



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela superior de Ingeniería del Diseño
Master en Diseño y Fabricación Asistidos por Computador
(CAD-CAM-CIM)

Trabajo fin de Master

Desarrollo del Styling del vehículo Formula Student UPV



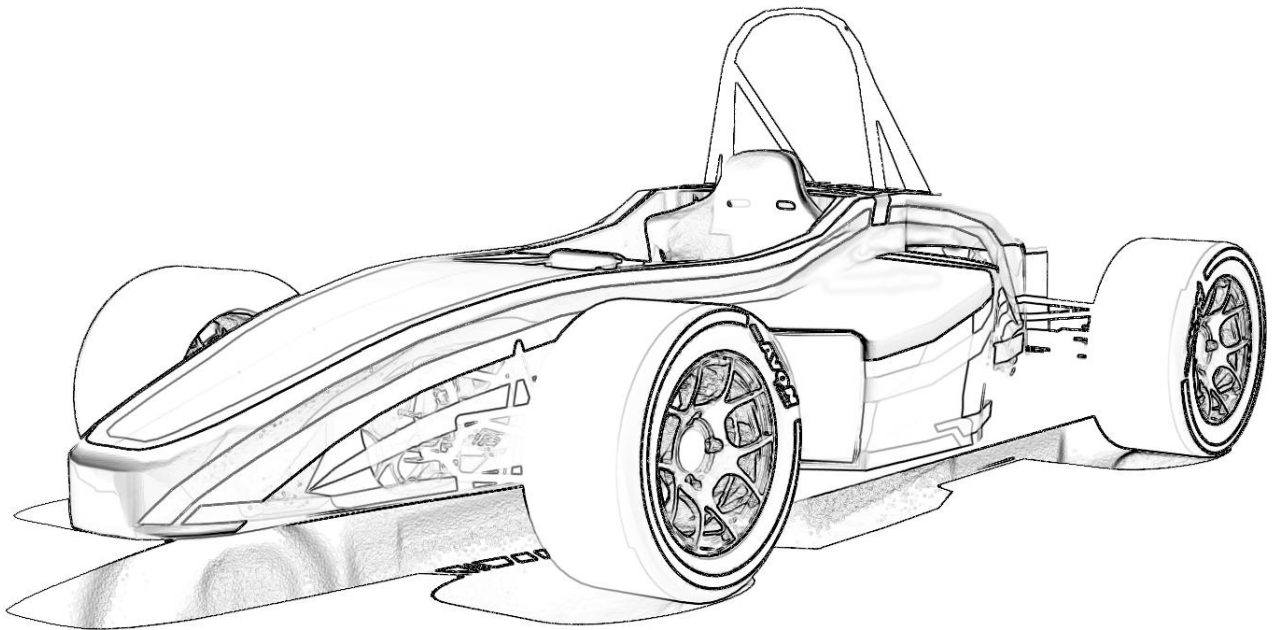
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Alumno: Marta Sabio Escolano
Tutor: Manuel Martínez Torán

Valencia, Septiembre 2014

Desarrollo del Styling del vehículo

Formula Student UPV



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	7
1.1 ENFOQUE DE LA TESINA	7
1.2 FORMULA STUDENT	8
1.3 EQUIPO	9
2 MARCO TEÓRICO	12
2.1 HISTORIA COMPETICIÓN	12
2.2 DISCIPLINAS	14
2.3 CATEGORÍAS	14
3 INVESTIGACIÓN DE MERCADO	17
3.1 ANTECEDENTES	17
3.2 MICHIGAN 2012	21
3.3 EL CHASIS	23
3.4 RESTRICCIONES FORMULA SAE	24
4 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	28
4.1 FASES DEL PROYECTO	28
4.2 ORGANIZACIÓN PROYECTO EN MS-PROJECT	33
5 DESARROLLO	38
5.1 BOCETOS	38
5.2 MODELO CAD	40
5.3 MEDIDAS MONOCASCO	40
5.4 COMPONENTES	41
5.5 EVENTOS MARKETING	48
5.5.1 RENDERS CARTEL CHARLA ADE	48
5.5.2 RENDER EXPOSICIÓN AERODINAMICA ALERON	49
5.5.3 INFOGRAFÍAS 3D	50
5.5.4 PRESENTACIÓN FORMULA STUDENT UPV	51
5.5.5 VIDEO TEASER FORMULA UPV	52
6. PROTOTIPO	55
7. EVALUACIÓN DISEÑO	58
7.1 COMPORTAMIENTO AERODINÁMICO CARENADO	59
7.1.1 TUNEL DE VIENTO	59
7.1.2 SIMULACIÓN TUNEL DE VIENTO	61
7.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	66
7.2.1 SIMULACIÓN	66
7.2.2 CONCLUSIONES OBTENIDAS	72
8 CONCLUSION	74
9 FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN	75
10 BIBLIOGRAFIA	76

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo se presenta en ocho apartados, en los cuales se pretende recapitular cada una de las colaboraciones realizadas, para un equipo de jóvenes universitarios con un objetivo muy claro, el de conseguir elaborar un vehículo Formula Student, para la competición Formula SAE, en un tiempo record de dos años.

Se trata de un proyecto en su fase inicial, y mi colaboración se realizó en lo referente a la disciplina de diseño. Para llevarlo a fin he recurrido a la herramienta de software Nx, 3Dstudio y Ms Project.

El elemento clave, fue la continua comunicación con los miembros del equipo, el cual se encontraba muy bien organizado y siempre en continuo avance. Gracias a esta comunicación se consigue materializar de forma gráfica el diseño exterior de un vehículo adaptado a las normativas de la competición y contribuir en el marketing del equipo, para que cada reunión o evento vaya acompañado de una imagen llamativa de un futuro producto a fabricar.

De este modo en el proyecto, tras una breve introducción, se pretende mostrar los diferentes avances que se han ido logrando en el diseño del monoplace. Además de realizar una breve introducción en el mundo de análisis por elementos finitos, analizando por un lado el vehículo en un túnel de viento y por otro realizando un cálculo estructural del mismo.

ABSTRACT

The development of this work is presented in eight chapters, each chapter will sum up each of the contributions made, for a group of university students, with a very clear objective, to develop a Formula Student vehicle for the Formula SAE competition, in a record time of two years.

This project is at its initial stage, and my contribution to the project was carried out during the design phase. The softwares used for the development of this project are Nx, 3Dstudio and Ms Project.

The key element of the project was the continuous communication between the team members, which was very well organized and always showed continuous progress. Thanks to this communication we have achieved to graphically materialize the exterior design of a vehicle adapted to the regulations of the competition and contributed with the marketing of the team, so that each meeting or event is accompanied by a striking image of a future product to be manufactured.

In this way the project, after a brief introduction, intends to show the different advances that have been achieved in the design of the car. As well as make a brief introduction to the world of finite element analysis, analyzing on one hand the vehicle in a wind tunnel and on the other carrying out its structural calculation.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

2D	2 dimensiones
3D	3 dimensiones
CAD	Diseño asistido por ordenador
CAE	Fabricación asistida por ordenador
CAM	Ingeniería asistida por ordenador
CFD	Computational Fluid Dynamics
EEUU	Estados Unidos
FEM	Modelo de elementos finitos
JPG	Point Photographic Experts Group
SAE	Society of Automotive Engineers
STA	Sociedad Española de Ingenieros de Automoción



INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ENFOQUE DE LA TESINA

La siguiente tesina va enfocada a la elaboración del Styling de un monoplaça. Este va destinado a participar en la competición Formula Student, la cual más adelante se explica en detalle.

Para ello me comprometí a realizar el diseño adecuado al vehículo que el equipo quiere llevar a cabo, adaptando este a los avances que el equipo vaya realizando, en el momento de mi participación el equipo se encuentra en sus comienzos y apenas hay más que ideas. Por lo tanto, en primer lugar se realizó un estudio del estado del arte, se determinaron los aspectos fundamentales a tener en cuenta en el diseño y se asimilaron las distintas tendencias. Al mismo tiempo se realizó un estudio de las normas de la fórmula SAE.

El styling del vehículo forma parte de una de las disciplinas estáticas, la cual puntúa dentro de la competición, dentro de esta se cataloga en la ingeniería del diseño. Es un factor importante la estética del coche tanto para superar la competición exitosamente, como previamente para conseguir financiación, sponsors... y lograr mostrar el vehículo que se llevará a cabo de la forma más atractiva y representativa posible. Además de ir adaptándolo a los componentes y cambios que se presentan.

Es por eso que me implico en ayudar en todo lo que sea necesario, ajustándome a los tiempos del equipo y adaptándome a sus necesidades. Con el fin de conseguir elaborar un diseño competitivo y llamativo que consiga ser atractivo y de calidad, colaborando en la página web y diferentes eventos.

Una de las principales motivaciones para participar con el equipo es la satisfacción personal por diseñar un formula. Es una gran oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos como diseñadora industrial, a un proceso de diseño real, desarrollando destrezas, ingenio y capacidades adquiridas hasta el momento. Al igual que considero productivo el alcanzar mi trabajo final de master a partir de una labor en equipo, adquirir una comunicación fluida, de modo que se llegue a expresar en los diseños todo aquello que hasta el momento tenga el equipo.

1.2 FORMULA STUDENT

La Formula Student es una competición automovilística, organizada por SAE International. Es una carrera internacional universitaria en la que los estudiantes deben diseñar, fabricar y pilotar un vehículo monoplace tipo fórmula.

Durante la competición se simula una situación real en la que una empresa de diseño contrata a un equipo de estudiantes para diseñar, fabricar y poner a punto un prototipo de vehículo tipo fórmula. Los hipotéticos compradores son corredores semi-profesionales o amateur y se pretende que el vehículo satisfaga unas prestaciones elevadas en aceleración, frenada y estabilidad, además de ser económico, manejable y fiable, valorando igualmente otros factores como la estética y el confort.

Esta competición, la cual promueve la excelencia en ingeniería, fue fundada en 1981 bajo el patrocinio de la Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE, Society of Automotive Engineers). La FS es el desafío más importante dentro de su tipo. En ella los estudiantes pueden mostrar sus avances a empresas como; Airbus, Autodesk, Honda Racing F1 Team, Learning Grid, National instruments, Rs Components i Shell... Y ser reconocidos e incluso contratados por ellas.

Aporta a los estudiantes una experiencia real en el diseño y la construcción y las negociaciones en la industria automovilística. Les enseña a trabajar en equipo, bajo presión y con unas fechas de entrega estrictas. La organización ofrece a los participantes la máxima libertad y flexibilidad a la hora de realizar los diseños de los monoplaces, con el objetivo de que los estudiantes puedan expresar su creatividad e ingenio.



Imagen 1. Equipos Formula SAE

1.3 EQUIPO

El proyecto de Formula Student en la UPV nació ,en Octubre de 2012, de un grupo de alumnos de Ingeniería Aeroespacial de Universidad Politécnica de Valencia, que buscaban introducirse de lleno en el apasionante mundo de la Formula Student. Estos alumnos han conseguido reunir un equipo de estudiantes preparados en diferentes disciplinas y motivados en el mundo de los monoplazas.

La filosofía del equipo está basada en tres valores fundamentales: voluntad, dedicación y sacrificio. Gracias a esto, se consigue que personas que trabajaban en diferentes ámbitos dentro de la universidad sean capaces de trabajar a la par y de lograr continuas metas.

Los promotores del nuevo equipo FS UPV, tienen como principal norma que el proyecto, el cual fue iniciado por estudiantes, y debe mantener siempre esta autoría durante su vigencia, la cual esperan sea duradera.

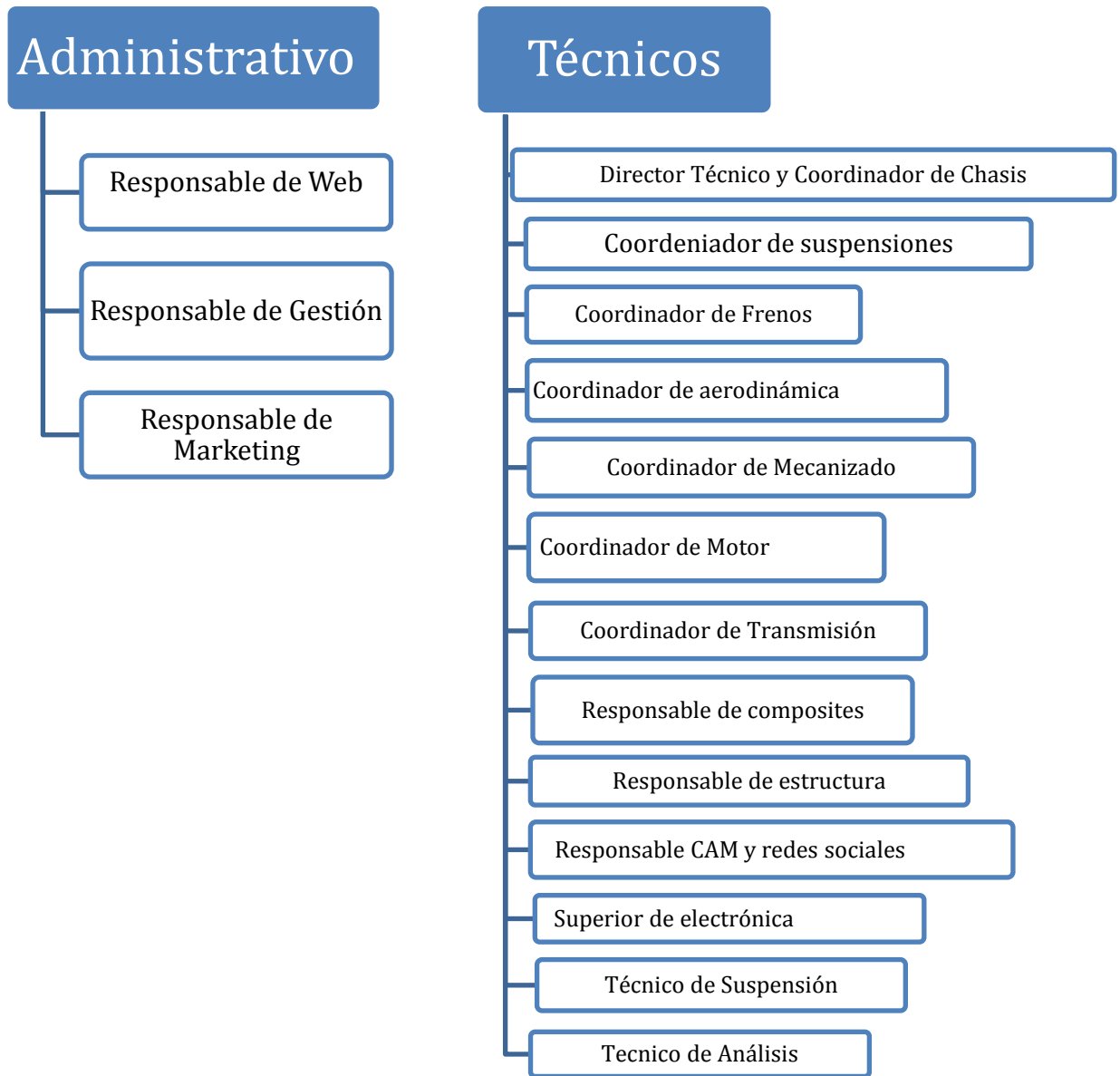
Con la creación del equipo FS UPV no solo se busca participar y pelear por la competición de Formula Student, se persigue superar este reto. Esta participación en la competición supone un gran paso como futuros ingenieros así como para la Universidad Politécnica de Valencia.



