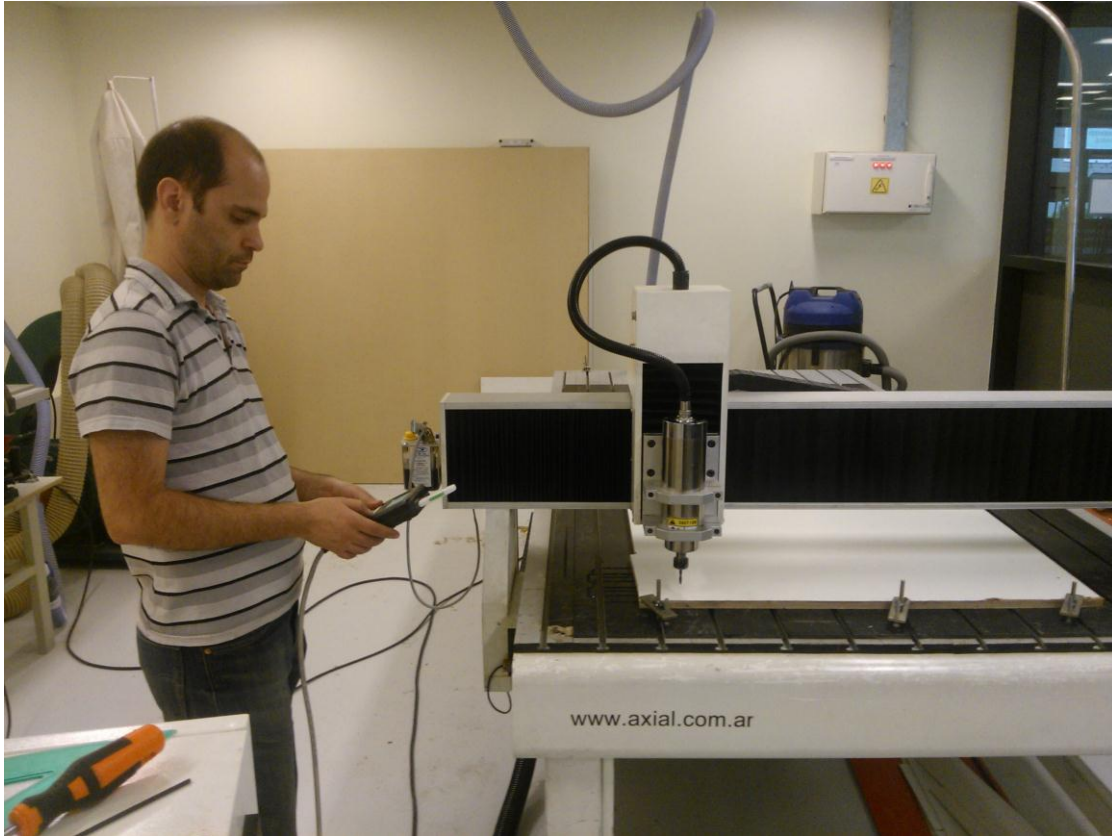
3.1 Fabricación de los modelos

Utilizando los archivos generados en computadora, se comenzó con la construcción del prototipo. En primer lugar se rutearon piezas en poliestireno expandido y en madera para poder construir el modelo que es el primer paso necesario para poder fabricar los moldes que servirán para hacer el moldeado de la Fibra de Carbono.

Para ello se utilizó la Máquina fresadora que se encuentra en los laboratorios de Diseño Industrial. Esta fresadora de tres ejes nos permite trabajar y modelar piezas en tres dimensiones como se puede observar en la siguiente secuencia:

Se utilizaron distintas fresas que la máquina provee para lograr el detalle y la precisión requeridos. Esto llevó varias horas de trabajo de la máquina hasta concluir el trabajo. Esta etapa técnica del proyecto fue realizada por el técnico del laboratorio L401 DI Marcelo Cioffi.





El técnico del UADE Labs L401 programando el router.



Fresando la horquilla en poliestireno expandido.



Fresando el cuerpo principal en MDF.





Finalización del fresado del cuerpo principal en MDF y poliestireno expandido.





El modelo terminado.



Primera prueba de unión de partes.

Una vez fresadas las piezas principales del modelo fue necesaria su preparación para generar los moldes. Se unieron, masillaron y pintaron.



