



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO DEL CONDUCTO DE AIRE PARA LA
IMPLANTACIÓN DE TURBINAS DE IMPACTO
PARA LA RECARGA DE BATERÍAS DE COCHES
ELÉCTRICOS**

Autor: Elena Aguilar Moreno

Director: Antonio García y Garmendia

Madrid

Julio de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Elena Aguilar Moreno DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: “diseño del conducto de aire para la implantación de turbinas de impacto para la recarga de baterías de coches eléctricos”, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

podieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de l

6º. Fines y funcionamiento del repositorio institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 26 de junio de 2019

ACEPTA

Fdo



Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

"Diseño del conducto de aire para la implantación de turbinas de impacto para la recarga de baterías de coches eléctricos"

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2018-2019 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Elena Aguilar Moreno

26/06/2019



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Antonio García y de Garmendia

17 Julio, 2019





COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DEL CONDUCTO DE AIRE PARA LA IMPLANTACIÓN DE TURBINAS DE IMPACTO PARA LA RECARGA DE BATERÍAS DE COCHES ELÉCTRICOS

Autor: Elena Aguilar Moreno

Director: Antonio García y Garmendia

Madrid

Julio de 2019

TURBINAS DE AIRE DE IMPACTO PARA RECARGA DE BATERÍAS

Autor: Aguilar Moreno, Elena

Director: Dr. García y Garmendia, Antonio

Entidad colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

Hoy en día, una de las grandes vías de investigación referidas a los coches eléctricos es la autonomía de éstos. Los estudios se centran en las diferentes maneras de recargar baterías, lo más rápido posible y de la manera más eficiente también. El presente trabajo de fin de grado propondrá una vía de desarrollo en el futuro que aprovecha la energía cinética del aire para recargar las baterías de los vehículos en cuestión.

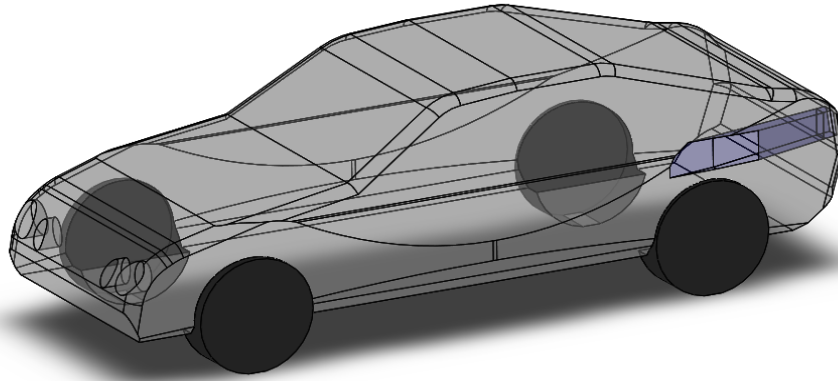
La principal idea es la incorporación de turbinas de aire de impacto que generen energía cuando el aire choca con éstas cuando el coche eléctrico está en movimiento. Una turbina es una turbomáquina relacionada con la generación de energía para su posterior uso.

El objetivo principal es el diseño de la cámara de aire que direcciona el flujo de aire hacia la turbina de aire para convertir la energía cinética del fluido en cuestión, en energía mecánica.

Metodología

Para la realización del proyecto, se ha examinado la totalidad de las patentes relacionadas con el aprovechamiento de la energía cinética del aire en vehículos en movimiento. Una vez examinadas, se ha procedido al diseño del conducto de aire.

Los objetivos principales para cumplir han sido conseguir la máxima eficiencia del conducto, y puntos de máxima velocidad del aire para que así la turbina gire más rápido.



Se han realizado dos estudios diferentes para la optimización del sistema:

- El primero se ha centrado en la localización externa del conducto.
- El segundo estudio realizado tiene como base el conducto que va lateral- atrás. A partir de aquí, utilizando como base teórica el efecto Venturi y las ecuaciones de Bernoulli, se obtiene el conducto con una reducción de sección óptima que hace que la velocidad aumente y así el fluido choque con las aspas de la turbina con mayor impacto y por tanto el rendimiento sea mayor.

Para la realización de este trabajo se ha utilizado el método de elementos finitos, utilizando la herramienta SolidWorks para las simulaciones del conjunto vehículo-conducto.

Resultados

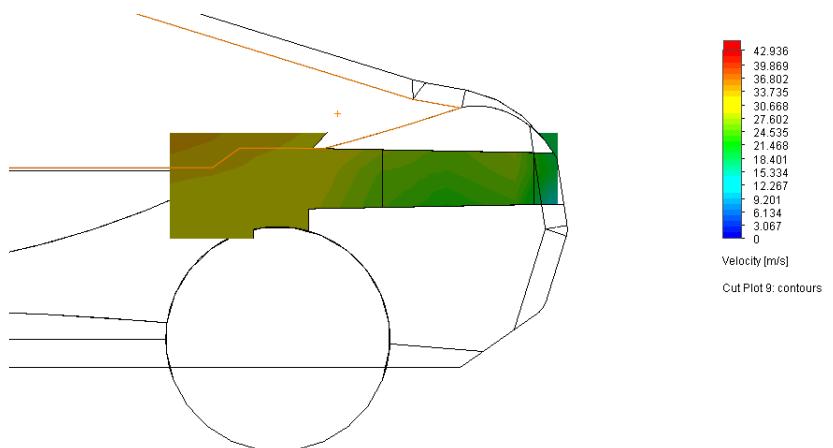
Como resultados de los dos estudios realizados:

- Después de varias iteraciones se ha optado por la colocación del conducto con la toma de aire en el lateral, y acabando en la parte trasera del coche. De esta manera, las pérdidas de carga son mínimas y el fluido no se frena al entrar en el conducto.
- Una vez obtenida la localización externa idónea para llevar a cabo el proceso, se realiza el siguiente estudio mencionado. Con la variación de sección se obtiene una reducción óptima del 15 %, que minimiza las pérdidas de carga y aumenta la velocidad en 4 m/s. Cabría esperar que cuanto más reducción, mayor será la velocidad del flujo y por tanto mejor, pero en cambio no es así. Al reducir

demasiado la velocidad las pérdidas de carga por choque aumentan y frenan el fluido considerablemente.

Conclusiones

Finalmente, se simula que el flujo de aire a través del conducto diseñado es éste. Se ve como no reduce la velocidad ni en un 20%, lo cual resulta eficiente.



Se deja para futuras investigaciones la simulación del conjunto coche-conducto, en la cual se podrá obtener un valor de potencia que crea la turbina con el impacto del aire en sus aspas. Además, se deja para futuros investigadores la realización de un estudio más exhaustivo y detallado incorporando todas las variables del proceso.

RAM AIR TURBINES FOR RECHARGING BATTERIES

Author: Aguilar Moreno, Elena

Director: Dr. García y Garmendia, Antonio

Collaborating entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

PROYECT SUMMARY

Introduction

When we talk about electric cars, one of the biggest challenges for the investigation, is the autonomy. All the research is focused on the different ways of recharging batteries as quick as possible, and in the most efficient way. This project aims to propose a new way to take advantage of the kinetic energy of the air to recharge the vehicle's batteries.