Imagen 2. Equipos Formula SAE UPV

La parte más complicada para estos alumnos fue la gestión organizativa y humana del proyecto. Se trata de un proyecto que engloba todas las áreas técnicas y administrativas, todo realizado exclusivamente por unos 30 estudiantes. Por lo que llevar una correcta gestión de los tiempos y de los recursos humanos es sin duda la labor más difícil de este proyecto.

El equipo está formado por estudiantes, muchos colaborando y otros organizando cada mecanismo del coche. A continuación se esquematiza, en el siguiente organigrama, los miembros encargados de organizar cada sección:





MARCO TEÓRICO

2 MARCO TEÓRICO

En este apartado se pretende mostrar en que consiste la Formula Student. Investigar cómo se encuentra la competición en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias.

2.1 HISTORIA COMPETICIÓN

La primera competición empezó en 1981, año en que se organiza en la Universidad de Texas en Austin, la primera edición de la Formula SAE (Sociedad de Ingenieros de Automoción). Participan 6 equipos y un total de 40 alumnos. Esta competición ha ido creciendo y desde 1998 también se celebra en Warwickshire una edición británica conocida como Formula Student. Aquel año participaron 4 equipos y 40 alumnos.

La Competición como tal se lleva realizando desde el año 1982 en Michigan (EEUU) participando equipos universitarios de EEUU, Canadá, Inglaterra, Japón, Méjico, Suecia, Alemania, Venezuela, Australia, España...

Desde el año 2000, esta competición se realiza también en Inglaterra (Fórmula Student), enfocada a la contribución de universidades europeas, pero brindando también la posibilidad de competir a universidades americanas y de todo el mundo, colaborando en su organización empresas como Ford, DaimlerChrysler y General Motors.

Debido al potencial éxito de este tipo de eventos, la participación por parte de universidades de ingeniería procedentes de todo el mundo, comienza a ser masiva. Se han ido creando otras competiciones como FSAE-Australasia en Australia, que nació en 2002, Fórmula SAE-Japan que nació en Japón en 2003, Fórmula SAE-Brazil (2004) o Fórmula SAE-Italy (2005). Una nueva competición se desarrollará en 2006 con la creación de Fórmula Student-Germany en Alemania.

Actualmente se celebran competiciones en numerosos países como Alemania, Japón, Brasil, Australia, etc. Todas ellas utilizan la misma normativa base original de la Formula SAE y llegan a albergar hasta 120 equipos y más de 2.000 estudiantes. Los resultados de las competiciones son recogidos y puntúan en el ranking mundial.

Por primera vez en España, con la colaboración de instituciones y empresas españolas relevantes en la industria automotriz, la Sociedad Española de Ingenieros de Automoción, STA, en septiembre de 2010 organizó la primera pre-evento español de Formula Student, brindándole la oportunidad a los estudiantes de diferentes universidades para demostrar el trabajo realizado en el famoso Circuito de Catalunya.

En 2013 el evento comprende 700 estudiantes procedentes de nueve países, habrá 200 profesionales del sector de la automoción en este evento, el único de este tipo que se celebra en España y que en 2012 llegó a su tercera edición con la colaboración de empresas como SEAT, GAS Natural Fenosa, AVL, SIEMENS, TATA, entre otras, como sponsors principales, informa la organización de la prueba.

El número de participantes se ha ido incrementando desde que arrancó en 2010, con 12 equipos en aquella primera edición, cifra que se dobló en 2011, mientras que en esta edición, son ya 31, los grupos con estudiantes de ingeniería de las mejores universidades.

La mayoría de ellos proceden de Alemania (15) y España (6), seguidos por los equipos de Inglaterra (2), Italia (2), Rumanía (2), además de los de Pakistán, Eslovaquia, Suiza y República Checa.

2.2 DISCIPLINAS

El objeto de la competición es simular una situación real en la cual una empresa de competición contrata a estos ingenieros para desarrollar un prototipo. Los compradores hipotéticos serían corredores amateur. El coche debe por ello satisfacer unas prestaciones entre otros factores como la estética y el confort se valora por partes. El precio máximo para el vehículo es de 21.000 euros y la victoria es para el equipo que mejor logre superar todos estos requisitos.

Por todo ello se valoran los siguientes aspectos:

Eventos estáticos	325
Diseño	150
Análisis de costes	100
Business Presentation	75
Eventos dinámicos	675
Skidpad	75
Aceleración	75
Autocross	100
Endurance	325
Consumo	100
Total	1000

Imagen 3. Tabla puntuación Formula SAE

2.3 CATEGORÍAS

En las competiciones de Formula Student existen varias categorías, o clases. Un mayor número de equipos se presentan a la categoría primera, que es aquella en la que compiten los monoplazas acabados y que hayan participado por primera vez hace como máximo un año.

Clase 3

Se trata de la clase de entrada para los equipos nuevos, en la cual participan únicamente vehículos en fase de diseño y validación del modelo. Como norma general y para fomentar el progreso, un equipo no se puede presentar a esta categoría dos años consecutivos, teniendo que hacerlo en las superiores. Se permiten excepciones para aquellos equipos que, además, se presenten a las clases 2 o 1. Únicamente se puntúan las pruebas de diseño, presentación y coste.

Clase 2

Esta categoría está pensada para equipos que hayan pasado de los conceptos básicos del diseño inicial y hayan logrado fabricar un vehículo completo. El mínimo requisito de entrada en esta categoría es disponer de un chasis completo. Al igual que en la categoría 3, los equipos que hayan participado un año en esta categoría han de promocionar a la primera en el próximo año para poder participar también en esta. Únicamente se puntúan las pruebas de diseño, presentación y coste.

Clase 1

En esta categoría participan monoplasas totalmente construidos y que son capaces de moverse. Es la categoría más importante de todas, y un mismo coche solamente puede participar en ella durante los 12 meses siguientes a la primera competición en la que participa. Esta regla obliga a los equipos a progresar y fabricar cada vez nuevos vehículos. Se permite reaprovechar los componentes de monoplasas antiguos, salvo el chasis. Dentro de la categoría existen las llamadas "series 200", en la que pueden participar vehículos de hasta 2 años de antigüedad. Los equipos puntúan aquí en todas las pruebas (diseño, presentación, coste, aceleración, skidpad, autocross, endurance y consumo de combustible).



INVESTIGACIÓN DE MERCADO

3 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Un claro referente, en este momento, es la Formula SAE Michigan 2012, ya que es la más actual y la que en un principio servirá como guía a la hora de contemplar las últimas tendencias. Debido a que dentro de las competiciones celebradas en 2012 en esta destaca por haber tenido un número mayor de competidores y se puede observar mucho nivel, sobre todo en los monoplazas mejor puntuados.

Aunque es un primer índice de modelos, no ha sido la única fuente de inspiración. Ya que para lograr destacar en una competición como esta se debe observar desde la competición de más alto nivel, hasta la misma naturaleza que con la biomecánica nos aporta muchas ideas para los futuros diseños de hoy en día.

Dentro del Styling del coche, poco a poco se van a ir incorporando componentes diseñados por otros estudiantes, o bien adquiridos a proveedores. Es por eso que donde mayor libertad se tiene para diseñar es el carenado del vehículo. Aunque siempre adaptado a las necesidades del equipo y de los componentes. Es por eso que dentro de la investigación de mercado se debe hacer un énfasis en el chasis, el cual es objetivo importante del proyecto.

3.1 ANTECEDENTES

Los siguientes monoplazas han sido seleccionados, dentro de la amplia variedad de Formula Student que han sido elaborados hasta el momento, porque alguna de las partes del coche les sirve de referencia al equipo para crear el monoplaza.

Equipo TUG Racing Austria

En general este monoplaza le resultó muy atractivo al equipo sobre todo por su estética, la cual se podría calificar como agresiva.

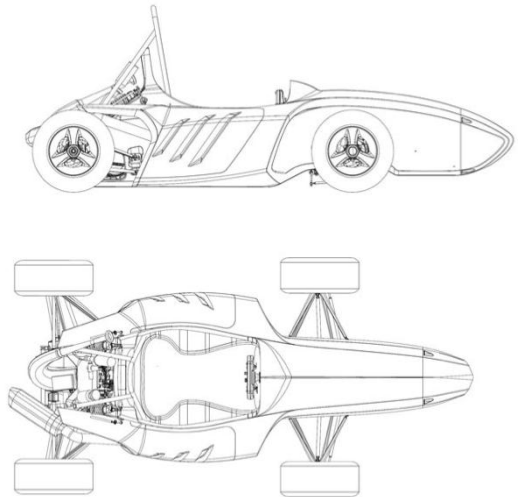


Imagen 4. Presentación equipo Austriaco.

University of Stavanger Norway

Del siguiente monoplaza se matizan las líneas suaves que utiliza en el monocasco, y el diseño del alerón, el cual resultaba aerodinámicamente atractivo.

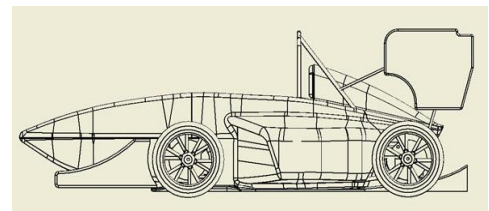
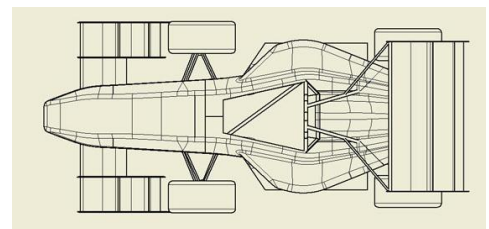


Imagen 5. Presentación equipo Noruego.

Lund University Sweden

El elemento de diseño a destacar y que ha servido de inspiración al equipo a la hora de fabricar el monoplaza es la toma lateral. A partir de ellas se crearan unas propias a evaluar en los bocetos iniciales.



Imagen 6. Presentación equipo Suizo.



University of Paderborn Germany

El siguiente coche es un ejemplo de cómo poder distribuir el color del monocasco, haciendo que los logotipos de los anunciantes se puedan visualizar de una manera llamativa. Además de que posee unas formas en su monocasco muy atrayentes y sugestivas.



Imagen 7. Presentación equipo Alemán.

Lund University Sweden

En este monocasco se destaca su belleza, la elegancia de los tonos oscuros y decoración muy lineal.

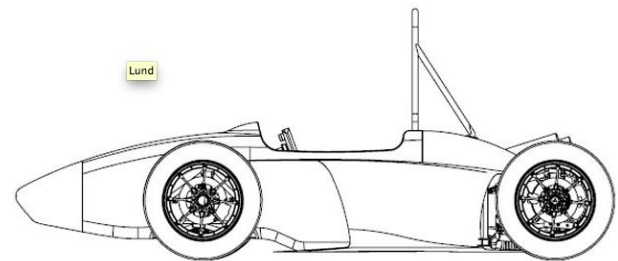
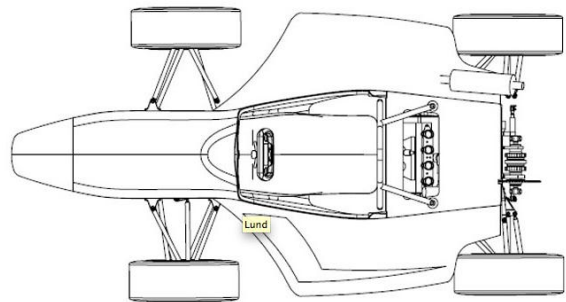


Imagen 8. Presentación equipo Suizo.

3.2 MICHIGAN 2012

A continuación se muestran los modelos mejor clasificados de la competición más reciente de Formula Student, la formula SAE Michigan 2012. De ella nos vamos a servir para estudiar los objetivos de la competición, y comprobar las últimas tendencias. Además de estudiar los equipos que podrían ser rivales.

De este modo, a continuación se muestran los coches con mejor puntuación de esta competición.



Imagen 9. Monoplaza 1.

Monoplaza creado de la asociación de dos universidades Estadounidenses, las cuales comparten recursos físicos e intelectuales y financieros para crear un equipo muy competitivo, el cual he diseñado un monoplaza combustión y otro eléctrico.



Imagen 10. Monoplaza 2.