Pintando en la cabina de pintura





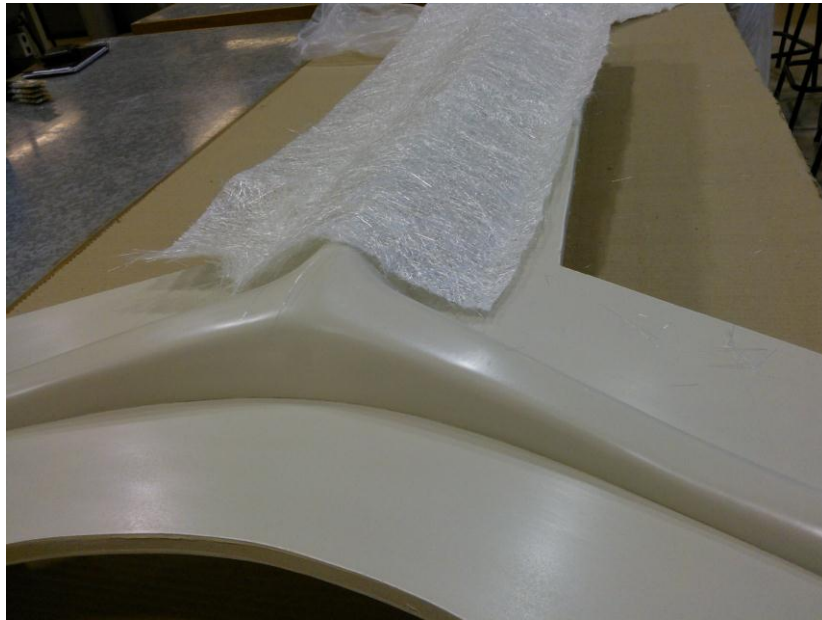


La capa de pintura garantiza un modelo sin detalles de terminación.



3.2 Fabricación de los moldes en fibra de vidrio

Una vez concluido el modelo, que es la exacta réplica del cuadro, estos son utilizados para construir las matrices en fibra de vidrio. Están compuestas por dos mitades entre las cuales se alojará la fibra de carbono. Esta matriz luego de ser moldeada debió ser trabajada superficialmente para asegurar un acabado completamente uniforme.

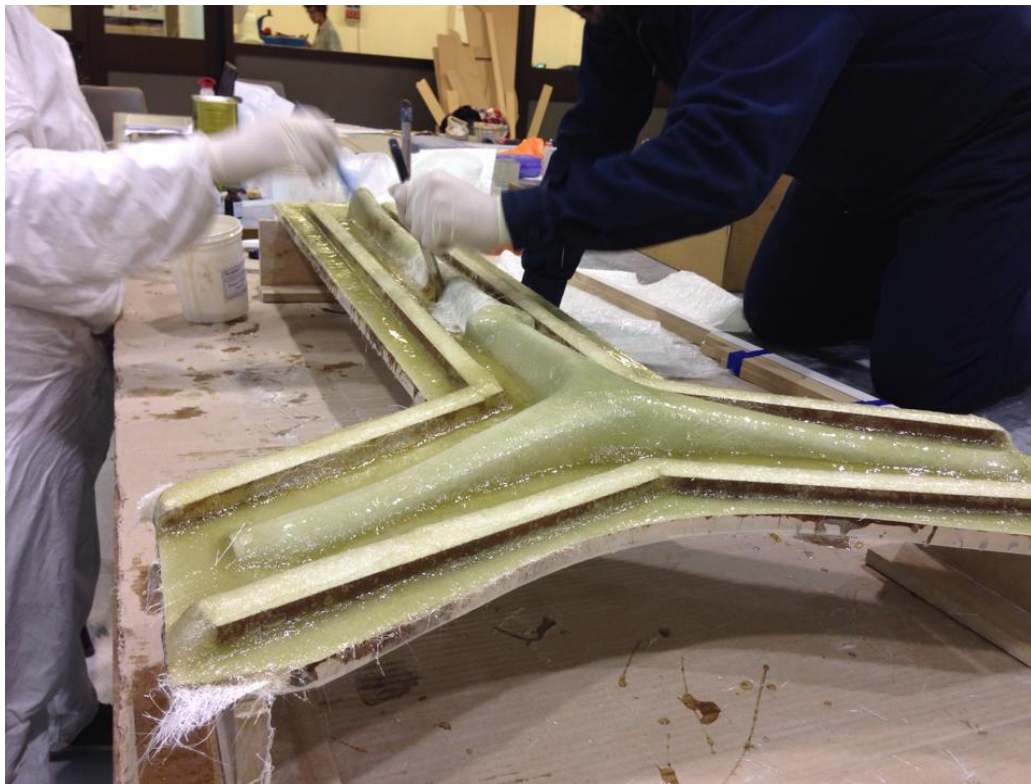


Comenzando la laminación del molde.