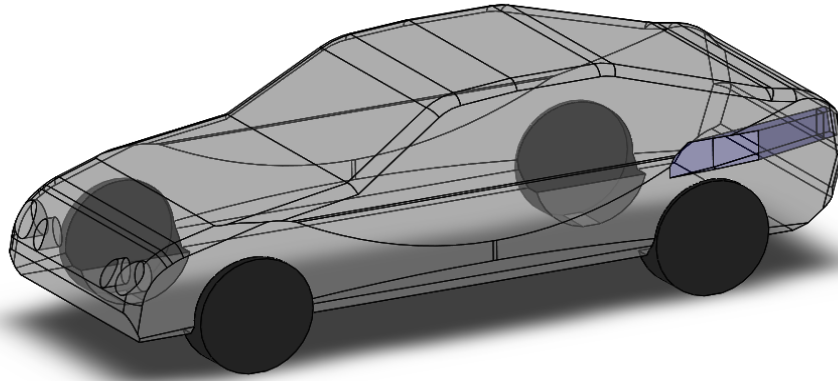
The main idea is to incorporate the impact air turbines generating energy when the air crash with them, being the electric car in movement. The turbine is a turbomachine related with the energy generation for the subsequent usage.

The main goal is the air conduct design driving the air flow towards the air turbine to convert the kinetic energy of the fluid in mechanics energy.

Methodology

For the execution of the project, there has been analyzed all the patents related with the kinetic energy performance of the air, within vehicles in movement- After all the analysis, it has been proceeded to design the air conduct.

The main objectives to accomplish the results, has been to achieve the maximum efficiency of the conduct, and marks of max speed of the air, to obtain faster spin around the turbine.



It has been carried out two different studies in order to optimize the system.

- The first one, has been focused on the external location of the conduct.
- The second study prepared, is based on the conduct located in lateral-back. From this point, using as a theory base the Venturi effect and the Bernoulli equation, the result is the conduct with an optimum section reduction which make speed increase, and therefore the fluid collide with the turbine's blades with a higher impact, and consequently with a better the performance.

For the fulfillment of the project, it has been used the finite elements' method, using SolidWorks for the simulation of the ensemble vehicle-conduct.

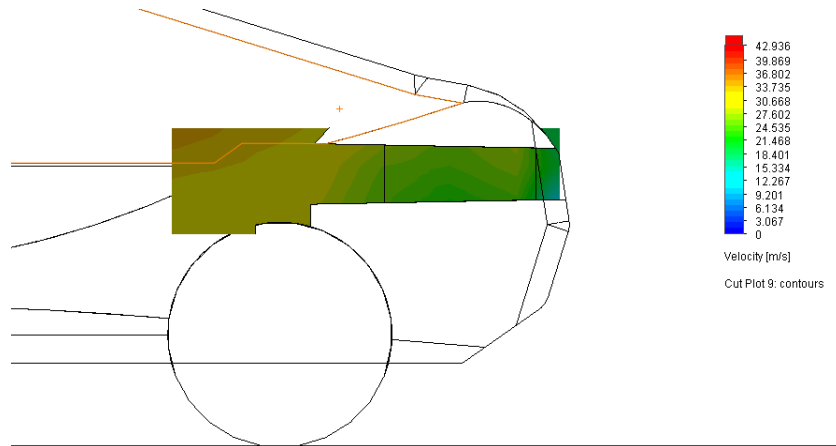
Results

The results for the two studies done are:

- After several interactions the option selected is to allocate the conduct with the air outlet in the side, ending in the back of the car. In this way, the charge loss is minimum, and the fluid do not stop when entering in the conduct.
- The second study is developed once the external ideal position is achieved. With a reduction of 15% of area, the loss of power is minimized so the speed increases in 4m/s. Although it seems to be better to reduce the area the most to increase the speed, if the variation is rude then the loss of charge gets higher so becomes inefficient.

Conclusions

Finally, it has been simulated that the air flow through the conduct design is this. And can be observed that the speed is not even reduced in a 20%, which results efficient.



The simulation of the ensemble car-conduct is postponed for future investigation, in which we will be able to obtain a power value developed by the turbine with the impact of the air in their blades.

Índice general

1. Introducción
2. Estado de la técnica
3. Planteamiento del estudio realizado
4. Estudio 1: Localización del conducto
5. Estudio 2: Optimización interna de la cámara de aire
6. Conclusiones
7. Bibliografía

Índice

PARTE I: MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	27
1.1. Motivación y objetivos.....	27
1.2. Patentes para la innovación.....	30
1.3. Metodología.....	31
1.4. Conclusiones.....	32
2. ESTADO DE LA TÉCNICA.....	35
2.1. Clasificación general.....	35
2.2. Clasificación de los problemas de las patentes estudiadas.....	38
2.3. Soluciones a las propuestas de las patentes.....	40
2.3.1. Aprovechamiento de la sección de la cámara de aire	
2.3.2. Reducción de la resistencia de arrastre de la turbina	
2.3.3. Turbina utilizable en pendientes o frenado	
2.3.4. Control de la recarga de batería mediante ultracondensador	
2.4. Conclusiones.....	44
3. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO REALIZADO.....	47
3.1. Problema para resolver.....	47
3.2. Características del estudio.....	47
3.3. Características del fluido.....	49
3.4. Análisis previo.....	50
3.4.1. Simulación de velocidades	
3.4.2. Simulación de presiones	
3.5. Conclusiones.....	55
4. ESTUDIO 1: LOCALIZACIÓN DEL CONDUCTO	57
4.1. Introducción.....	57
4.2. Parámetros definidos y especificaciones realizadas.....	57
4.3. Alternativas propuestas.....	58

4.3.1.	Delante-Arriba	
4.3.2.	Delante-Abajo	
4.3.3.	Delante-Atrás	
4.3.4.	Lateral-Atrás	
4.4.	Elección del conducto más eficiente.....	63
4.5.	Conclusiones.....	65
5.	ESTUDIO 2: OPTIMIZACIÓN INTERNA DE LA CÁMARA DE AIRE.....	67
5.1.	Introducción.....	67
5.2.	Estudio base.....	67
5.3.	Comparativa de dos conductos de diferentes secciones.....	68
5.4.	Optimización del conducto.....	72
5.4.1.	Introducción	
5.4.2.	Reducción al 0%	
5.4.3.	Reducción al 15%	
5.4.4.	Reducción al 30%	
5.4.5.	Reducción al 45%	
5.4.6.	Conclusión	
5.5.	Conducto óptimo.....	76
5.6.	Plano 1: Plano del conjunto.....	77
5.7.	Plano 2: Plano del conducto.....	79
5.8.	Conclusiones.....	81
6.	CONCLUSIONES.....	83
6.1.	Resumen del trabajo.....	83
6.2.	Ubicación final del conducto.....	84
6.3.	Futuras líneas de investigación.....	85
7.	BIBLIOGRAFÍA	88