Equipo Alemán formado, en sus inicios, por 36 estudiantes motivados, en 2010. Actualmente compiten con un coche muy bien diseñado y fiable a la hora de competir.



Imagen 11. Monoplaza 3.

Equipo Alemán con más de 7 años de historia, ya habiendo ganado dos una segunda y tercera posición. Destaca por ser un equipo bien organizado, que ha conseguido un monocasco con gran seguridad.



Imagen 12. Monoplaza 4.

Equipo Austriaco, ha construido un monoplaza, con relación potencial peso muy equilibrada, además de una estética agresiva con un diseño muy cuidado.



Imagen 13. Monoplaza 5.

Equipo de la Universidad de Wisconsin, mejora este año su monoplaza, poniendo todo su empeño en la mejora de componentes y el acabado de su monocasco haciendo aerodinámicamente muy competitivo.



Imagen 14. Monoplaza 6.

Equipo de Estados Unidos, ganador del evento SAE 1999. Estéticamente es muy potente y con un estilo muy arriesgado, pero su construcción es muy cuidadosa y precisa.

3.3 EL CHASIS

Los chasis de competición son en su inmensa mayoría (siempre que el presupuesto y las normas lo permitan) monocascos de materiales compuestos. Aunque esto ocurre siempre en fórmula 1, en el caso de Formula Student, los equipos apuestan por estructuras rígidas a partir de un esqueleto, envuelto del carenado. Es una manera de optimizar el proceso de fabricación, y conseguir una mayor agilidad a la hora de reparar esta parte.

En cuanto al equipo de nuestra universidad, decide destacar en diseño y funcionamiento del vehículo, a nivel técnico, fabricando el monocasco del vehículo en fibra de carbono, un salto de aptitud que muy pocos equipos se atreven a realizar en sus primeros años de existencia. En este caso se utiliza pre impregnados de fibra de carbono para la fabricación del monocasco.

Es un material único que puede transformar la forma de trabajar con fibra de carbono. Fibra de carbono 100% tejido de fibra de carbono que ha sido parcialmente impregnado con un aglutinante de resina en el reverso. Este agente aglutinante de resina mantiene el tejido perfectamente alineado durante la manipulación de un posicionamiento en el molde y - aún más sorprendentemente - permite que la tela se pueda cortar y articular perfectamente sin que se deshilache ni pierda su forma.

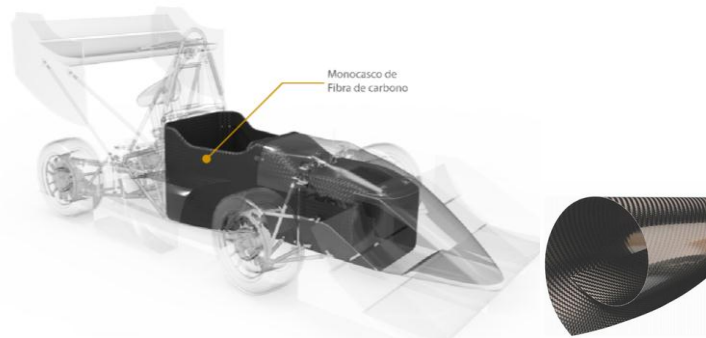


Imagen 15. Render del modelo FSUPV_01 resaltando el chasis monocasco de fibra de carbono

3.4 RESTRICCIONES FORMULA SAE

Como en toda competición, en la fórmula SAE, existen una serie de especificaciones que vienen dadas por parte de la organización. Para este proyecto se usan las reglas '2013 FSAE Rules' actualizadas 5 mayo 2013, por ser las más actuales hasta el momento.

A continuación se muestran las restricciones específicas para los requisitos de diseño que van a influir para nuestro diseño inicial. El resto de normativas las tendrá en cuenta cada miembro del equipo que se encargue de diseñar o adquirir componentes para el monoplaza.

NORMATIVAS DE DISEÑO. REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO.

El vehículo debe estar abierto ruedas y cabina abierta (un cuerpo de tipo fórmula) con cuatro ruedas que no están en una línea recta.

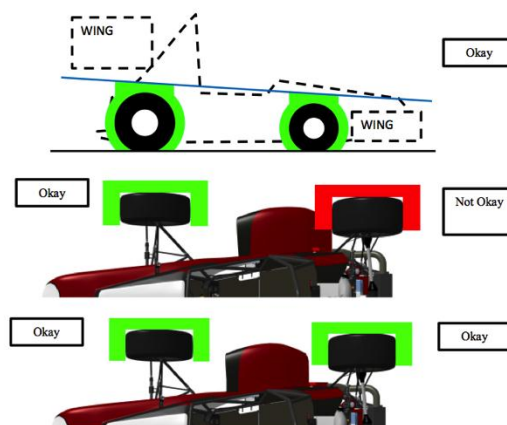


Imagen 16. Definición de "Open Wheel" - vehículos de ruedas abiertas.

Carrocería

No debe haber aberturas a través de la carrocería, en el compartimiento del conductor, desde la parte delantera del vehículo a la barra antivuelco principal aro o firewall, distinta de la necesaria para la apertura de la carlinga. Se permiten aberturas mínimas alrededor de los componentes de la suspensión delantera.

Estancia conductor

3.10.2 La barra antivuelco y la protección delantera, debe incluir tanto un aro principal y un aro frontal, como se muestra en la Figura 1.

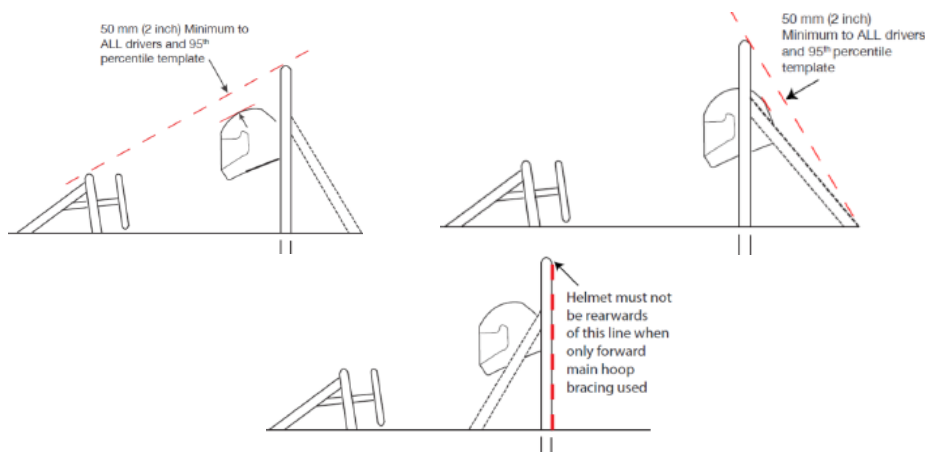


Imagen 17. Detalle distancias seguridad casco.

T3.11.1 la barra principal debe ser construida de una sola pieza de tubo sin cortar, sección cerrada, continua y de acero.

Diseño. Objetivo del evento

6.1.2 El coche que ilustra el mejor uso de la ingeniería para cumplir con los objetivos de diseño y la mejor comprensión del diseño por los miembros del equipo va a ganar el evento de diseño.

Componentes y sistemas que se incorporan en el diseño, como artículos adquiridos, no se evalúan como unidad diseñada por el estudiante, sólo se evalúan en la selección y la aplicación de esa unidad.

Dibujos de vehículos

6.4.1 El diseño del informe debe incluir un conjunto de tres dibujos (3) vista que muestra el vehículo, desde la parte frontal, superior y lateral.

6.4.2 Cada dibujo deberá figurar en una página aparte. Los dibujos pueden ser manuales o generados por computadora.

Material de Apoyo

Los equipos pueden llevar con ellos al Evento de Diseño de fotografías, dibujos, planos, diagramas, componentes ejemplo, u otros materiales que ellos creen que se necesitan para apoyar la presentación del vehículo y el debate sobre el proceso de su desarrollo.



PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

4 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 FASES DEL PROYECTO

Diseño Inicial

- Diseño conceptual
 - o Búsqueda productos similares
- Diseño básico (preliminar)
 - o Búsqueda de forma
 - o Búsqueda de componentes
 - o Búsqueda tamaño óptimo

Diseño detallado (desarrollo)

- Diseño 3D
- Evaluación diseño: simulación modelo.
- Prototipo

Acciones Marketing

- Elaboración renders
- Producción clips

Diseño Inicial

La fase de dibujo es la base de un buen planeamiento; hace falta tener bien en cuenta lo que queremos realizar, con qué materiales y con qué tipo de proceso de fabricación vamos a conseguir nuestro producto. Partimos de que en el equipo no hay nada definido, se tiene claro el motor y el proceso de fabricación del monocasco. Por lo que en un primer momento he de guiarme de las restricciones marcadas por la normativa del concurso.

Mi colaboración principalmente consiste en lograr mostrar el monoplazas que en un futuro el equipo quiere llevar a cabo, para que los encargados de buscar sponsors y colaboración puedan mostrar su producto de la manera más llamativa y atractiva posible.

Diseño conceptual

La primera sub-fase del dibujo es el concepto: aquí se establecen "las ideas, los conceptos y las características básicas" del producto que queremos realizar. En nuestro caso las características fundamentales son: captar claramente las ideas que el equipo tiene en mente, en cada momento poder plasmarlo en el modelo, por lo tanto es un periodo de adaptabilidad a los cambios constante.

Búsqueda productos similares

Una vez que tenemos los conceptos básicos, hace falta investigar el mercado existente, observando competiciones anteriores y así comprobar el nivel de exigencia que hay hasta el momento. Esto, no sirve sólo para ver qué hace la competencia, sino que también, para hacerse una idea de las tendencias que hasta el momento han ganado la competición e intentar mejorar esos diseños.

Diseño básico (preliminar)

Una vez se establecen las características principales de nuestro producto, podemos empezar a dibujar y valorar las ideas que corresponden a los atributos

impuestos al proyecto. En esta sub-fase el diseñador tiene que desarrollar varias ideas, y hacerlas encajar entre ellas en un único producto.

Búsqueda de forma

Búsqueda de materiales

Búsqueda tamaño óptimo

Búsqueda tecnologías requeridas

Estas 4 sub-fases nos dan la posibilidad de empezar a dar una forma más concreta al producto, y también, dar más características por lo que nos acompañarán hasta al final del proyecto.

La búsqueda de forma nos da, a través de dibujos a mano o dibujos realizados por ordenador, la idea base de la forma o el color que tendrá el producto, y se desarrollará al mismo tiempo que la búsqueda del tamaño óptimo.

Diseño detallado (desarrollo)

Una vez valoradas las ideas, se puede empezar a desarrollar un dibujo definitivo. Esta fase debería contener el dibujo definitivo, pero dado que el monoplaza debe ir adaptándose en función de los componentes que el equipo vaya definiendo, siempre vamos a tratar con un modelo en constante cambio.

Diseño 3D

Se empieza aquí a dar forma a nuestro producto; por ordenador y programas de 3D como NX, 3d Studio, etc., se dibuja el producto con sus distintas partes. Éste hace que empecemos a tener una idea más clara de la idea que el equipo tiene para su futuro coche. Y sobre esta base ir modificando y adecuando el modelo.

Cada componente que el equipo me entrega en CAD está realizado en Nx y lo debo importar a 3D Studio para allí unirlo y ajustarlo al coche.

Evaluación diseño simulación modelo 3D

Una vez realizado el 3D se puede empezar la valoración del dibujo y su funcionamiento; gracias al 3D nos podemos hacer una idea de cómo será estéticamente el producto, comprobar si las diferentes piezas que van diseñando los componentes del equipo encajan o no en el coche.

Los grandes equipos de fórmula, previamente a las pruebas en pista realizan simulaciones aerodinámicas y mecánicas, con las que pueden detectar fallos previos a la fabricación. La intención de este proyecto es realizar un ensayo de túnel de viento del carenado y evaluar mecánicamente la estructura de la bahía, ya que ambos son diseños propios del equipo y los cuales se deben defender ante el tribunal de la competición.

Prototipo

Una de las peticiones del equipo fue el desarrollo de un prototipo físico mediante el cual poder mostrar el modelo de monoplace diseñado.

Acciones Marketing

Este proyecto solo será posible realizarse consiguiendo patrocinadores que se consigan desde el propio equipo, y al esfuerzo que realiza la Universidad Politécnica de Valencia.

Dado que el equipo está en sus inicios, es necesario realizar presentaciones y reuniones en las cuales van a necesitar de cartelería, presentaciones, videos... Mediante los cuales transmitir de una manera llamativa y clara las intenciones del equipo.

Elaboración renders

Continuamente, en función de los avances que se vayan presentando del monoplaça, se irán renovando los modelos de renders, de modo que siempre se muestren las novedades y el coche en su último estado. De este modo se muestra el coche de una forma atractiva, además de ir unificando los componentes que cada miembro del equipo va generando.

Estos diseños se realizarán a través del programa 3DStudio de Autodesk, ya que es un software que ofrece una solución completa de modelado, animación, simulación y renderización. Todo ello pudiendo obtener trabajos complejos de alta resolución, en tiempos muy optimizados.

Producción clips

Los clips, son pequeños videos de corta duración, con los que se consigue llamar la atención de una manera más ilustrativa y pueden ser expuestos en todo tipo de medios; presentaciones, redes sociales...

La realización de estos clips se realizará también a través de 3DStudio Max, ya que permite generar animaciones a partir del modelo generado e incluir en ellas todo tipo de efectos, con una resolución muy competitiva.

4.2 ORGANIZACIÓN PROYECTO EN MS-PROJECT

Después de un análisis de cómo se podría desarrollar nuestro proyecto, se planea todo con el software MS-PROJECT para valorar tiempos, costes y recursos.

DISTRIBUCIÓN DE TAREAS

La fecha de comienzo de proyecto es el 2 de Abril de 2014, fecha en la se llevó acabo la primera reunión con el equipo para comenzar con mi colaboración.