Laminación de la fibra de vidrio.





Se laminaron 6 capas de fibra de vidrio para obtener la resistencia necesaria.

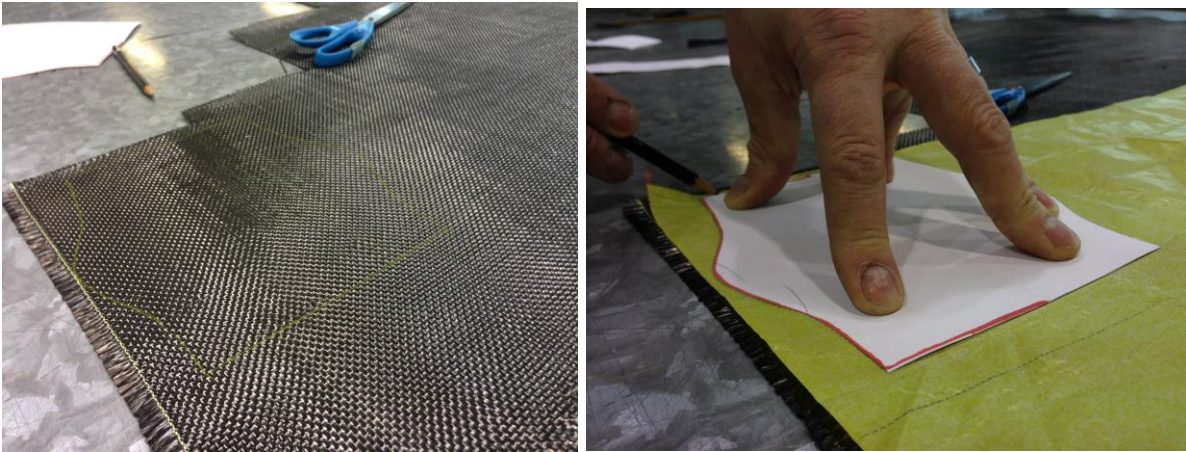


3.3 El moldeo de las piezas de Fibra de Carbono

La fibra de carbono es un material compuesto por un textil que debe impregnarse con resina para que al endurecerse, el material adquiriera resistencia. Existen distintos tipos de textil, siendo la más idónea para este trabajo la fibra denominada 3k por la densidad de trama que tiene. El otro componente que se utiliza es la resina epoxi que tiene muy buena resistencia mecánica y poca contracción al curar.

La última etapa y la más difícil de realizar para la construcción del cuadro consistió en laminar con 4 capas de fibra de carbono el molde que se había construido, más una capa de refuerzo en las zonas de tensión.

En primer lugar se cortaron las piezas que iban a formar parte del cuadro.



Mediante moldes se cortaron todas las partes de la fibra de carbono.

Luego comenzó la etapa de laminación. Esta consiste en colocar la fibra de carbono en los moldes y luego embeberlo en la resina.



Colocación pieza por pieza dentro del molde



Primera capa de laminación.



Reforzado con nuevas capas.





La horquilla también se laminó mediante el mismo proceso.



Para lograr la perfecta copia del molde, se diseñó un sistema de vejigas inflables que garantizaban, mediante la presión desde dentro, la exacta copia de la fibra sobre el molde.

Una vez laminado, se colocaron las vejigas, se cerraron las dos mitades del molde y se inflaron para presionar la fibra contra las paredes del molde.