PARTE II: ANEXOS

1. Anexo A

Índice de figuras

Tabla 1: Demostración motor no continuo. Fuente: Elaboración propia, 2019	28
Figura 1.1: Proceso cíclico de una innovación. Fuente: Planes, 2018.....	31
Figura 2.1: Clasificación de las patentes según la temática estudiadas. Fuente: Espacenet, 2019	35
Figura 2.2: Captura web de patentes ESPACENET. Fuente: Oficina Europea Patentes, 2019	37
Figura 2.2: Gráfico en representación a los problemas existentes acerca del problema. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	38
Figura 2.4: Dibujo de la patente US14/8632377. Fuente: US14/8632377, Geoffrey Gaither, Toyota Motor Engineering, 2015	40
Figura 2.3: Dibujo de la patente US14/8632377. Fuente: US14/8632377, Geoffrey Gaither, Toyota Motor Engineering, 2015	40
Figura 2.6: Dibujo de la patente EP1805412. Fuente: EP1805412, Stephen Dewar, Turbine and compressor employing tubercle leading edge rotor design, 2016.....	41
Figura 2.7: Dibujo de la patente US3878913. Fuente: US3878913, Donald C.Lionts & George Armijo, generating system for an electric vehicle, 1972	42
Figura 2.8: Dibujo de la patente US8098040B1. Fuente: US8098040B1, David Chandler, ram air driven turbine generator charging battery system, 2012	43
Figura 3.1: Modelo de trabajo para simulación. Fuente: Elaboración propia, 2019	48
Figura 3.2: Captura de pantalla SolidWorks. Fuente: Elaboración propia, 2019	50
Figura 3.3: Captura de la simulación de velocidades. Fuente: Elaboración propia,2019	51
Figura 3.4: Perfil aerodinámico de un cuerpo en forma de gota. Fuente: Aeronauticorner,2015	51
Figura 3.5: Captura de la simulación de presiones. Fuente: Elaboración propia, 2019 .	53
Figura 3.6: Captura de la simulación de presiones en la parte delantera del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	53
Figura 3.7: Captura de la simulación de velocidades en la parte delantera del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	54
Figura 4.1: Conducto posición delante- arriba. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	59
Figura 4.2: Simulación conducto posición delante- arriba. Fuente: Elaboración propia, 2019	59
Figura 4.3: Conducto posición delante- abajo. Fuente: Elaboración propia, 2019	60
Figura 4.4: Simulación conducto posición delante- abajo. Fuente: Elaboración propia, 2019	60
Figura 4.5: Conducto posición delante- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019	61
Figura 4.6: Simulación conducto posición delante- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019	61
Figura 4.7: Conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019	62
Figura 4.8: Simulación conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019	62
Figura 4.9: Elección conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019	63

Figura 4.10: Captura flujo de aire en el lateral del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019	64
Figura 4.11: Flujo de aire que entra por el conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	64
Figura 5.1: Modelo de simulación del siguiente estudio. Fuente: Elaboración propia, 2019	68
Figura 5.2: Ilustración cotas de la entrada de aire con sección rectangular. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	69
Figura 5.3: Ilustración cotas de la entrada de aire con sección circular. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	70
Figura 5.4: Simulación con conducto de sección rectangular. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	70
Figura 5.5: Simulación con conducto de sección circular. Fuente: Elaboración propia, 2019	71
Figura 5.6: Efecto Venturi. Fuente: Eva Arenas & Alexis Cantizano, 2018.....	72
Figura 5.7: Simulación del conducto con reducción del área del 0%. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	73
Figura 5.8: Simulación del conducto con reducción del área del 15%. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	74
Figura 5.9: Simulación del conducto con reducción del área del 30%. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	74
Figura 5.10: Simulación del conducto con reducción del área del 45%. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	74
Figura 5.11: Fotografía del coche con el conducto elegido incorporado. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	76
Figura 6.1. Dibujo 3D del conjunto coche + conducto de aire. Fuente: Elaboración propia, 2019.....	84
Figura 6.2. Corte del conducto para ver el flujo de aire. Fuente: Elaboración propia, 2019	84

PARTE I: MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo pretende presentar los inicios de este Proyecto de Fin de Grado, con el objetivo de poner al lector en contexto.

Hoy en día, una de las grandes vías de investigación referidas a los coches eléctricos es la autonomía de estos. Los estudios se centran en las diferentes maneras de recargar baterías, lo más rápido posible y de la manera más eficiente también. El presente trabajo de fin de grado propondrá una vía de desarrollo en el futuro que aprovecha la energía cinética del aire para recargar las baterías de los vehículos en cuestión.

1.1. Motivación y objetivos

El proyecto que se ha llevado a cabo surge con este objetivo, el de aumentar el tiempo de conducción del coche eléctrico, aumentando así los kilómetros hechos sin tener que parar a recargar.

La principal idea es la incorporación de turbinas de aire de impacto que generen energía cuando el aire choca con estas cuando el coche eléctrico está en movimiento. Una turbina es una turbomáquina relacionada con la generación de energía para su posterior uso.

La idea desarrollada por diferentes invenciones es la siguiente:

- Se implantará una cámara de aire en el vehículo eléctrico cuya función es gestionar el fluido que entra en el conducto. Esta cámara de aire deberá ser lo más eficiente posible, que no frene el aire ni haga que haya pérdidas por choque o mucho rozamiento.
- Además, dentro del conducto (cámara de aire) deberá haber incorporada una turbina de aire de impacto. Este tipo de turbina hace que, cuando el aire a cierta velocidad choca con sus aspas o hélices, la energía cinética del viento se convierte en energía mecánica, haciéndola girar.
- Esta energía mecánica en forma de rotación hace que se mueva el eje del generador, generando así una corriente eléctrica.
- La corriente eléctrica se transporta por medio de cables hasta las baterías que llevan los coches incorporadas, recargándolas para su posterior consumo.

Cabe mencionar que estas turbinas hacen que se genere electricidad, pero además generan una resistencia opuesta, que hace que el coche tenga que consumir más para moverse él mismo, y mover también la turbina. Es decir, nunca se van a recargar las baterías indefinidamente, no va a ser motor continuo, sino que la recarga de baterías mediante turbinas de aire de impacto aumentará la autonomía de estas un rango, pero nunca de forma indefinida.

Por ejemplo, si un coche eléctrico, sus baterías sin turbina de aire de impacto consumen 30 A, puede darse el caso (y es donde cobra sentido esta idea), de que al incorporar una turbina que no genere mucha resistencia opuesta, es decir, que esté muy optimizada, el coche entonces consuma 33 A para mantener la misma velocidad que sin turbina, pero la turbina en cambio recarga las baterías en 5 A. Con esto, se conseguiría una diferencia de 2 A, una diferencia positiva durante un tiempo adicional.

Consumo base: 30 A

Consumo con turbina incorporada: 33 A (Por la resistencia opuesta)

Aporte de energía de la turbina: 5 A

Horas de viaje (h)	Capacidad de la batería (Ah)	Capacidad de la batería (Ah)
0	300	300
1	270	272
2	240	244
3	210	216
4	180	188
5	150	160
6	120	132
7	90	104
8	60	76
9	30	48
10	0	20

Tabla 1: Demostración motor no continuo. Fuente: Elaboración propia, 2019

Sin embargo, sí es capaz de dar una diferencia positiva de carga adicional al sistema. La siguiente gráfica muestra cómo, aun consumiendo el coche más corriente, si la diferencia entre el consumo extra del coche y el valor de corriente que genera la turbina

es positivo, la autonomía en horas aumenta, y por tanto el objetivo estaría cumplido. La autonomía del coche crecería.

Una de las grandes ventajas que tiene esta idea es que es un método que no contamina, que no requiere de mantenimiento a corto plazo, y lo más importante es que el estudio aprovecha una energía desaprovechada de la velocidad del aire.

Como turbina de aire de impacto, cabe mencionar que se estudiarán diferentes propuestas de turbinas para dar con la mejor opción posible, haciendo que sea un proceso eficiente y con viabilidad.