Como se pretende representar mis tareas, con los plazos de presentación, el recurso añadido soy yo como Diseñadora Industrial, y mi calendario laboras es de 15 h a 21 h. Ya que en horario de mañanas me encontraba trabajando. Este es un horario orientativo con el fin de calcular el valor de mis honorarios, para conocer el presupuesto ficticio que debería presentar en caso de que esto no fuera una colaboración.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
7	✓	Busqueda tamaño óptimo	7 días	lun 17/06/13	vie 28/06/13	5
8	✓	<input type="checkbox"/> Diseño detallado	30,75 días	vie 28/06/13	mié 11/09/13	6
9	✓	Diseño 3D	12 días	vie 02/08/13	mié 11/09/13	
10	✓	<input type="checkbox"/> Prototipo	22,25 días	vie 28/06/13	jue 08/08/13	
11	✓	Busqueda taller mecanizado	5 días	vie 28/06/13	mar 09/07/13	
12	✓	Busqueda de componentes	3 días	mar 09/07/13	lun 15/07/13	11
13	✓	Acabado prototipo	14 días	lun 15/07/13	jue 08/08/13	12
14		<input type="checkbox"/> Evaluacion diseño	11 días	mié 11/09/13	mar 01/10/13	9
15		Simulación Aerodinamica	8 días	mié 11/09/13	mié 25/09/13	9
16	✓	Simulación estructural	11 días	mié 11/09/13	mar 01/10/13	9
17	✓	<input type="checkbox"/> Acciones Marketing	54,5 días	lun 15/07/13	vie 08/11/13	4
18	✓	Elaboración renders eventos/mark	10 días	lun 15/07/13	jue 01/08/13	
19	✓	Elaborar Clips para eventos/mark	10 días	mar 22/10/13	vie 08/11/13	18
20	 ✓	<input type="checkbox"/> Reunión equipo	72,25 días	mar 02/04/13	lun 02/09/13	
21	✓	Reunión equipo 1	2 horas	mar 02/04/13	mar 02/04/13	
22	✓	Reunión equipo 2	2 horas	mié 01/05/13	mié 01/05/13	
23	✓	Reunión equipo 3	2 horas	lun 03/06/13	lun 03/06/13	
24	✓	Reunión equipo 4	2 horas	lun 01/07/13	lun 01/07/13	
25	✓	Reunión equipo 5	2 horas	jue 01/08/13	jue 01/08/13	
26	✓	Reunión equipo 6	2 horas	lun 02/09/13	lun 02/09/13	

Imagen 18. Tabla Organización de Proyecto y Calendario.

Como se observa en la tabla la fecha supuesta de finalización es en Septiembre, la cual es totalmente orientativa, para el caso de que el trabajo se hubiera llevado de manera continua. Pero en este proyecto ha habido muchos parones, debido a que se ha ido trabajando en función de las necesidades del equipo, y ha habido interrupciones,

esperas y demás. Los cuales no se tienen en cuenta en Ms Project. Realmente mi última colaboración con el equipo se efectuó en Enero de 2014.

CALENDARIO BASE:	
Día	Estándar Horas
lunes	15:00 - 21:00
martes	15:00 - 21:00
miércoles	15:00 - 21:00
jueves	15:00 - 21:00
viernes	15:00 - 21:00
sábado	No laborable
domingo	No laborable
Excepciones:	
Fecha	Horas
lun 18/03/13 - mar 19/03/13	No laborable
vie 29/03/13	No laborable
lun 01/04/13	No laborable
lun 08/04/13	No laborable
jue 15/08/13 - vie 16/08/13	No laborable
lun 19/08/13 - sáb 31/08/13	No laborable
jue 01/05/14	No laborable
jue 09/10/14 - vie 10/10/14	No laborable

Imagen 19. Calendario.

Además se han incluido tareas repetitivas, las reuniones que se llevaron a cabo con el equipo. Las cuales no se llevaron a cabo exactamente esos días, pero sí que fue aproximadamente una reunión mensual.

DIAGRAMA DE GANTT

En el siguiente diagrama de Gantt se representa de manera gráfica las tareas en el espacio de tiempo que ocupan. Entre ellas se ven claramente las que son consecutivas unas a otras, e incluso las que se podrían llevar a cabo al mismo tiempo, pero como exclusivamente cuento con un recurso, el programa reparte las tareas en el tiempo para no solapar.

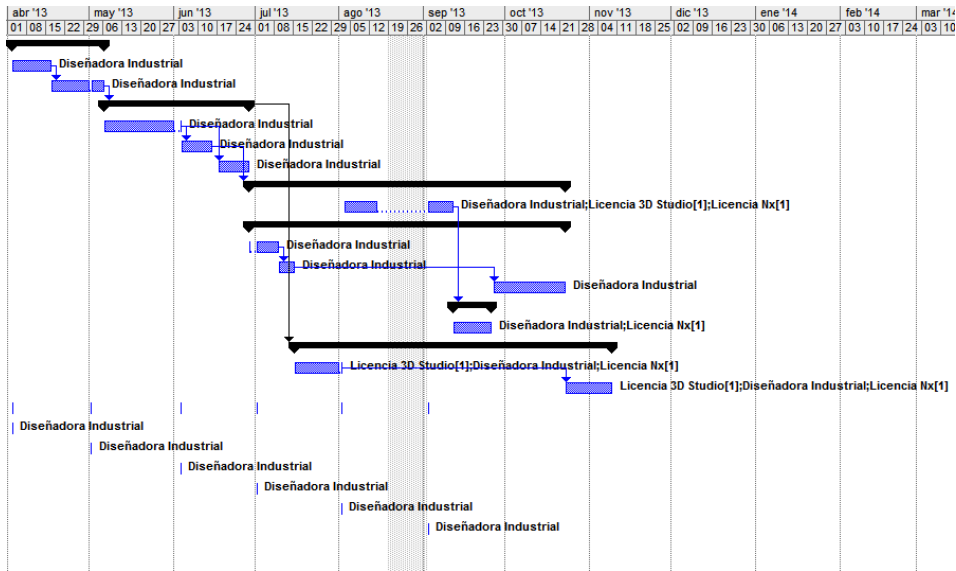


Imagen 20. Diagrama Gantt.

En la siguiente gráfica se contemplan las tareas que han sido realizadas y las que no se concluyeron, ya que en el caso de la tarea de realización de prototipo como anteriormente se justifica, finalmente no se llevó a cabo.

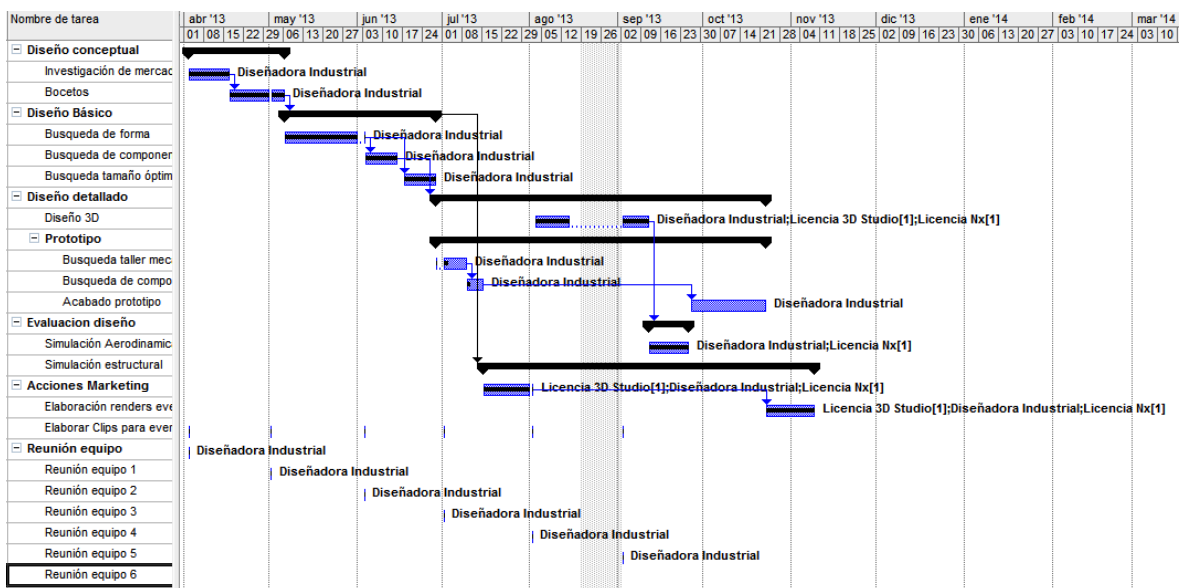


Imagen 21. Diagrama Gantt con procesos realizados.

PRESUPUESTO

Inicialmente con los recursos básicos asignados, MS-PROJECT, calculó 109,5 días de trabajo para realizar el proyecto. Suponiendo que mi sueldo base sería de 10 Euros/hora, y las horas extras a 15 Euros/hora, y añadiendo como recurso material las licencias de Nx y de 3DStudio, siendo estas trimestrales. Y restando los costes de mecanizado por ser excesivos y por lo tanto, se actualiza el diagrama y se elimina el tiempo y recurso destinado a los materiales y el acabado del prototipo.

En total el coste final aproximado sería de 10.280 Euros. Gracias a Ms Project se consigue calcular un presupuesto aproximado y repartido en tareas, mediante el cual se pueden identificar las tareas que hacen que se exceda del presupuesto y ver más fácilmente por donde recortar en tiempos y recursos.

Informe presupuestario el lun 01/09/14 Tesina Styling Formula Student

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Acumulación de costos fijos	Costo total
9	Diseño 3D	0,00 €	Prorrateo	1.660,00 €
18	Elaboración renders eventos/marketing	0,00 €	Prorrateo	1.500,00 €
19	Elaborar Clips para eventos/marketing	0,00 €	Prorrateo	1.500,00 €
5	Busqueda de forma	0,00 €	Prorrateo	1.200,00 €
16	Simulación estructural	0,00 €	Prorrateo	1.180,00 €
3	Bocetos	0,00 €	Prorrateo	800,00 €
2	Investigación de mercado	0,00 €	Prorrateo	580,00 €
6	Busqueda de componentes	0,00 €	Prorrateo	580,00 €
7	Busqueda tamaño óptimo	0,00 €	Prorrateo	580,00 €
11	Busqueda taller mecanizado	0,00 €	Prorrateo	400,00 €
12	Busqueda de componentes	0,00 €	Prorrateo	240,00 €
21	Reunión equipo 1	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
22	Reunión equipo 2	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
23	Reunión equipo 3	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
24	Reunión equipo 4	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
25	Reunión equipo 5	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
26	Reunión equipo 6	0,00 €	Prorrateo	20,00 €
13	Acabado prototipo	0,00 €	Prorrateo	0,00 €
15	Simulación Aerodinamica	0,00 €	Prorrateo	0,00 €
33		0,00 €	Prorrateo	0,00 €
		0,00 €		10.280,00 €

Imagen 22. Presupuesto Proyecto obtenido por MS Project.



DESARROLLO

5 DESARROLLO

5.1 BOCETOS

De los primeros bocetos que se crearon y se pensó que podía realizar se ideó con líneas muy redondeadas y entradas muy suaves de modo que resultara aerodinámicamente potente, y evitar que el coche ejerza resistencia al paso del aire.

Otra diferencia respecto a la mayoría de monoplazas ya diseñados es la parte trasera cubierta, mediante la cual se podrían tener todos los componentes cubiertos y a través de una tapa se podrían acceder a ellos cómodamente.

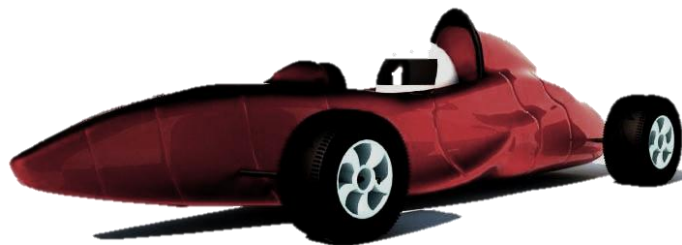
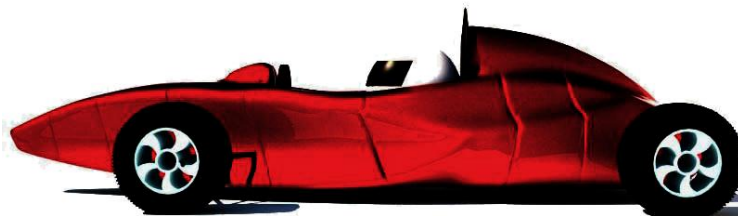


Imagen 23. Primer modelo.

El segundo boceto, definitivo, ya que es sobre él se fueron efectuando modificaciones hasta llegar a un modelo definitivo. Este boceto lleva el motor al descubierto, ya que al ser el primer coche, resultaría más fácil y económico de fabricar.

Y también evitaríamos sobrecargar el monoplaza. En este boceto se incluyen difusores, los cuales mejoran la refrigeración. Y sobre él se va a ir trabajando hasta intentar conseguir un coche lo más competitivo posible para todas las disciplinas de la competición.



Imagen 24. Segundo modelo.

5.2 MODELO CAD

El siguiente modelo fue creado en 3DStudio y exportado a Nx, para que el equipo pudiera a partir de él realizar cambios, adaptar componentes y poder visualizar mejor las formas.

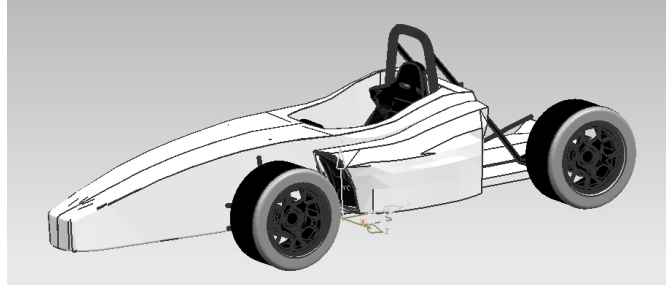


Imagen 25. Modelo CAD exportado a Nx.