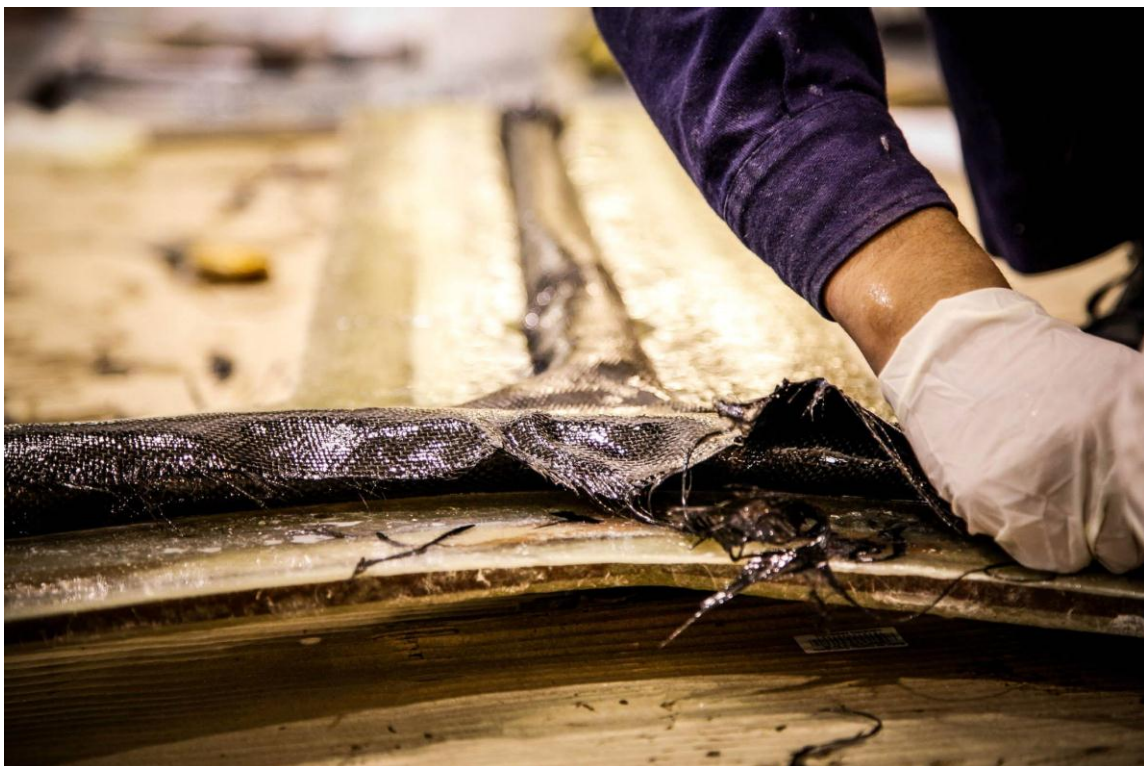
Colocación de las vejigas en el molde.







Cerrando el molde.



La última etapa del moldeo consiste en colocar el molde en un horno a 40 grados durante 24hs. y así lograr el correcto curado de la pieza.



Una vez realizado todos estos pasos, los moldes fueron abiertos, se evaluaron el estado de las piezas y se comenzó a trabajar en las etapas de preparación de las piezas, incorporación de vínculos metálicos y los ajustes entre piezas.



Abriendo los moldes.







Desmoldando el cuadro principal.





Desmoldando la horquilla. Esta tarea requiere precisión y una delicada operación ya que la pieza suele encontrarse agarrada al molde y esta debe salir sin quebrarse.



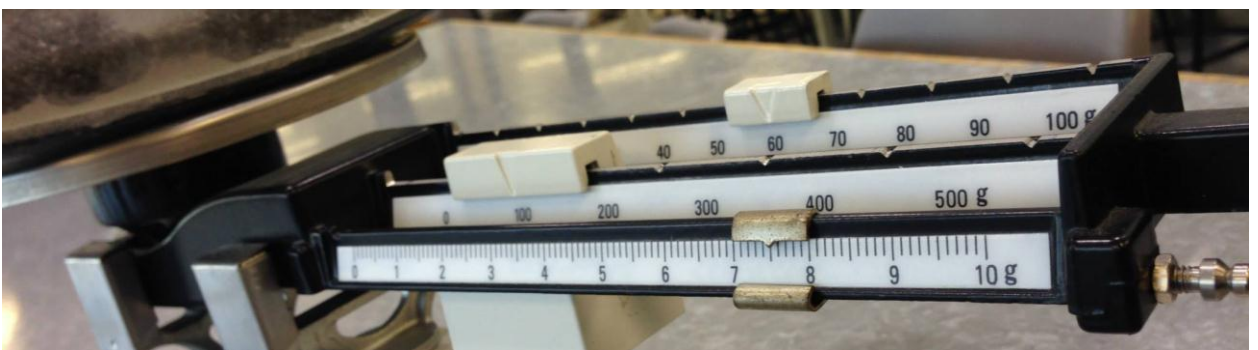


Desbarbando las piezas, ya que estas salen del molde con excedente de material.