Los objetivos principales de este Trabajo de Fin de Grado son los mencionados a continuación:

- Aprendizaje, estudio e investigación de las patentes relacionadas con la idea. Se tendrán en cuenta todas las patentes que incorporen turbinas de aire de impacto para aprovechar la energía cinética del viento y generar electricidad con esta. Se estudiarán los casos para vehículos en movimiento. Además, se hará una búsqueda exhaustiva de patentes que estén en desarrollo, las cuáles puedan dar nuevas ideas o proponer diferentes puntos de investigación. El objetivo final de todas las patentes deberá ser el de alargar la autonomía de los coches, haciendo mejoras en cada una de las partes del conducto, buscando el mejor rendimiento posible y eficiencia.
- Evaluación y análisis de todo el proceso, desde que el aire entra en la cámara de aire, su gestión, hasta la salida del aire por la sección de salida del vehículo.
- Diseño de la cámara de aire, aportando mejoras para optimizar lo máximo posible el rendimiento del sistema. Se propondrán los materiales que se crean mejores para su uso.
- Establecimiento del punto óptimo de localización de las turbinas, después de un buen estudio y análisis del flujo del aire, donde más velocidad haya. En el punto de mayor velocidad, el aire impactará de manera más fuerte y hará que las turbinas giren más rápido, lo cual hará que se genere mayor electricidad, cumpliendo así el objetivo de este proyecto.

Se espera cumplir todos y cada uno de los objetivos aquí comentados, así como encontrar un conducto con alto rendimiento que mejore los ya inventados.

1.2. Patentes para la innovación

La innovación es una necesidad de primer orden actualmente. Los seres humanos estamos en continuo desarrollo, en continuo desarrollo y con ello necesitamos que lo que nos rodea también avance, y mejore a la vez. La sociedad no se puede permitir quedarse estancado ni dejar de avanzar, pues supondría un retroceso que no podemos permitir.

Es por eso, que una de las maneras de inventar cosas y proteger los derechos del inventor es el método de las patentes. Una de las maneras de gratificar a un inventor, que innova por la sociedad, es permitirle dar derechos exclusivos de la idea, reduciendo así su competencia, y así tener mayor poder adquisitivo a nivel mundial.

El sistema de patentes permite defender una idea, la cual es protegida y defendida para que otras personas no puedan pisarla, ni utilizarla a menos que tengan el consentimiento y acreditación del inventor. El derecho de divulgación y uso está reservado al titular de la patente, y es por eso por lo que ¹este decide cualquier cosa a cerca de la idea, ya patentada.

Otra ventaja adicional del sistema de patentes es que se logra una mayor propuesta en inversiones, pues los inversores suelen poner dinero siempre apostando por innovación y desarrollo de ideas nuevas, algo que da mucho dinero.

Así, las patentes incentivan el desarrollo económico, tecnológico además de aportar un valor didáctico enorme. Cualquier persona con acceso a Internet puede recurrir a las patentes para aprender, innovar y avanzar en cualquier idea.

Los tres grandes objetivos de las patentes son:

- El primero, expone lo que hay en vía de desarrollo, lo que los nuevos inventores han desarrollado y las nuevas ideas que se proponen
- Además, hay un gran valor añadido a que, en el sistema de patentes, todo lo que existe está registrado, y es por esto por lo que se puede distinguir entre lo que es innovador, y lo que ya otro ha patentado.
- Por último, pero lo más importante, es el valor didáctico que dan las patentes. Cualquier patente está compuesta por descripciones, por planos, figuras,

¹ Fuente: Planes, 2018

desarrollos de las ideas. En estos apartados es donde más se puede aprender de cada idea tecnológica que ya exista.

La innovación se lleva a cabo por un proceso, expuesto en la figura siguiente, en el cual se muestra de manera cíclica la forma de desarrollar una nueva idea, dar solución a diferentes problemas, y lo más importante, proteger la idea del inventor.

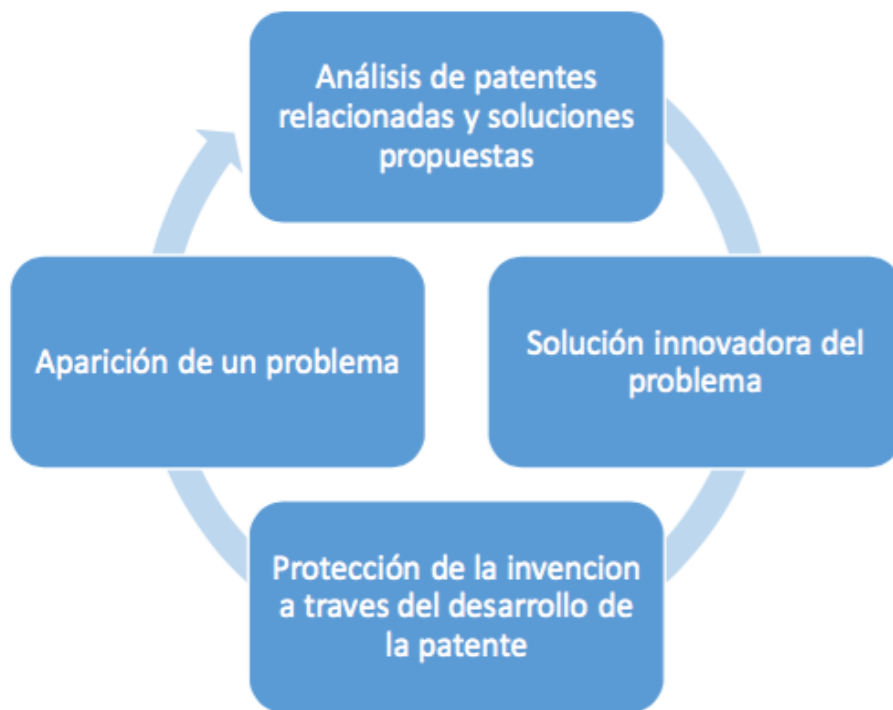


Figura 1.1: Proceso cíclico de una innovación. Fuente: Planes, 2018

1.3. Metodología

Para la realización del siguiente proyecto, se ha llevado a cabo el tipo de metodología MEP, cuyas siglas significan “Método de Escenarios Ponderados”.

El siguiente método consta de tres etapas:

1. Vigilancia tecnológica: En este tiempo se organizan, recopilan y estudian todos los datos de las patentes relacionadas con la idea. En este caso, se ha realizado un estudio y análisis de todas las patentes relacionadas con la incorporación de una turbina de aire de impacto para aprovechar la energía cinética del aire para recargar baterías.
En esta etapa se han recopilado todos los números de las patentes interesantes referido a este tema, la referencia, el inventor, su país de origen y fecha de publicación.
2. Identificación de los problemas y sus soluciones: En este caso, se han clasificado todas las patentes relacionadas con las turbinas de aire de impacto con relación al problema tratado, las soluciones proporcionadas... Así, se realiza un examen muy exhaustivo y detallado de este grupo de patentes asociados, y con una clasificación en referencia a los problemas resueltos, se analizan las soluciones planteadas para poder dar algo de novedad a la idea con nuestra propuesta.
3. Diseño: Una vez se hayan clasificado todas las patentes, se debe elegir un problema a tratar, para poder dar una idea novedosa y si se cree conveniente, patentarla. Se llevará a cabo la metodología denominada TRIZ (Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva) (CEREM, 2018). Con este tipo de resolución, se espera poder proponer una idea nueva, tecnológica y que mejore lo que ya existe. ²

1.4. Conclusiones

En este capítulo se han definido todas las ideas y objetivos referentes al trabajo de fin de grado, así como la metodología llevada a cabo.

Además, se ha hablado de la validez y gran valor didáctico de las patentes, así como la importancia que tienen hoy en día para la innovación tecnológica.

² Fuente: Planes, 2018

En el siguiente capítulo se expondrá el estado del arte de la invención desarrollando un análisis exhaustivo de todas las patentes relacionadas.