5.3 MEDIDAS MONOCASCO

Las siguientes medidas fueron aportadas por el equipo, para que el render tenga las medidas generales, aunque no tienen porque ser exactas, ya que se trata de un prototipo.

Medidas generales:

- Longitud máxima
- Anchura delantera máxima
- Anchura trasera máxima
- Altura de cabina
- Altura del módulo delantero.

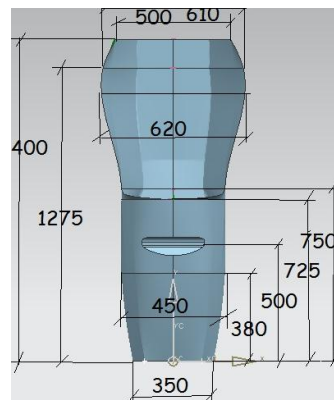
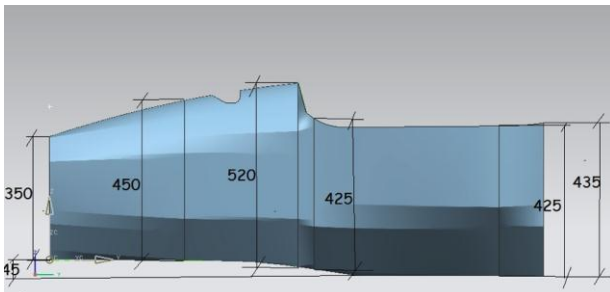


Imagen 26.

Medidas aportadas por el equipo.

5.4 COMPONENTES

A continuación se muestran componentes que se han ido añadiendo al monoplaza, o bien han sido creados por el equipo, o se han descargado componentes similares hasta que el equipo desarrolle el propio.

MODELOS DE NEUMÁTICOS Y LLANTAS

Los neumáticos fueron los elegidos por el equipo, al igual que las llantas, las cuales fueron propuestas por ellos. Aunque, en un futuro, se elegirían las llantas reales en función del presupuesto.



Imagen 27. Modelos de llantas y neumáticos.

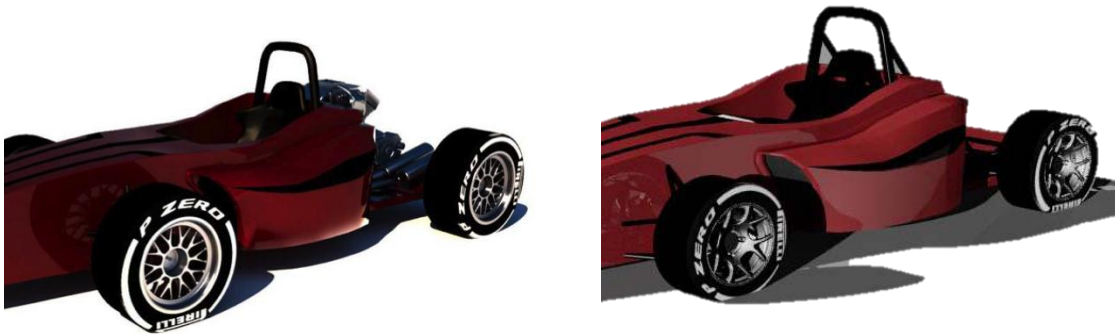


Imagen 28. Componentes añadidos al monoplaza.

SUSPENSIÓN

El modelado de la suspensión se realizó tomando como referencia el de los monoplazas mostrados en la imagen. Intentando ajustarme lo máximo posible al diseño que el equipo quería elaborar.

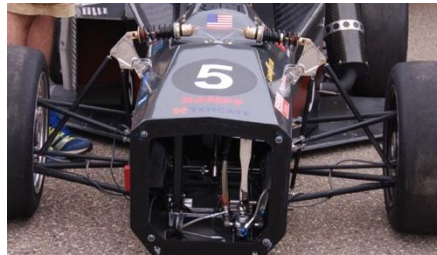


Imagen 28. Ejemplo de suspensiones.

Las suspensiones elegidas finalmente son del tipo double unequal length A-Arm, de actuación push-rod. Es una parte imprescindible del coche pues son las encargadas de garantizar la estabilidad del vehículo y de interactuar directamente con los neumáticos. Debido a que visualmente la suspensión tan solo se ven las barras, no se me aportó el Cad del componente definitivo y se representó simbólicamente para no sobrecargar el modelo.

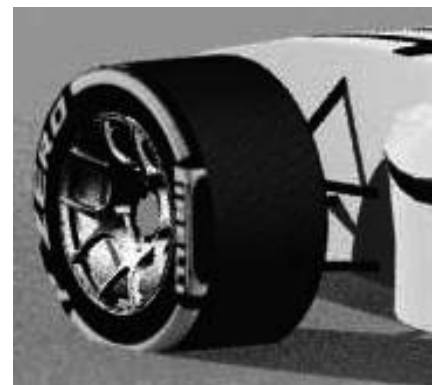


Imagen 29. Suspensiones añadidas en modelo.

TOMAS LATERALES

En un principio las tomas laterales se diseñaron a partir de visualizar ejemplos en otros coches e intentar adaptarlo lo máximo posibles a las líneas de nuestro monoplaza. Como se puede observar, este componente tubo muchas variaciones a los largo de cada modelo.

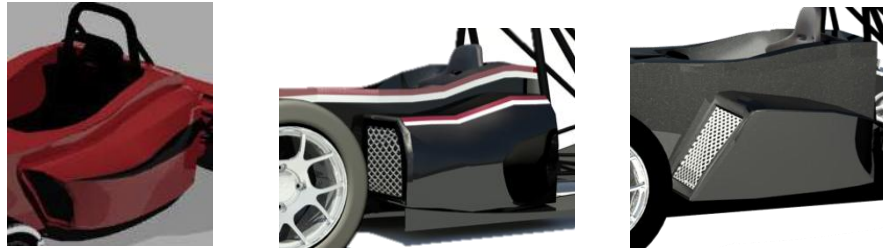


Imagen 30. Portones laterales añadidas en modelo.

Hasta que el equipo envió el CAD del componente modelado por ellos mismos. Y tras recibirlo se llevaron a cabo algunas modificaciones para adaptarlo a las líneas del monoplaza.

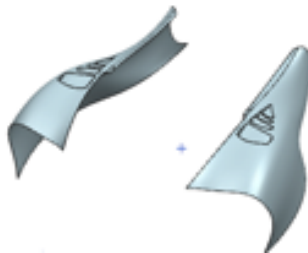


Imagen 31. CAD portones suministrado.

VOLANTE

El volante es un elemento el cual se pensó adquirir y mientras se decidía el que se iba a añadir al monoplaza real, se escogió el siguiente componente.



Imagen 32. Modelo volante.

MOTOR

En el apartado del tren de potencia se ha optado por el uso de un motor de combustión interna de inyección de cuatro tiempos, en concreto por un motor CBR600 cc gasolina. El equipo de tren de potencia se encarga de diseñar la admisión y el escape del motor, así como su colocación en el chasis.

Puesto que se desconocen las conexiones y posiciones de los elementos a añadir se añade un CAD del motor y se hace una distribución aproximada, con la finalidad de representarlo sobre la estructura y sobre la bahía y barra antivuelco, la cual si que fue diseñada y aportada por el equipo.

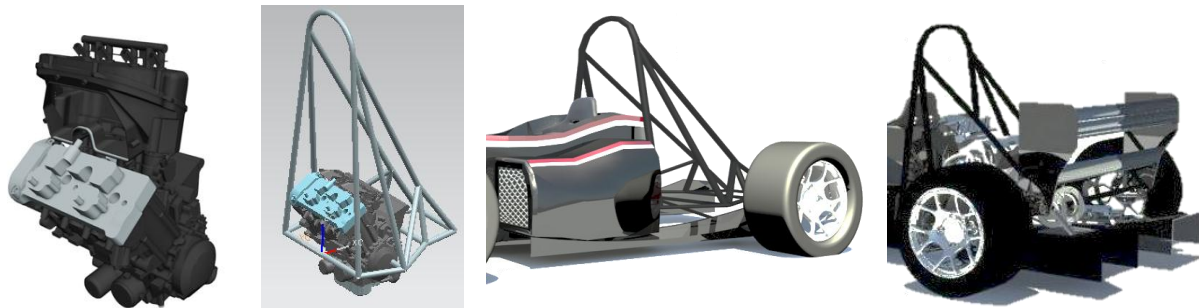


Imagen 33. Seguimiento de la instalación del motor en modelo.

PARTE DELANTERA DEL MONOCASCO

Fijándonos en otros coches, se observa que existen muchos con el morro partido o una hendidura en él y probando creo que le aporta al más ligereza. Aunque finalmente se descarta la idea por ser poco seguro y costoso de realizar.

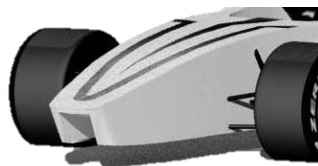


Imagen 34. Primer morro diseñado.

Como se observa, las líneas del morro parten con diseños muy toscos y poco a poco se va refinando y redondeando sus formas para conseguir mayor fluidez del aire a través el coche.



Imagen 34. Evolución parte delantera.

ESTUDIO DEL COLOR

Se realizaron diferentes pruebas de color, para determinar como sería la distribución de él color, la textura o acabado del mismo, con la finalidad que fuera el más representativo para el equipo.



Imagen 35. Modelos de coches con diferentes colores y texturas.



Imagen 36. Modelos de coches con diferentes colores y texturas.

Finalmente se eligieron los colores recientemente incorporados en la pagina web de la UPV, que son el granate, negro y blanco:



Imagen 37. Logo UPV



Imagen 38. Modelo con tonos UPV.

5.5 EVENTOS MARKETING

Como todo equipo, en sus inicios, existe la necesidad de encontrar colaboración de todo tipo, ya sea económica, de proveedores, colaboradores... Por esta razón el equipo debe darse a conocer y salir a la calle para conseguir la mayor ayuda posible. Ya que de partida no se dispone de presupuesto, tan solo de zona de reuniones y maquinaria que el IDF cede al proyecto.

5.5.1 RENDERS CARTEL CHARLA ADE

Intentando captar colaboración, el equipo realizó un charla en la facultad de A.D.E. En esta querían presentar el equipo y el coche que se pretende llevar a cabo, con el fin de motivar a los jóvenes estudiantes. Ya que, entre las disciplinas a evaluar dentro de la competición está la de análisis de costes. Y uno de los requisitos principales es no sobre pasar un límite en el presupuesto.

Para este cartel se comenzó a dar color al monoplaza, se redondearon las líneas y se modifico bastante el morro del coche. Se incluyó la bahía del coche con su barra antivuelco, la cual fue facilitada por el equipo y adaptada al modelo.



Imagen 39. Modelo CAD exportado a Nx.



Imagen 40. Render definitivo para Cartel.

5.5.2 RENDER EXPOSICIÓN AERODINAMICA ALERON

Uno de los primeros eventos en los que el equipo me recurrió, fue para la elaboración de un render, el cual pudieran mostrar el alerón definitivo que habían diseñado para el monoplaza. En esta exposición se quería dar a conocer el coche y mostrar los estudios realizados en el componente. El cual consigue aprovechar la velocidad relativa del coche con respecto al aire para mejorar el comportamiento dinámico del coche haciendo uso de la fuerza downforce.



Imagen 41. Modelo de alerón.

Para ello elabore el render incluyendo el componente del alerón y las barras de fijación. Además le añadí al diseño el logotipo la universidad y el escudo.

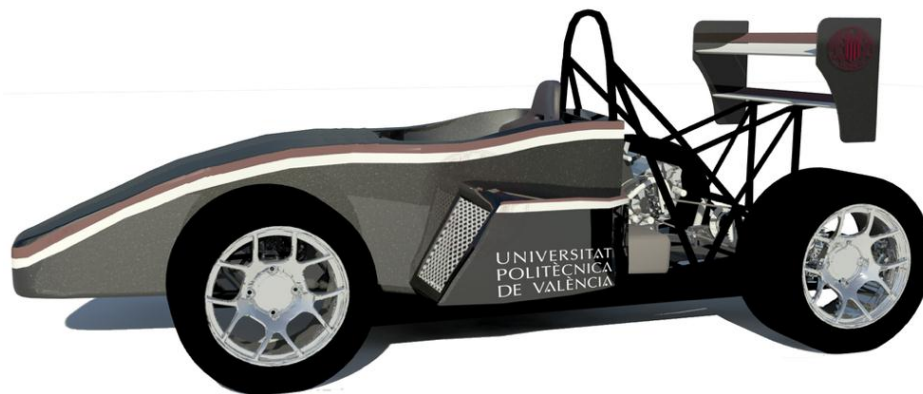


Imagen 42. Modelo con alerón añadido.

5.5.3 INFOGRAFÍAS 3D

La infografía como un medio de transmitir información gráficamente. Más específicamente, se ha relacionado con el mundo del ordenador y suele hacer referencia a la creación de imágenes que tratan de imitar el mundo tridimensional mediante el cálculo del comportamiento de la luz, los volúmenes, la atmósfera, las sombras, las texturas, la cámara, el movimiento, etc.

El software 3DStudio, es uno de los más utilizados para ello, ya que tiene es una herramienta muy potente de generación de imágenes, usando técnicas basadas en complejos cálculos matemáticos, se pueden tratar de conseguir imágenes reales, en cuyo caso se habla de fotorrealismo.

A continuación se muestran una serie de infografías realizadas para el equipo, el cual sugirió las propias escenas.



Imagen 43. Infografía a través de 3DStudio.