Se pesaron las piezas.



167,5 gr.



Cuadro y horquilla finalizados. Pesaron en conjunto 660gr.



3.4 La construcción de la estructura metálica

La estructura metálica se construyó en los laboratorios usando la dobladora de caños y la cortadora sensitiva, entre otras herramientas:

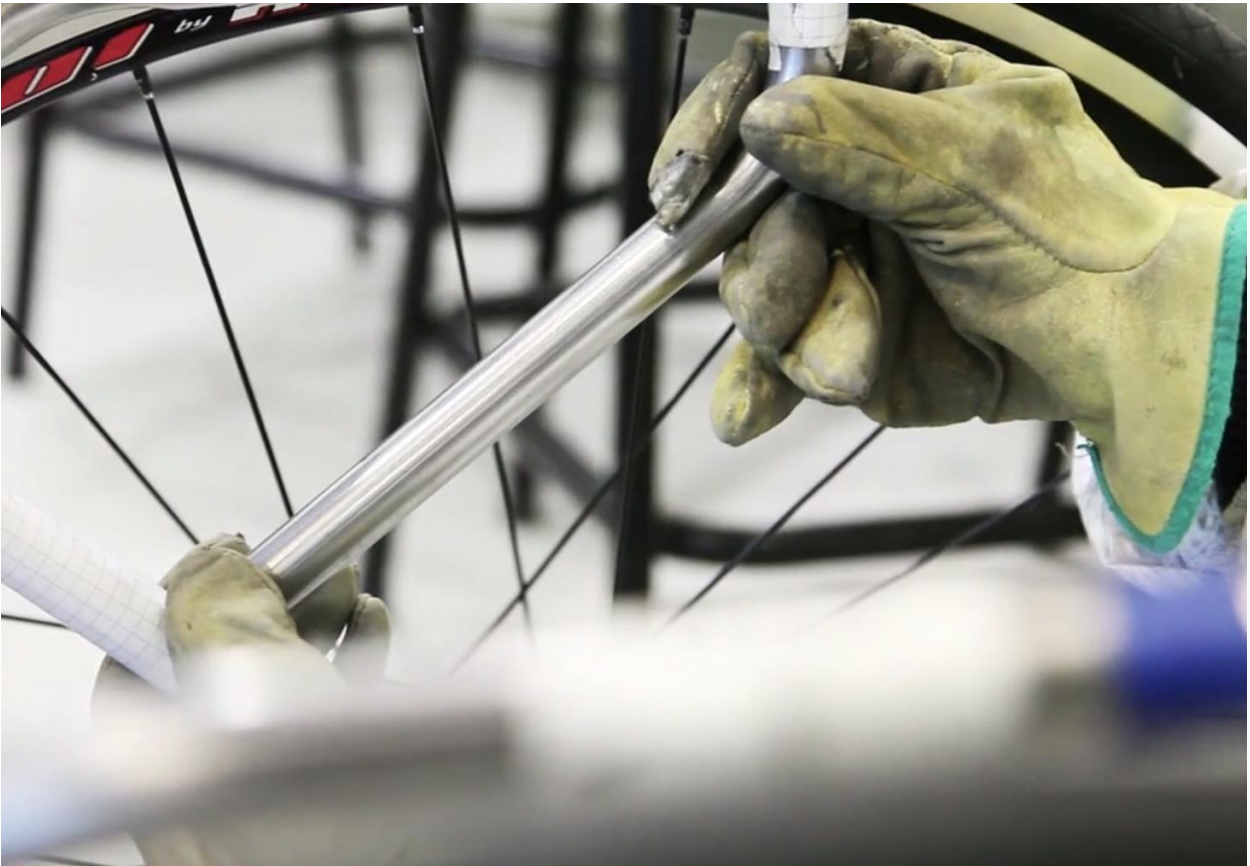


Midiendo, doblando y ajustando los caños metálicos.





Probando y ajustando la estructura.





La estructura finalizada antes de soldarla.

3.5 La construcción del asiento

Para realizar el diseño, se confeccionó una molderia acorde a la estructura realizada y prototipos de prueba, luego así pudo realizarse la confección del asiento -acolchado y reforzado- para la silla de ruedas. En este contamos con la ayuda de la docente del departamento de diseño textil e indumentaria Carla Antonini. Se utilizó goma espuma de alta densidad, avíos, hilos y textiles resistentes a las fuerzas involucradas en el deporte.