2. ESTADO DE LA TÉCNICA

En este capítulo se llevará a cabo el análisis profundo y detallado de todas las publicaciones de patentes relacionadas con las turbinas, clasificando los problemas analizados, y estudiando las soluciones sugeridas para poder aportar algo de novedad a la invención.

2.1. Clasificación general

Las diferentes patentes se clasifican según la temática investigada.

La forma de designación de las turbinas de aire de impacto relacionadas con la recarga de baterías es B60K.

Estas patentes están recogidas en la sección B, que corresponde a operaciones relacionadas con el transporte.

Symbol	Classification and description
<input type="checkbox"/> A	HUMAN NECESSITIES
<input type="checkbox"/> B	PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
<input type="checkbox"/> C	CHEMISTRY; METALLURGY
<input type="checkbox"/> D	TEXTILES; PAPER
<input type="checkbox"/> E	FIXED CONSTRUCTIONS
<input type="checkbox"/> F	MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
<input type="checkbox"/> G	PHYSICS
<input type="checkbox"/> H	ELECTRICITY
<input type="checkbox"/> Y	GENERAL TAGGING OF NEW TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS; GENERAL TAGGING OF CROSS-SECTIONAL TECHNOLOGIES SPANNING OVER SEVERAL SECTIONS OF THE IPC; TECHNICAL SUBJECTS COVERED BY FORMER USPC CROSS-REFERENCE ART COLLECTIONS [XRACs] AND DIGESTS

Figura 2.1: Clasificación de las patentes según la temática estudiadas. Fuente: Espacenet, 2019

Dentro de esta sección, se incluyen en el número 60, lo referido a vehículos en general. Además, lleva adjunto una letra L, que relaciona todas las publicaciones de patentes y solicitudes de patentes que incluyen algún tipo de sistema de recarga de baterías para coches eléctricos. Este campo es muy amplio con numerosas publicaciones, es por esto por lo que se lleva a cabo el estudio exhaustivo del subgrupo 50, que estudia en profundidad la propulsión de los coches eléctricos utilizando la energía de fuerzas de la naturaleza, como el viento. (Espacenet, s.f.)

Todas las patentes estudiadas encontradas en la página web de la Oficina Europea de Patentes (Espacenet), se recogerán en un Excel que sirva como base de datos para el siguiente desarrollo de trabajo. Dentro de cada patente, Espacenet ofrece información relevante, como es el título de la patente, el código de referencia, el nombre del inventor y el país de origen. Todos estos datos se adjuntan en la siguiente hoja Excel en el Anexo A al final del documento.

Normalmente, todas las patentes ofrecen la misma documentación, de manera ordenada para facilitar la búsqueda en Espacenet, la web internacional de patentes y solicitudes de patentes donde están publicadas las patentes y solicitudes de todo el mundo. La documentación se clasifica de la siguiente manera:

- Datos bibliográficos: En esta parte se muestra el título de la patente, el nombre de esta invención, la fecha de solicitud, la fecha de publicación, una corta descripción y un dibujo aclaratorio.
- Descripción: Este apartado detalla el estado de la técnica, y un extenso desarrollo donde se describe el invento de forma detallada. Además, contiene descripciones de los dibujos y figuras relevantes con la invención, haciendo referencia a cada parte de los dibujos con números.
- Reivindicaciones: Esta sección está dedicada a la enumeración de las características innovadoras de la invención para las que se solicita la protección, y derechos del solicitante.
- Dibujos: Hay una parte dedicada a los detalles gráficos de la invención, con figuras y cualquier tipo de dibujo relevante y necesario para explicar detalladamente la invención.³

³ Fuente: Planes, 2018

Refine search → Results → EP1805412 (A1)

EP1805412 (A1)
Bibliographic data
Description
Claims
Modals
Original document
Cited documents
Citing documents
INPADOC legal status
INPADOC patent family

Quick help

- [What is meant by high quality text as facsimile?](#)
- [What does A1, A2, A3 and B stand for after a European publication number?](#)
- [What happens if I click on "in my patents list"?](#)
- [What happens if I click on the "Register" button?](#)
- [Why are some sidebar options deactivated for certain documents?](#)
- [How can I bookmark this page?](#)
- [Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?](#)
- [Why do I sometimes find the abstract of a corresponding document?](#)
- [What happens if I click on the red "patent translate" button?](#)
- [What is Global Dossier?](#)

Bibliographic data: EP1805412 (A1) — 2007-07-11

★ In my patents list ✕ EP Register 🖨 Report data error 🖨 Print

TURBINE AND COMPRESSOR EMPLOYING TUBERCLE LEADING EDGE ROTOR DESIGN

Page bookmark [EP1805412 \(A1\) - TURBINE AND COMPRESSOR EMPLOYING TUBERCLE LEADING EDGE ROTOR DESIGN](#)

Inventor(s): DEWAR STEPHEN W [CA]; WATTS PHILIP [US]; FISH FRANK ELIOT [US] ±

Applicant(s): WHALEPOWER CORP [CA] ±

Classification: - International: F03B3/12; F03D3/06; F03D80/00; H02K7/18

- cooperative: F03B3/12; F03D1/0608; H02K7/183; F05B2240/30; F05B2240/31; F05B2240/97; F05B2250/61; F05B2260/70; F05B2260/74; Y02E10/223; Y02E10/721; Y02E10/725

Application number: [EP20050797075](#) 20051018 📄 Global Dossier

Priority number(s): [WO2005CA01596](#) 20051018 ; [US20040619002P](#) 20041018

Also published as: [EP1805412 \(A4\)](#), [EP1805412 \(B1\)](#), [CA2587946 \(A1\)](#), [CA2587946 \(C\)](#), [CN101107441 \(A\)](#), → more

Abstract not available for EP1805412 (A1)
 Abstract of corresponding document: WO2006042401 (A1)

Translate this text into

  powered by EPO and Google

A turbine/compressor comprises at least one magneto-electric device and a drive train coupled to the magneto-electric device. At least one rotor blade is coupled to the drive train. The rotor blade has a shaped leading edge with a series of spaced tubercles formed therealong.

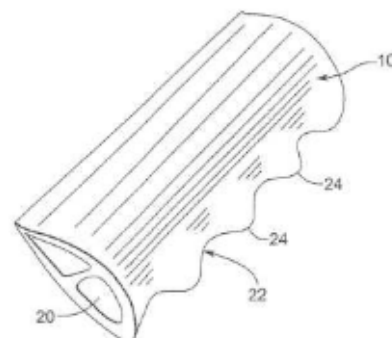


Figura 2.2: Captura web de patentes ESPACENET. Fuente: Oficina Europea Patentes, 2019

2.2. Clasificación de los problemas de las patentes estudiadas

Una parte importante del proyecto, previo a analizar el problema que se quiere mejorar, ha sido analizar y clasificar los problemas. Algunos son de mayor interés que otros; hay patentes que pretenden dar solución a diferentes situaciones a la vez. Por ello, es necesario realizar un análisis previo para determinar el propósito principal de cada patente y poder clasificarla.