5.5.4 PRESENTACIÓN FORMULA STUDENT UPV

El equipo decide realizar un evento en la casa del alumno, en el cual pretenden dar a conocer al equipo Formula Student UPV, el equipo de la Universitat Politècnica de València UPV el cual tiene como objetivo competir en la Formula Student 2014.

El evento se realiza en la misma universidad, y para el mismo se pide colaboración para lograr atraer a cuanto más público mejor, a través de exposición de deportivos, se instaló un simulador y posteriormente se efectuó un evento nocturno con la esperanza de recaudar ayudas.

Para la elaboración de los carteles el equipo me sugirió que querían atraer a la gente con un render que no mostrara el coche completo. De modo que sugiriera curiosidad al espectador y así captar su atención.

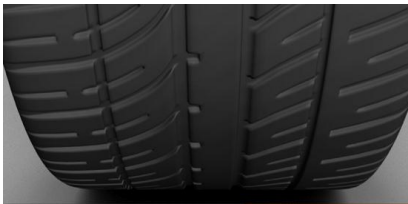


Imagen 44. Cartel presentación.

5.5.5 VIDEO TEASER FORMULA UPV

Otra de mis colaboraciones fue la participación en la elaboración de un video el cual se trata de un *teaser* de cara al evento. En este caso, debo colaborar con un editor de videos con el cual contacto y tengo varias reuniones y entre los dos elaborar una presentación. El se encargaría de la parte de edición y postproducción y yo tendría que pasarle diversos clips que muestren partes del coche, sin mostrarlos por completo.

Para ello elaboro diferentes clips, de los componentes que el equipo quiere mostrar y finalmente un clip con el coche tapado con la tela. Posteriormente el editor de video lo unirá con recortes de otros videos, y le añadirá el texto y la música que el equipo a escogido.



Clip neumático: parte del inferior del neumático y va ascendiendo hacia la parte superior del mismo.

Imagen 45. Imagen clip neumático.

Clip llanta: en el que se muestra la llanta enfocada cámara de derecha a izquierda.



muestra la llanta enfocada cámara de derecha a izquierda.

Imagen 45. Imagen clip llanta.



Clip volante: en este caso se comienza con un primer plano de frente al volante y la cámara se mueve de forma ascendente.

Imagen 46. Imagen clip volante.



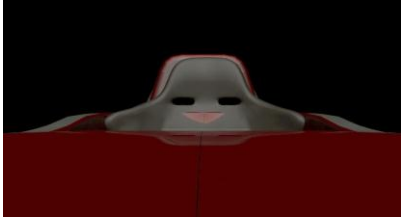
Clip portón: Realiza recorrido de adelante hacia la parte trasera.

Imagen 47. Imagen clip portón.



Clip escudo: Se sitúa el escudo en el morro del monoplaça y se recorre con la cámara hacia arriba.

Imagen 48. Imagen clip escudo.



Clip asiento: La cámara se acerca de manera horizontal, hasta visualizar la parte superior del asiento.

Imagen 49. Imagen clip asiento.



Clip difusor: La cámara se introduce por dentro del difusor hasta llegar a la rueda delantera.

Imagen 50. Imagen clip difusor.

Clip final: La cámara gira alrededor del coche tapado con una manta a la vez que se va ampliando la luz del mismo.



Imagen 51. Imagen clip difusor.

En el siguiente enlace se visualiza el video definitivo mostrado en las redes sociales:

<https://www.youtube.com/watch?v=QOlnR3O0uRQ&feature=youtu.be>



PROTOTIPO

6. PROTOTIPO

En su momento el equipo sugirió realizar un prototipo con el propósito de tener una muestra la cual les puede acompañar tanto a presentaciones como a reuniones con los posibles sponsors. Dado que una de las asignaturas cursadas, prototipado rápido, trataba de ello, me propuse realizarla. Se pretende realizar un prototipo de no menos de 60 x 30 cm en un material de fácil transporte, resistente y que permita un buen acabado.

Material prototipo

El material seleccionado para efectuar el prototipo fue espuma de poliestireno, la cual tiene la peculiaridad de ser ligera, por lo tanto fácil de transportar y además es fácil de mecanizar. La debilidad de este material es que si escogemos una espuma de baja densidad, el acabado es malo, y por lo tanto el prototipo tras ser mecanizado debe ser tratado. Es por ello que se busca una espuma lo más densa posible que nos permita que tras el mecanizado la pieza quede lo más definida posible.

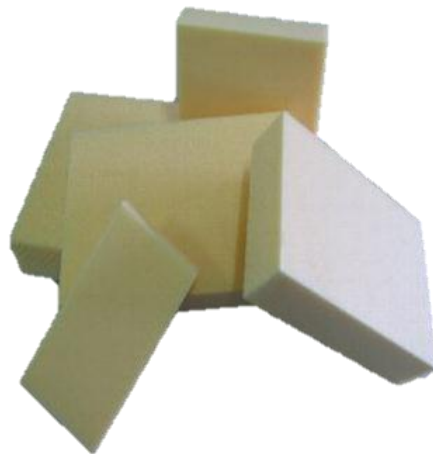


Imagen 52. Espuma de poliestireno en bloque.

Prototipado rápido

Dentro de todos los sistemas de prototipado rápido, de entre los mecanismos disponibles en la universidad, mi primera opción fue realizarlo a través de la impresora 3D, ya que permite a través de un archivo CAD, con el cual ya contamos, realizar una

impresión a escala del monoplaza. La idea se descartó ya que la resolución de la impresora con la que cuentan en IDF es baja, y el tamaño muy limitado.

Finalmente opto por realizarla a través de mecanizado, ya que, como en el caso de la impresión 3D, a través del archivo CAD somos capaces de extraer mecanizar a escala el prototipo.

En primer lugar me dirijo al taller de prototipos de la escuela de diseño, y aceptan ayudarme, pero con una espera de 2 meses. Mientras tanto, decido solicitar ayuda en el centro IDF, el cual dispone de una amplia maquinaria, dentro de este se encuentra el departamento FabLab, con el que me puse en contacto. Los cuales me informaron de sus honorarios, en los cuales se incluye el mantenimiento de la maquinaria y del personal que tiene que atender y debe efectuar el cálculo de trayectorias. El precio de mecanizado es de 0,5 €/min más 25€ por trabajo.

Acabado

El proceso de acabado se realiza a través de lija y masilla, mediante el cual se pretende eliminar todo poro que tenga la maqueta para posteriormente añadirle los colores representativos de la universidad.

Decisión equipo

Tras reunirme con el equipo se decide no llevar a cabo el prototipo, ya que en esos momentos el equipo no dispone de recursos, y el prototipo interesaba en ese momento que era cuando el equipo estaba reuniéndose con empresas para presentar el proyecto. Se decide priorizar un buen acabado de los renders, que es ilustrativo y adaptable a las modificaciones que se van llevando a cabo.

EVALUACIÓN DISEÑO



7. EVALUACIÓN DISEÑO

MÉTODO ELEMENTOS FINITOS

En general el método de los elementos finitos FEM, es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física. La variedad de problemas a los que puede aplicarse ha crecido enormemente, siendo el requisito básico que las ecuaciones constitutivas y ecuaciones de evolución temporal del problema a considerar sean conocidas de antemano.

Independientemente de la complejidad del proyecto o del campo de aplicación, los pasos fundamentales en cualquier proyecto de MEF son siempre los mismos, ya sea un análisis estructural, térmico o acústico.

El punto de partida para cualquier análisis es el modelo geométrico. El proceso de individualización, conocido como mallado, divide la geometría en entidades relativamente pequeñas y de formas simples, llamadas elementos finitos.

Gracias a este método a continuación se realiza un análisis dinámico de fluidos sobre el carenado del monocasco y otro análisis estático de la estructura trasera del monoplaza.

7.1 COMPORTAMIENTO AERODINÁMICO CARENADO

La aerodinámica es la rama de la mecánica de fluidos que se encarga de estudiar el movimiento relativo entre un sólido y un fluido gaseoso, generalmente aire, definiendo las presiones y fuerzas que se generan.

Las mayores aplicaciones de la aerodinámica están en la aeronáutica, determinando comportamientos y mejorando su comportamiento respecto al aire a través de modificaciones de formas. Es en ésta área en la que este apartado hará incidencia, estudiando el comportamiento del vehículo con el fin de comprobar su rendimiento aerodinámico.

7.1.1 TUNEL DE VIENTO

Un túnel de viento es un complejo dispositivo diseñado para determinar el efecto que produce un flujo de aire controlado (a determinadas condiciones de temperatura, presión, etc.) alrededor de un vehículo en movimiento. Dada la relatividad del movimiento y ciertas condiciones relacionadas con el suelo sobre el que se apoya el monoplaza, un vehículo en movimiento a través de aire en reposo es equivalente a un vehículo en reposo frente a un flujo de aire que se mueve en la misma dirección pero sentido opuesto.

Existen muchos tipos de túneles de viento, dependiendo de sus objetivos de ensayo, algunos sirven para paracaidismo, tienen configuración vertical, otros están destinados a aeronáutica, con dimensiones mayores, etc. Pero de forma genérica pueden describirse como conductos que poseen un ventilador que genera un flujo constante y definido de aire.

Los túneles de viento poseen varios sectores dentro de su trayecto. La parte de interés es la sección de pruebas, en la que van incorporadas las cámaras, sensores que son las encargadas de medir las fuerzas que experimenta el fluido y las condiciones del aire que atraviesa esta sección.

ANÁLISIS CFD

La DCF es un conjunto de técnicas matemáticas y numéricas que permiten resolver las ecuaciones que gobiernan la dinámica de un flujo de un fluido (en nuestro caso, aire) alrededor de un cuerpo sólido (monoplaza). Técnicamente, estas ecuaciones denominadas de Navier-Stokes- son dos ecuaciones diferenciales altamente no lineales. Esto significa que si se varían las condiciones iniciales mínimamente, el comportamiento de la solución puede llegar a ser completamente diferente, dando lugar a un comportamiento caótico asociado a la turbulencia. De de ahí la enorme dificultad que ello entraña.

El análisis aerodinámico de un vehículo mediante software de elementos finitos es una de las diferentes posibilidades que tiene el cálculo de la dinámica de los fluidos por estos métodos.

Cuando se realiza una simulación CFD, lo que se hace realmente es construir un túnel de viento virtual.

SOFTWARE

La realización de simulaciones computacionales de dinámica de fluidos (CFD) para la optimización del comportamiento aerodinámico de vehículos ha progresado de forma veloz en los recientes años. La variedad de softwares con capacidades CFD, especializados o de propósitos generales es cada vez más amplia, lo que genera la necesidad de evaluarlos y tomar decisiones respecto a cuáles son los adecuados de acuerdo a los requerimientos de cada situación.

Dentro de las aplicaciones actuales más conocidas en el ámbito de FEM podemos encontrar software genérico, que posee una amplia variedad de posibilidades de cálculo de este tipo, como ANSYS, ALGOR, NASTRAN, ABAQUS... cuyos solvers son capaces de resolver problemas de tipo estructural, dinámico o estático, así como CFD. Además de

los solvers incorporados a los software CAD, como Catia, Nx, Creo Elements, Solidworks a través de los cuales también es posible efectuar el análisis CFD.

Este trabajo se sirve de la plataforma de Siemens, NX versión 7, en particular de su módulo de simulación avanzada y su solver de cálculo por elementos finitos (Nx termal/ Flow). Con ellos se realizará lo que se denomina análisis CFD.

De entre todos los programas disponibles en el mercado se selecciona este puesto que si esto fuera un caso real, y quisiéramos usar otro software, esto supondría un gasto añadido de licencia.

7.1.2 SIMULACIÓN TUNEL DE VIENTO

El presente apartado se enfoca en establecer un análisis de rendimiento aerodinámico, del último modelo de carenado que se dispone, mediante el software NX.

PRE-PROCESO: MODELADO

En primer lugar se debe exportar el último modelo realizado en 3DStudio a Nx. Este proceso conlleva la problemática que en el primer software se trabaja en superficies y en Nx necesitamos cuerpos para poder mallar y simular.

Debido a la importancia de revisar bordes y zonas que puedan dar lugar a conflictos, se exporta la superficie y sobre esta se modela de nuevo un carenado mucho más simple, para agilizar los tiempos de simulado.

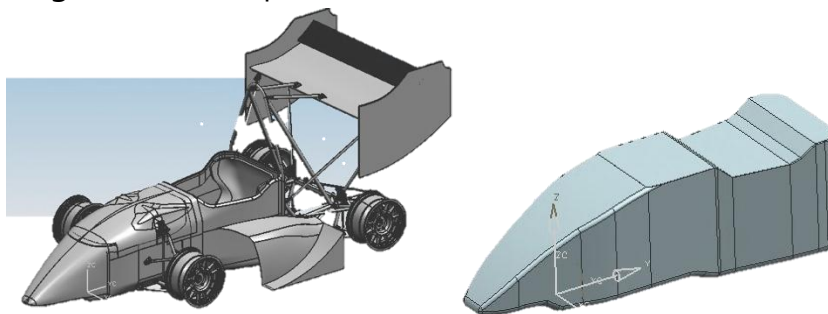


Imagen 53. Modelo CAD simplificado.

CONDICIONES CONTORNO: SIMULACIÓN AVANZADA

Una vez definida la geometría que se desea analizar, se debe realizar la malla del vehículo. Para lo cual se usará malla 3D ya que nos encontramos con un cuerpo completamente sólido. Hay que tener consideración en el tamaño de los elementos de malla, ya que este punto resultará clave para la calidad y precisión de la solución obtenida. Por lo que se resuelve el tamaño gracias a la ayuda del programa que te orienta en función de la pieza.

Además mallar la geometría, se debe crear un túnel a través del cuál pasará el aire. El bloque que representa el túnel se le añade unas condiciones de fluido en las que se indica que el material fluido es aire. El tamaño de este es influyente, sobretodo su anchura, ya que puede interferir en los resultados obtenidos.