Se realizaron moldes y se confeccionó un primer modelo.





El modelo terminado.



3.6 Vinculación entre partes, ajustes finales.

La última etapa del proyecto consistió en desarrollar todos los vínculos entre las piezas, logrando que estas calcen perfectamente. Se armaron las ruedas, se tornearon las mazas y los movimientos. Finalmente se pintó el modelo.

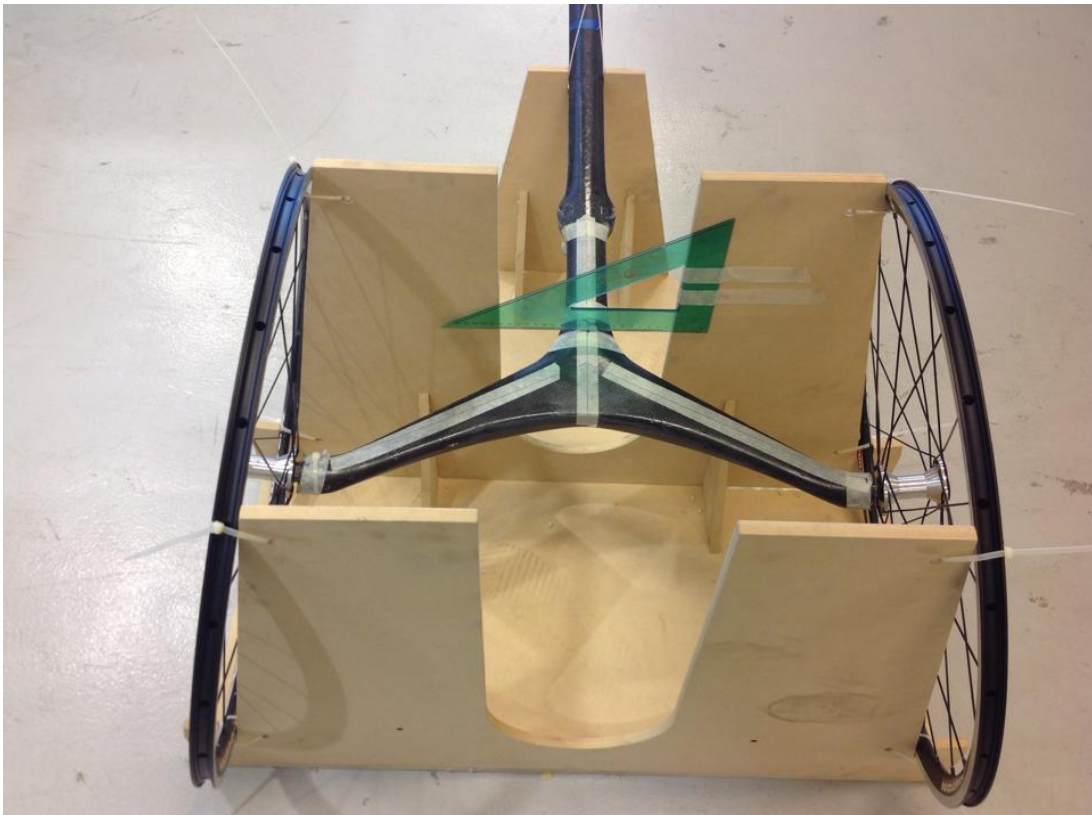


Mecanizado y torneado de mazas y movimientos.





Dispositivo desarrollado para colocar y alinear correctamente las ruedas.