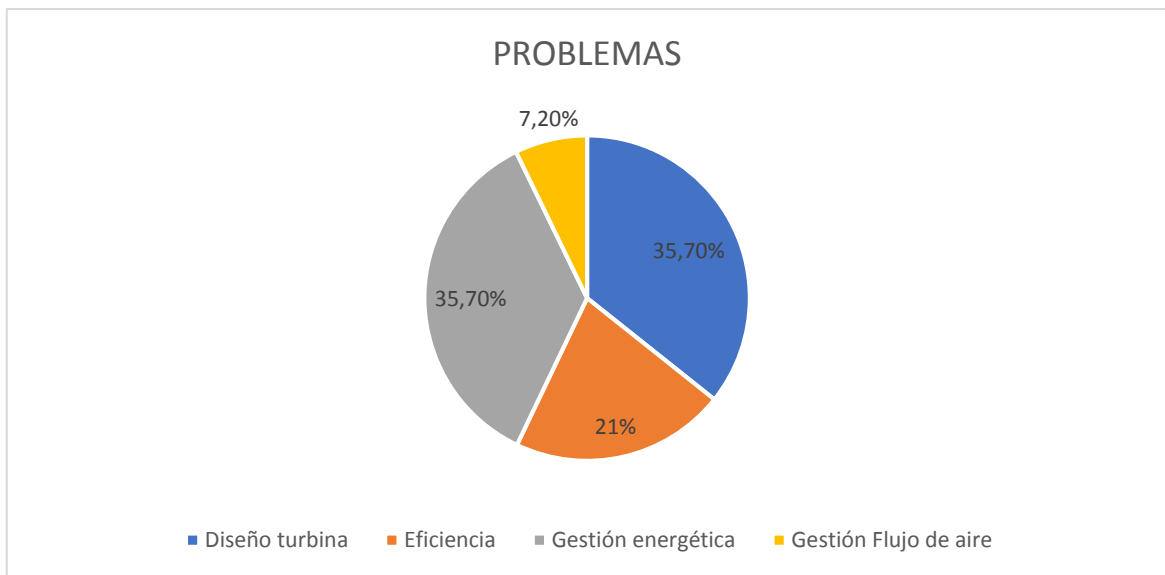


Figura 2.2: Gráfico en representación a los problemas existentes acerca del problema. Fuente: Elaboración propia, 2019

Los problemas tratados más relevantes son los cuatro siguientes:

- Diseño de la turbina: El porcentaje es el más elevado junto al siguiente mencionado (35.7%). Las patentes se centran en este punto ya que son una parte fundamental en el proceso de la recarga de baterías, para que sea una tecnología eficiente. Uno de los puntos más importantes a la hora de diseñar la turbina, es la reducción de la resistencia de arrastre opuesta que se genera cuando la turbina gira, que hace que el coche tenga que consumir más. Por esto, los inventores se centran en la mejora de la eficiencia y reducción del drag,

modificando la forma, inclinación y ángulo de las palas.⁴ Un ejemplo de patente relacionada con este problema es la EP1805412, desarrollada por un equipo estadounidense que se centró en el diseño de la forma de las aspas de la turbina de aire de impacto para reducir el drag (resistencia opuesta). Los inventores son Stephen Dewar, Philip Watts y Frank Fish, de Canadá y Estados Unidos.

- Gestión energética: También con un 37.5 %, los problemas aquí estudiados se guían por el campo del almacenamiento energético de las baterías, del consumo por minuto, del almacenaje adicional para cuando se va a generar una sobreaceleración en poco tiempo... Además, se centran también en la eficiencia del generador. Una patente que representa la defensa de este problema es la US20080296904, de Nasik Elahi (2008), que pretende utilizar la energía del aire al máximo posible, gestionando la energía de la mejor manera posible para que no sea necesario utilizar combustibles fósiles para mover el vehículo.

- Eficiencia: Con un 21 %, muchas patentes se centran en uno de los dos problemas mencionados anteriormente, vinculándolo con la mejora de todas las partes que confirman el proceso, haciendo que se mejore el rendimiento y eficiencia. Se centran en el aprovechamiento máximo de energía. En general todos los investigadores pretenden cumplir el objetivo del proyecto, y que el conjunto sea eficiente. No todos se enfocan en eso, pero sí es un objetivo consecuente con los desarrollos de los investigadores relacionados con los otros problemas.

- Gestión del flujo de aire: Tan solo con un 7 %, los inventores se centran en el diseño de la cámara de aire que guía el fluido hacia la turbina de aire de impacto. Una de las partes importantes de este diseño es la sección de entrada, que ha de optimizarse para captar el aire de la mejor manera posible.

Es por esta razón por la que este proyecto de fin de grado, como ya se ha comentado anteriormente, se centra en el diseño y mejora de la cámara de aire, enfocándose en el cuarto problema. El objetivo es poder dar una solución innovadora y que mejore lo que ya existe, y debido a que casi ninguna se centra en esto, se ve una clara oportunidad de proponer mejoras en este campo.

⁴ Fuente: Espacenet patentes relacionadas.

2.3. Soluciones a las propuestas de las patentes

En base a los problemas comentados en la sección anterior, se comentarán y expondrán las soluciones más significativas a estos que se han dado a lo largo de los últimos años. Al ser gran variedad de patentes, solo se mencionarán las que tengan soluciones más eficientes, y que se crean más válidas con respecto a lo que este proyecto de fin de grado busca conseguir.

2.3.1. Aprovechamiento de la sección de la cámara de aire

La patente más importante que representa muy bien la solución al primer problema es la patente US14/8632377, cuyo autor es Geoffrey Gaither, una patente desarrollada en la importante empresa de coches Toyota, en el año 2015 en Estados Unidos.

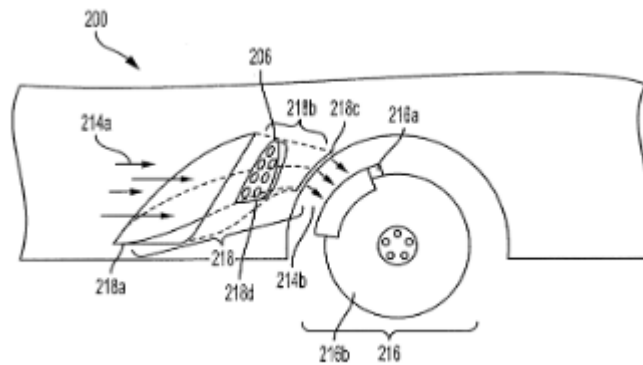


Figura 2.3: Dibujo de la patente US14/8632377. Fuente: US14/8632377, Geoffrey Gaither, Toyota Motor Engineering, 2015

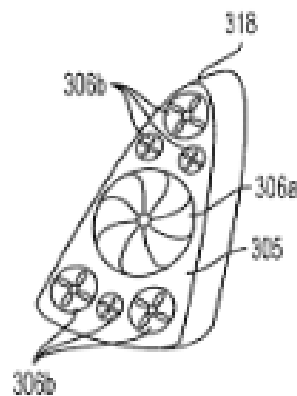


Figura 2.4: Dibujo de la patente US14/8632377. Fuente: US14/8632377, Geoffrey Gaither, Toyota Motor Engineering, 2015

La presente idea propone la implantación y uso de turbinas de diferentes tamaños en la sección del conducto de mayor velocidad, evitando así que haya partes del conducto donde el flujo de aire pase sin que choque con las palas de la turbina de aire de impacto. Además, propone un conducto cuya salida vaya a la rueda, para así además refrigerar las pastillas de freno a la hora de frenar, con la salida del aire del conducto. Se propone usar una turbina principal centrada, y alrededor recubrir el mayor espacio posible con otras turbinas pequeñas.

2.3.2. Reducción de la resistencia de arrastre de la turbina

También un equipo estadounidense, en 2016 ha publicado una patente en Espacenet relacionada con el diseño de la turbina. La patente se identifica con el código EP1805412 y sus autores son 3: Stephen Dewar, Philip Watts y Frank Fish.