Seguidamente se introduce las condiciones de contorno del fluido, una boca de entrada con una velocidad de 100 km/h y una salida abierta.

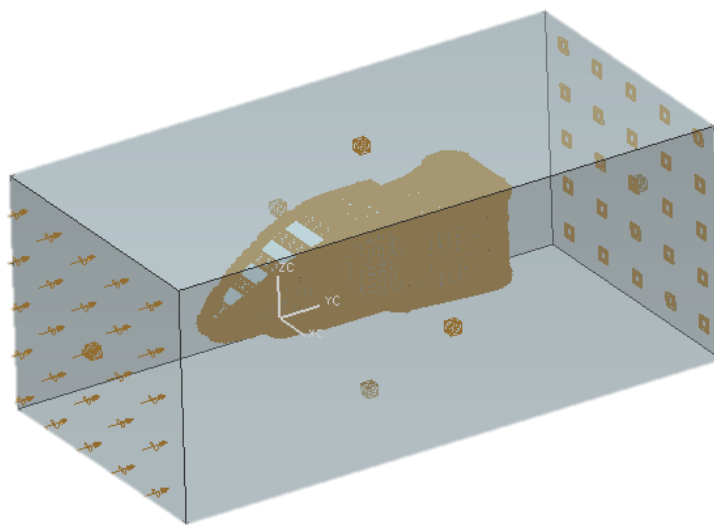


Imagen 54. Condiciones túnel de viento.

POST-PROCESADO: RESULTADO

Una vez realizado el cálculo, se obtienen los resultados, representados gráficamente. En este se puede observar la presión mediante campos coloreados a partir de dos planos perpendiculares en los cuales se valoran las partes medias del coche, donde mayor tamaño tiene el coche y por lo tanto donde mayor es la reacción del fluido.

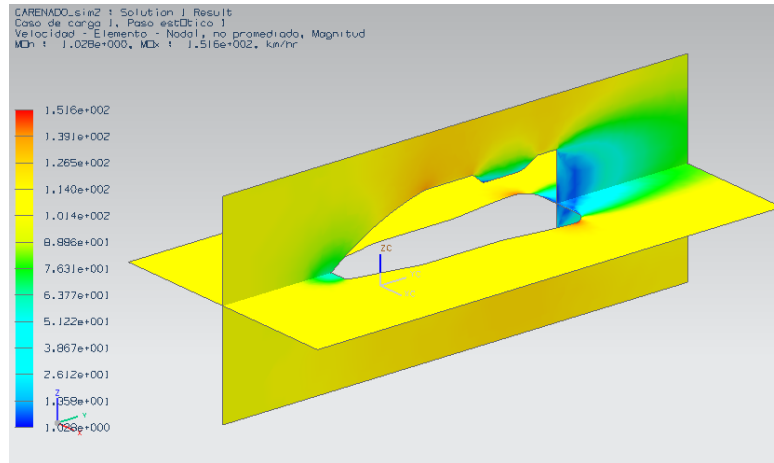


Imagen 55. Gáfico.

A través de las flechas aerodinámicas, se observa el flujo de aire combinado con el resultado anterior. Las imágenes obtenidas a partir del análisis registra el comportamiento en el cual se observa como la manera de incidir en la pared inicial del vehículo, de una manera suavizada y repartida. Esto beneficia gracias a la menor formación de turbulencias en la zona posterior del vehículo y por lo tanto no se crean bajas presiones que succionan el vehículo, restándole fuerza de avance

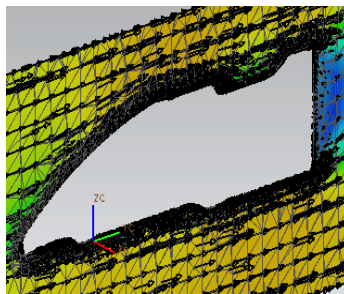


Imagen 56. Detalle gráfico.

En automovilismo se busca crear una zona de alta presión por encima del vehículo y una de baja presión por debajo. La diferencia de presión provoca una succión que atrae al vehículo hacia el suelo, mejorando el agarre, lo que permite mejor maniobrabilidad. En este caso se observa que el flujo superior e inferior son

prácticamente iguales. Por lo que podría ser una de las cosas a mejorar en el diseño. Posiblemente sea por las entradas inferiores en forma de escalón que hace aumentar el flujo del aire en el inferior.

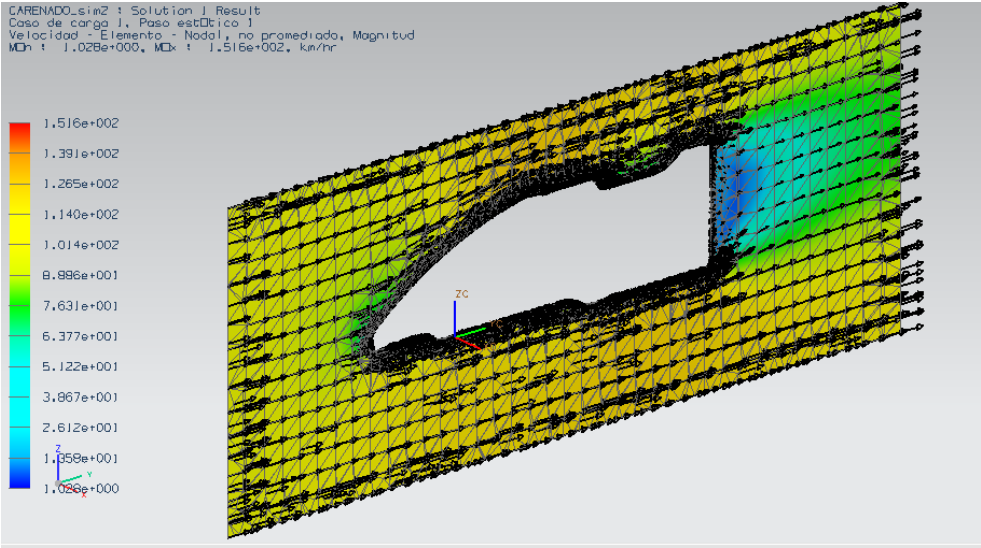


Imagen 57. Gráfico vertical.

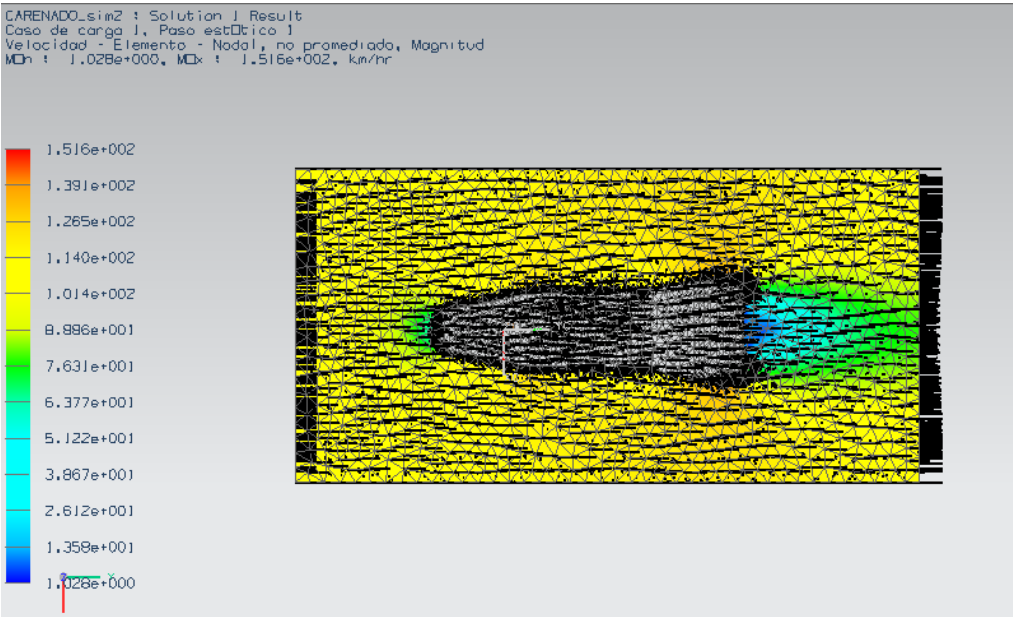


Imagen 58. Vista superior.

7.1.3 CONCLUSIONES OBTENIDAS

Las impresiones percibidas tras la realización de este análisis son de que es un campo muy amplio, con cantidad de variables que pueden afectar tanto al análisis, como al entendimiento de los resultados. Que simplemente he conseguido realizar una iniciación a la temática, y un cálculo básico.

Aunque lo considero muy productivo la realización de este análisis, ya que con pocos conocimientos se comprueba de manera muy visual las reacciones que tiene el monopla. Pienso que una persona experta en aerodinámica, podría obtener unas conclusiones y unas mejoras mucho más fundamentadas que lo realizado en este análisis.

Por lo tanto el manejo correcto de este tipo de programas exige un profundo conocimiento no solo del material con el que se trabaja, sino también de los principios del método de los elementos finitos. Sólo es este caso estaremos en condiciones de garantizar que los resultados obtenidos en los análisis se ajustan a la realidad.

7.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente.

En este apartado se analiza por el método de elementos finitos la carga que soporta la bahía, estructura posterior del monoplaza. Se trata de un modelo de simulación estático, ya que es una representación de un sistema en un momento particular, para representar un sistema en el que el tiempo simplemente no juega ningún rol. Por lo que se crea un entorno físicamente restringido en el que se aplican las cargas, simulando un caso real, para obtener unas deformaciones y tensiones como resultado.

Este apartado, al igual que el anterior se sirve de la plataforma de Siemens, NX versión 7. Dentro del módulo de simulación avanzada y su Solver de cálculo por elementos finitos Nastran.

7.2.1 SIMULACIÓN

PRE-PROCESO: MODELADO

El primer paso es construir un modelo de la estructura a ser analizada. El objetivo principal del modelo es replicar de manera realista los parámetros importantes y características del modelo real.

En la actualidad tenemos dos modelos de estructura diferentes, el primero que se diseñó y otro más actual y más definido. Puesto que se disponen de conocimientos iniciales de simulación, y el modelo más reciente, está importado de otro software y genera problemas a la hora de mallarlo, puesto que las uniones no están correctamente solapadas.

Para simplificar el proceso de cálculo se simula con tubos macizos en lugar de huecos. Obteniendo así un peso de estructura de 7 kg.

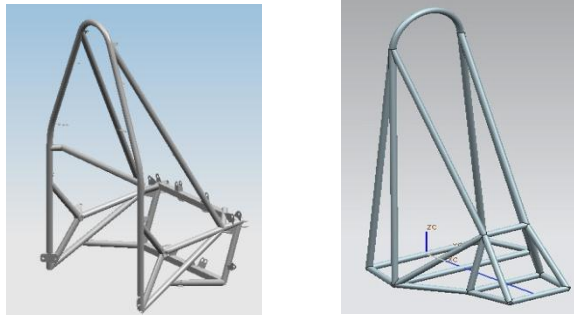


Imagen 59.Chasis trasero.

Una vez se ha creado la geometría, se utiliza un procedimiento para definir y dividir el modelo en "pequeños" elementos. En general, un modelo de elementos finitos está definido por una malla, la cual está conformada por elementos y nodos. Los nodos representan puntos en los cuales se calcula el desplazamiento (análisis estructural).



Imagen 60.Chasis mallado.

Los paquetes de FEA enumeran los nodos como una herramienta de identificación. Para definir estos nodos completamente se debe indicar el material del cual será fabricado, en este caso el equipo confirma la intención de realizar las barras de la estructura con PVC, dado su bajo peso, alta resistencia y la facilidad de ser obtenido por un bajo coste.

CONDICIONES CONTORNO: SIMULACIÓN AVANZADA

En esta ocasión para aplicar las condiciones de contorno se debe estudiar los componentes que soporta la estructura, y las fijaciones que dispone. Esto lo vamos a extraer de un modelo de coche más avanzado en el que se pueden encontrar la mayoría de componentes del vehículo.

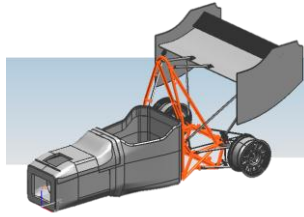


Imagen 61.Chasis en coche.

El coche tiene un peso total de 223 Kg, de los cuales 61 kg por lo que vamos a estimar que la estructura debe soportar una presión máxima de 600 N, distribuida sobre las barras inferiores. En la siguiente imagen se observan como se aplican las cargas sobre la estructura. Además se le aplica una restricción fija en la barra antivuelco. Para conseguir realizar un cálculo estático es preciso que la estructura se encuentre restringida para que el programa no de fallos.

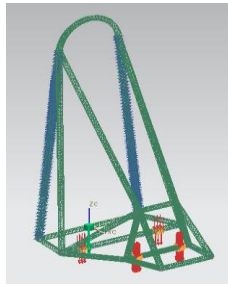


Imagen 62.Condiciones de carga.

En la parte trasera, se encuentra el mecanismo Sidepod, la cual pesa alrededor de 4 kg. En la imagen se muestra como va anclada a la estructura y como se le han aplicado las cargas al modelo.

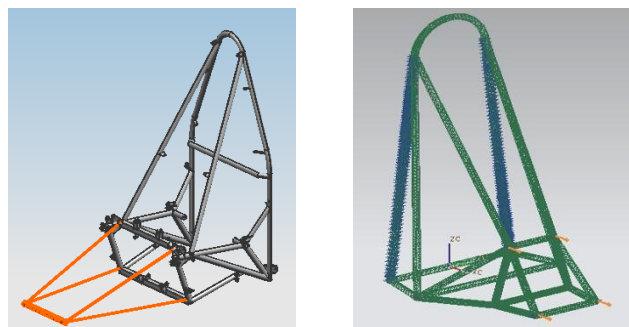


Imagen 63.Carga del Sidepod.