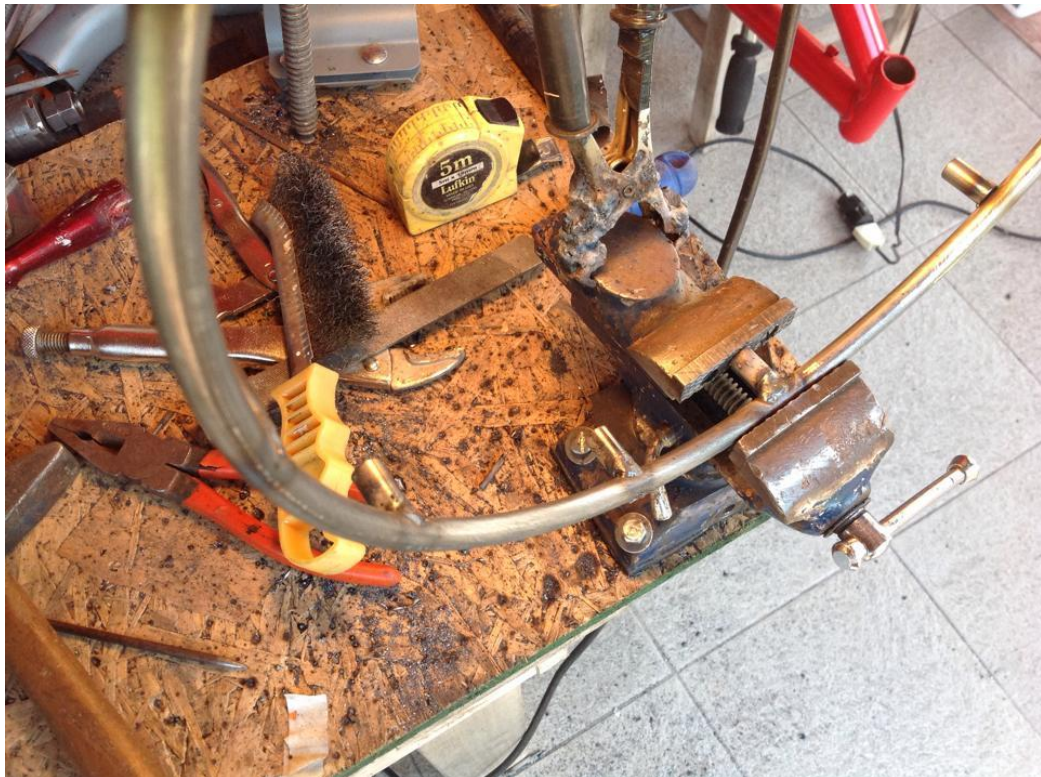


Colocación de vínculos entre piezas.





Soldado los aros de empuje.





Pintado del cuadro en la cabina de pintura.



Vínculos finalizados. Armado final del prototipo.





Prototipo finalizado.



Equipo de trabajo: De izq. A derecha, Carla Yozzi, Giovanna Monopoli, Facundo Badini, Luis Durán, Andrés Socolovsky, Hernán Stehle. Foto: Agustín Cristiani

Conclusiones finales

El prototipo presentado de la silla de ruedas de competición es el resultado de 17 meses de trabajo intenso. En este tiempo, entre varios aspectos importantes a mencionar, el más destacable es el equipo de trabajo que se conformó entre alumnos, técnicos y docentes que dedicaron mucho tiempo y esfuerzo a la concreción de este primer prototipo.

Trabajar con nuevos materiales y nuevas técnicas productivas significó un gran desafío que muchas veces a lo largo del proceso demandó nuevos aprendizajes y algunas veces retrocesos, que fueron necesarios para luego seguir avanzando.

A nuestro entender esta investigación es un primer paso, abre un camino en cuanto al desarrollo de piezas de fibra de carbono en nuestra universidad ya que estas primeras han sido diseñadas y producidas con éxito íntegramente en los laboratorios de diseño industrial de UADE y esto nos permite pensar en la continuidad de este tipo de experiencias por su alto valor innovativo y tecnológico.

Realizar proyectos con impacto social, como sucedió en este caso, siempre es gratificante y esperamos que el resultado de esta actividad científico tecnológica sirva para contactarse con las instituciones y las personas que puedan sacar provecho de toda esta experiencia.

Agradecimientos

Centro Nacional de Alto Rendimiento (CENARD)

Emiliano Ducatenzeiler (Prof. de Educación Física que nos asesoró)

Eduardo Bianchi (Piezas torneadas)

Fernando Alabisi (Cámaras de bicicleta)

Y especialmente al director del Área de diseño y de la carrera de Diseño Industrial Federico Mangiaterra por todo su apoyo a lo largo del proyecto.

Anexo digital

Presentamos en formato digital la siguiente información:

- 1) Video del proceso de diseño y producción del prototipo de la silla de ruedas de competición.
- 2) Audio de la entrevista radial realizada en FM Ciudad.
- 3) Videos de los procesos productivos realizados en el laboratorio de diseño industrial L401
- 4) Carpeta con imágenes complementarias de todas las etapas de desarrollo y producción.