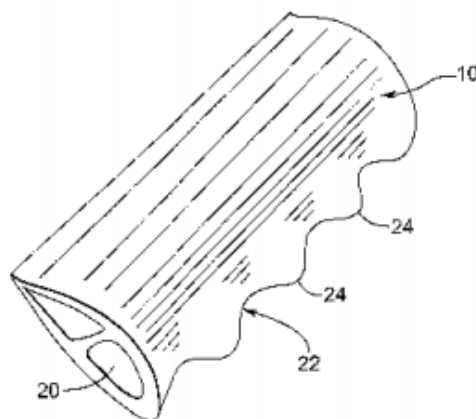


Figura 2.5: Dibujo de la patente EP1805412. Fuente: EP1805412, Stephen Dewar, Turbine and compressor employing tubercle leading edge rotor design, 2016

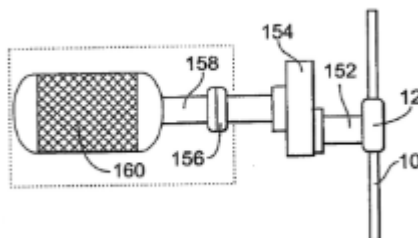


Figura 2.6: Dibujo de la patente EP1805412. Fuente: EP1805412, Stephen Dewar, Turbine and compressor employing tubercle leading edge rotor design, 2016

La siguiente patente se centra en la reducción del drag que genera la turbina al girar. Los inventores describen como, al combinar la variación de ángulo de las hélices con la inclinación de estas en el otro plano, se consigue una reducción muy significativa de la resistencia opuesta. Además de variar estos dos parámetros de las palas, el diseño de éstas es algo peculiar: los bordes son ondulados, consiguiendo así una mayor eficiencia y rendimiento en la turbina, y reduciendo siempre el drag. Es una muy buena propuesta como turbina a implantar, pues el gran problema de las turbinas de aire de impacto es el drag que se crea, y estos inventores han conseguido reducirlo en un gran porcentaje.

2.3.3. Turbina utilizable en pendientes o frenado

Relacionado con la gestión de energía y su máximo aprovechamiento, se presenta la patente US3878913, cuyos autores Donald C. Llionts y George Armijo defienden la utilización de este proceso en pendientes o en tiempos de frenado. La patente se publicó en 1972, y pertenece a los dos autores estadounidenses.

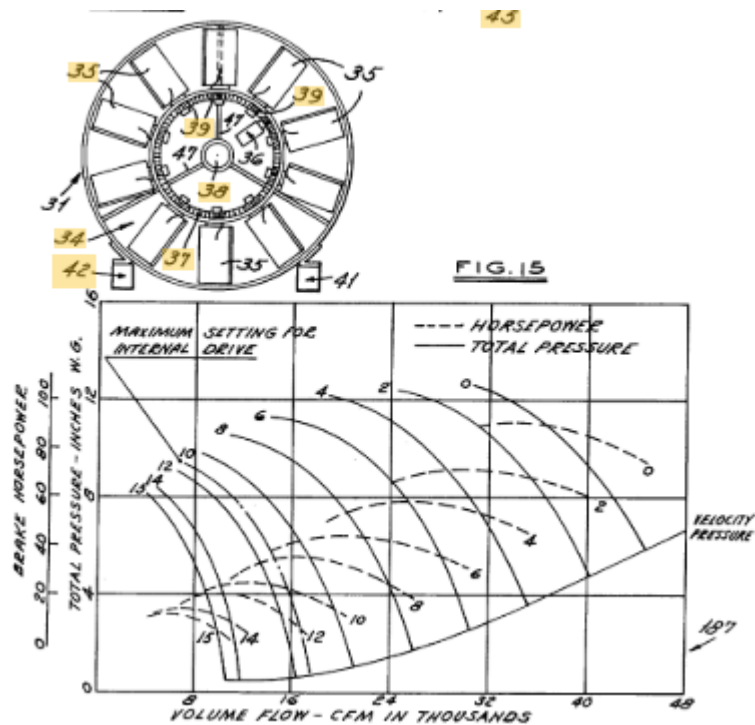


Figura 2.7: Dibujo de la patente US3878913. Fuente: US3878913, Donald C.Llionts & George Armijo, generating system for an electric vehicle, 1972

Esta patente examina el comportamiento de las turbinas de aire solo en pendientes descendentes, o en tiempos de frenado. Describen cómo deberá ser la turbina de aire de impacto, diseño, tomas de aire para la eficiencia, y materiales recomendados de las palas de la turbina.

Se realiza una aproximación, mediante la gráfica adjunta, de todos los parámetros relacionados con la velocidad y presión según sea la velocidad del fluido. Es muy interesante este análisis, pues facilita determinar si es útil o no el uso de la turbina de aire de impacto.

2.3.4. Control de la recarga de batería mediante ultracondensador

La última publicación importante para mencionar es la US8098040B1, cuyo autor es David Chandler, un ciudadano estadounidense que desarrolla la idea de la turbina de aire de impacto centrándose en la recarga de baterías. Su publicación se realizó en 2012 y sigue actualmente vigente.

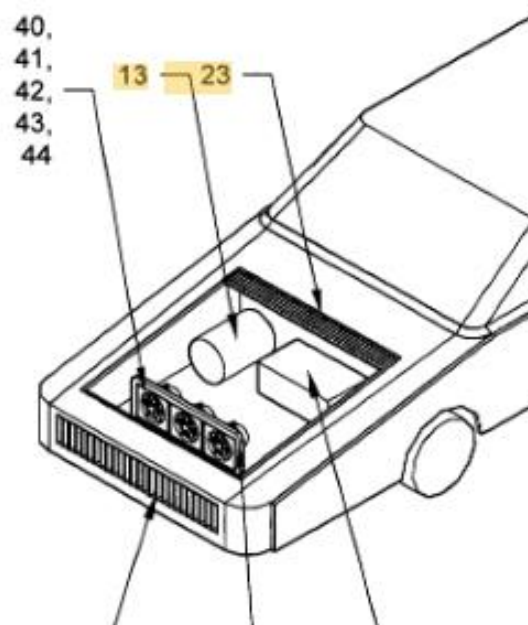


Figura 2.8: Dibujo de la patente US8098040B1. Fuente: US8098040B1, David Chandler, ram air driven turbine generator charging battery system, 2012

La cuarta patente importante que mencionar se centra en la eficiencia y gestión de la recarga de baterías. Como propuesta innovadora, surge la idea de implantar un ultracondensador como sistema de almacenamiento adicional de energía, para que en los momentos en los que se requiere demasiada, poder entregarla. Además, para una mayor eficiencia, hace uso de varias turbinas consecutivas para aprovechar la entrada de aire de la rejilla del parachoques delantero.

2.4. Conclusiones

El objetivo principal de este capítulo es la realización de un estudio intenso acerca del estado de la técnica de la idea tratada, de la utilización de las turbinas de aire de impacto para la recarga de coches eléctricos.

En primer lugar, se han clasificado las patentes según los problemas en los que se basan, realizando un estudio de cada una de ellas e investigando acerca de los objetivos de cada una.

En segundo lugar, se han analizado todas las posibles propuestas a los problemas, para darles solución y poder innovar en ciertos campos de la tecnología.

Gracias al análisis y clasificación de las patentes relacionadas con la invención, se obtiene una visión general de cómo de avanzado está el proceso, qué está ya inventado, y sobre todo qué falta por mejorar e innovar.

Por último, cabe mencionar que se ha elegido el problema de la gestión del flujo de aire como parte a tratar, a investigar e innovar acerca de la cámara de aire que guía el flujo hacia la turbina de aire de impacto. La principal razón por la que se ha elegido este problema es que, además de que no muchas patentes mencionan cómo debe ser el conducto de aire, se cree que es una parte muy importante en el proceso, cuya forma y diseño puede determinar de manera importante la eficiencia y rendimiento del sistema tratado.