La suspensión del coche, además de ejercer una presión sobre la estructura, también genera un punto de anclaje. Es por esto que se aplica una fijación en sentido vertical combinada con la presión en sentido horizontal. Siendo el peso aproximado de ambas

suspensiones de 41 kg, con llantas incluido, se aplica una carga de 200 N a cada lado, la cual al ser contrapuesta, no tiene gran repercusión. Aunque en la realizada no sería así. En caso de curvas, el mecanismo reaccionaría de forma diferente.

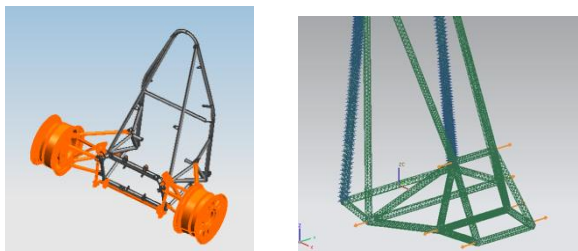


Imagen 64.Carga suspensión.

Por último, el alerón trasero, anclado en la parte superior del esqueleto, tiene un peso aproximado de 10 Kg, de los cuales se han aplicado 90 N, repartidos entre los puntos de unión.

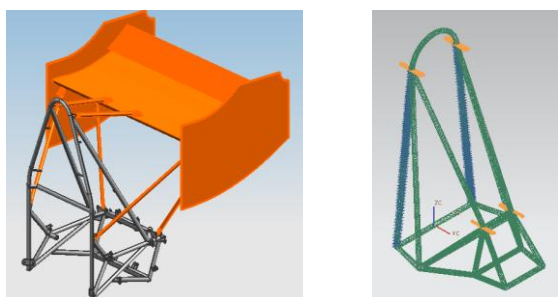


Imagen 65.Carga alerón.

En la siguiente imagen se muestra como queda la estructura con todas las condiciones de contorno incluidas. Es una simulación poco realista de la realidad, pero en la que se ha preferido calcular estructura en su estado de reposo, para comprobar las deformaciones que aproximadamente iba a soportar.

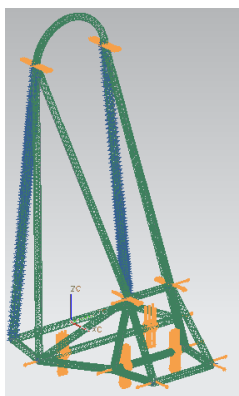


Imagen 66.Total cargas.

POST-PROCESADO: RESULTADO

Gracias al Solver encargado de realizar los cálculos, en este caso Nastran, obtenemos los siguientes gráficos. De los cuales se puede conocer el desplazamiento nodal que sufren las barras afectadas por la carga.

Aunque por defecto en la imagen parece que el desplazamiento sea mucho, y la barra se deforme, esto es efecto de la simulación, la cual engrandece el movimiento generado por la deformación, para visualizar o resaltar más las zonas de mayor efecto. Pero como se ve en la gráfica de colores el desplazamiento máximo es de 0.9 mm, apenas inapreciable para ojo humano.

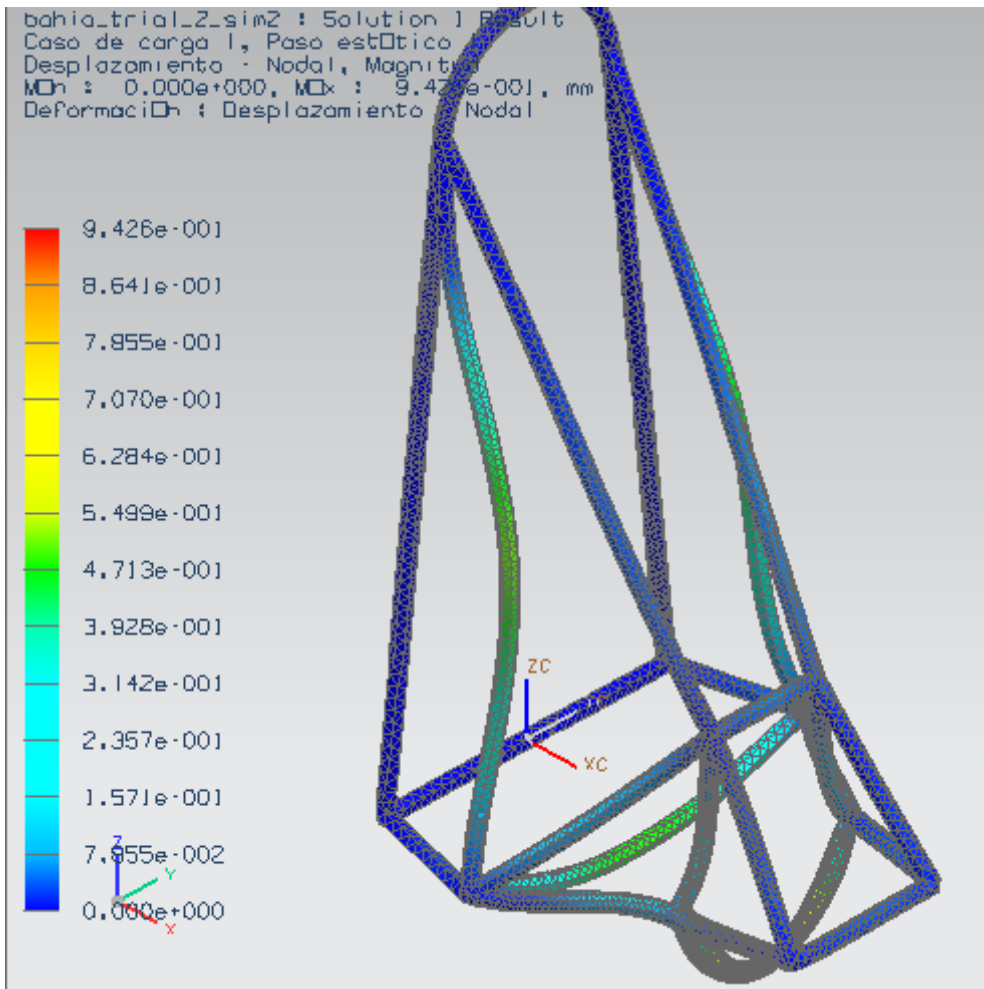


Imagen 67. Gráfico desplazamiento.

En la siguiente gráfica se perciben los puntos de mayor esfuerzo soportado, el cual se encuentra en los extremos de la barra inferior, la cual llega a soportar 14 MPa, un esfuerzo perfectamente asumible para este material.

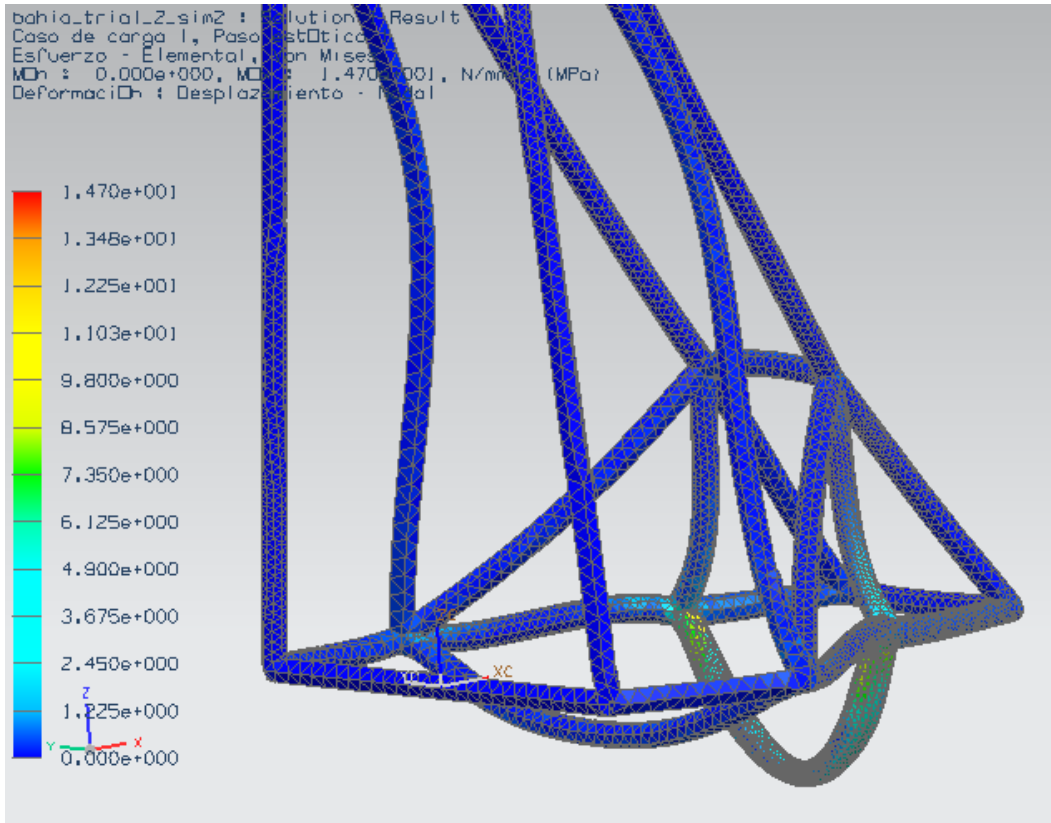


Imagen 68. Gráfico Esfuerzos.

Dn= diámetro nominal Øe= Diámetro ext. en mm. Serie: standard / Heavy	Carga de rotura final. (Kg).	Carga max. recomendada (Kg).	Max. Presión Hidráulica (Kg / cm ²).	Profundidad max. del pozo. (mt).
DN40-1 1/2" (Øe= 48 mm)				
Standard	3.000	1.700	25	250
Heavy	4.000	2.000	35	350

Imagen 67. Tabla de cargas PVC.

7.2.2 CONCLUSIONES OBTENIDAS

La principal conclusión del análisis, aunque se ha realizado a modo de práctica, con un modelo no definitivo, cargas aproximadas y simulación de tubos solidos en lugar de huecos, como son realmente. La metodología de elementos finitos hace posible predecir una posible rotura a personas con conocimientos básicos sobre la materia, en un breve espacio de tiempo.

Evidentemente una persona con buenos conocimientos mecánicos y gran entendimiento del software y de la metodología de elementos finitos, podría llegar a realizar simulaciones de gran precisión y fiabilidad.

Pienso que todos los métodos de simulación deberían ser una noción obligatoria de conocer para un ingeniero. Ya que es una forma práctica de visualmente apreciar los problemas y cálculos que a un estudiante se le plantean. Además de que estas herramientas cada vez más se implantan en todas las empresas e incluso se subcontratan los cálculos, para demostrar previamente a los compradores de un proyecto, que este va a cumplir con las expectativas, e incluso se consigue calcular el tiempo de vida estimado de cierto componentes.



CONCLUSION

8 CONCLUSION

En general estoy muy satisfecha con la elaboración del proyecto, ya que cada uno de los apartados me ha servido de enseñanza y práctica. Realizándolo he ido ampliando mis conocimientos sobre la estructura de un monoplaza, del cual anteriormente a penas tenía conocimiento.

A nivel de software, he mostrado una variedad de aplicaciones que tanto Nx como 3DStudio, pueden llegar a realizar. Teniendo en cuenta el gran abanico de posibilidades que estos dos potentes programas te permiten realizar.

El trabajar para el equipo, aunque al principio pudieron faltar unas bases, una idea clara de lo que se quería realizar. La fase previa fue más complicada por el constante cambio de componentes e ideas.

Pero se fue despertando y creciendo el equipo, de tal modo que me aportaron mucha motivación a la hora de realizar todos los trabajos con ellos. Y trabaje pude trabajar muy a gusto con ellos y disfrutar de ver como poco a poco iban consiguiendo sus objetivos y metas.

Finalmente, por motivos laborales tuve que desplazarme y aunque al principio si que continué realizando trabajos y modificaciones contactando vía e-mail. Aunque me hubiera gustado continuar colaborando con ellos, y conseguir llegar a modelar el coche final con el que actualmente compiten. Para mi es todo un orgullo haber podido colaborar con un equipo con tanto futuro como es Formula Student UPV, y al que le deseo todo lo mejor en sus futuras competiciones.

9 FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

A nivel de equipo, el colaborar junto a su crecimiento ya forma parte de una futura línea de investigación. Ya que aunque el coche ya este fabricado, cada año, en cada competición va a necesitar mejora en todos los sentidos, para llegar a conseguir situarse en un puesto competitivo.

En el trabajo se han llevado a cabo una gran variedad de métodos y aplicaciones, a través de los cuales realizar y mostrar el Styling de un formula de la manera más realista y clara posible. Es por ello que en este apartado se sugieren varias futuras líneas de investigación.

-CAD:

El mundo de la infografía y el foto realismo es muy amplio y se pueden llegar ha realizar, con tiempo, muchos efectos y mejoras en todos y cada uno de los renders realizados.

-CAE

La temática de la simulación se podría decir que ha sido tratado a modo introductorio, ya que se podrían refinar más las simulaciones y llegar a simular muchas partes del coche. O incluso analizar el coche entero en un túnel de viento.

10 BIBLIOGRAFIA

-2013 Formula SAE® Rules Table of Contents

-Argüelles Álvarez, R., Cálculo de Estructuras, 3 tomos, Ed. Servicio de Publicaciones de la E.T.S.I. Montes, 1986.

-Análisis Estructural, Ed. Diana S.A., 1984.

Ghali, A. y Neville, A.M.,

-Computational methods for fluid dynamics. Springer. 2002.

[Ferziger] J. H. Ferziger and M. Perić.

-Siemens manual práctico Nx 7

-Material docente del Master Diseño y Fabricación asistida por ordenador.

Páginas web consultadas

www.racecar-engineering.com

www.formulaupv.com

www.research-racing.de/f1doc05-2.htm.

www.lionsracing.de/index.php.

www.insia.upm.es/upmracing/.

www.students.sae.org