Se propondrá una solución a este problema de la gestión de flujo de aire, proponiendo una solución innovadora, que aporte mejoras a los conductos que ya existen.

Todas las patentes investigadas, relacionadas con la utilización de turbinas de aire de impacto para recargas de baterías se recogen en una tabla en el Anexo A, adjunto al final del trabajo.

3. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO REALIZADO

3.1 Problema para resolver

Como se ha comentado anteriormente, el problema en el que se centra este Trabajo de Fin de Grado es en el diseño externo e interno de la cámara de aire que guía el flujo, desde la entrada al coche hasta su salida. Además, se innovará en el diseño interno del conducto, basándose en el efecto Venturi, para aumentar la velocidad del fluido dentro de la cámara y así conseguir una mayor velocidad de choque en las palas de la turbina.

Una vez se tenga el diseño y localización del conducto óptimo, se realizarán los planos del más eficiente que se haya encontrado. Se acotarán todas las dimensiones de la cámara, así como las cotas necesarias para localizarlo en un punto de máximo rendimiento.

Después, se hará una propuesta sobre la turbina a implantar, la más apropiada para el proceso. Uno de los requisitos importantes para la elección será el drag que genere la turbina, pues debe ser lo más reducido posible o no será viable la idea. Se localizará la turbina en el punto máximo de velocidad a lo largo del conducto.

Además, posteriormente se realizará una estimación, según la velocidad del fluido en el choque con la turbina, una estimación de los kilómetros adicionales que puede dar la implantación de esta idea y así demostrar la eficiencia de la innovación.

3.2 Características del estudio

Se ha realizado el estudio siempre pensando en la idea de que es para coches eléctricos para viajes de larga distancia. Está claro que, para la ciudad, la innovación no es tan útil, pues se pueden recargar las baterías de los coches en muchos puntos de recarga. En cambio, sí lo sería desde el punto de vista medioambiental, pues reducir el consumo de energía eléctrica será uno de los grandes objetivos dentro de unos años, cuando las energías renovables no den abasto.

Pero este Trabajo de Fin de Grado se centra en la implantación de turbinas de aire de impacto para la recarga de baterías de coches eléctricos dedicados a viajes de largas distancias, en los que la recarga de baterías a corto plazo es más complicada.

Se ha realizado el estudio con un coche como modelo, con las dimensiones estándar de un coche actual, así como su forma. Además, para realizar los estudios se ha colocado debajo una plataforma que simule la carretera, pues ésta es un fenómeno que influye directamente en la dirección y velocidad del flujo. Por tanto, para asemejarse más a la realidad se ha simulado la plataforma y el coche.

Se ha de probar que el invento es eficiente, y es por esto por lo que se requieren realizar varias simulaciones que asemejen el comportamiento del flujo de un coche a cualquier velocidad.

Para todas las simulaciones de los estudios necesarios a realizar, se utilizará la herramienta SolidWorks, que incluye un paquete de simulación bastante potente. Se ha tomado esta decisión de utilizar este programa debido a la gran carga de trabajo de diseño, de variación de localización de los conductos, secciones, etc. Por tanto, se cree que lo más cómodo es tener todo en un mismo programa y poder variar y simular desde un mismo programa, sin tener que cambiar a Ansys o alguno similar. La herramienta de SolidWorks da unas aproximaciones bastante correctas, aunque la diferencia con un programa dedicado a simular es la precisión de los resultados.

Tanto el coche, como la plataforma y el contorno de trabajo se muestran en la figura adjunta.

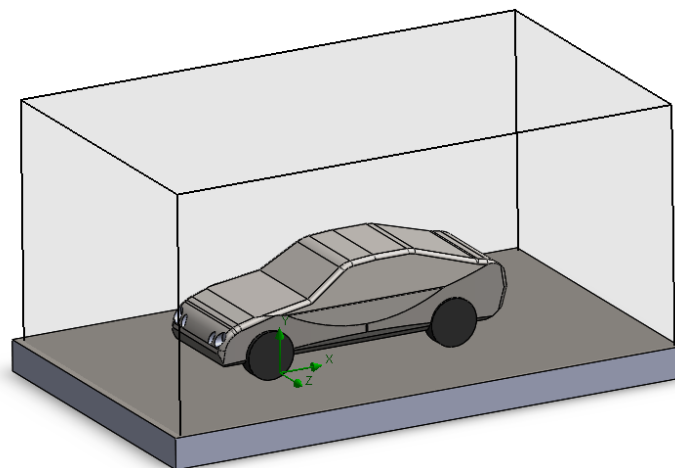


Figura 3.1: Modelo de trabajo para simulación. Fuente: Elaboración propia, 2019

La gráfica adjunta muestra el dominio computacional, la localización y volumen de trabajo a lo largo de todas las simulaciones con SolidWorks en este proyecto.

3.3 Características del fluido

Al ser un coche eléctrico que viaja largas distancias, se ha estimado que la velocidad de este será unos 120 Kilómetros por hora (120 Km/h). Hay evidencias, ya demostradas, para poder realizar el estudio lanzando, desde un contorno definido, aire a 120 km/h, que hace el mismo efecto que si el coche se mueve a esta velocidad.

Además, los parámetros establecidos de cada simulación son los relativos al aire, a temperatura ambiente, a condiciones ambientales normales: (ESPASA)

- Fluido: Aire composición (78% Nitrógeno, 21 % Oxígeno, 1% otros gases)
- Velocidad: $V = 33 \text{ m/s}$ (120 Km/h)
- Densidad: $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ (Válida a presión atmosférica, entre los 15 y 27 °C de temperatura)
- Presión atmosférica: 1.01 bar o 760 mm Hg
- Humedad relativa: Se ha establecido un valor predeterminado, promedio de varios lugares y se ha aproximado. HR= 50 %

Todos estos parámetros han sido definidos dentro de las condiciones de las simulaciones hechas. Además, como se puede observar en la captura, se definen todos los parámetros, desde el volumen de trabajo hasta la malla de puntos con la que se ha trabajado.

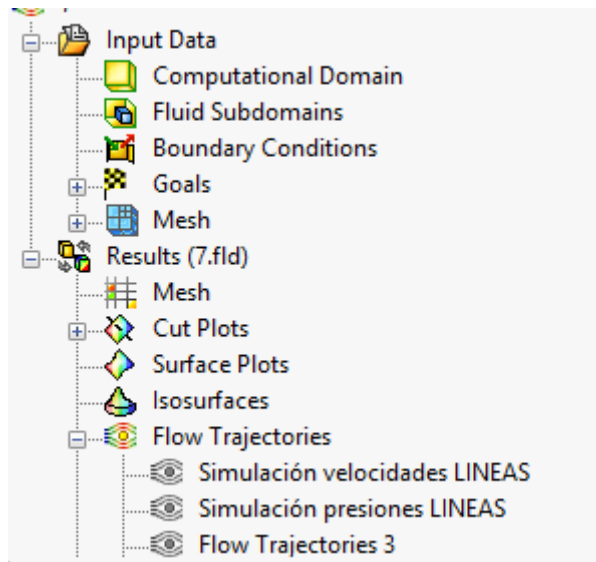


Figura 3.2: Captura de pantalla SolidWorks. Fuente: Elaboración propia, 2019

3.4 Análisis previo

Antes de hacer la primera fase del proyecto, realizando simulaciones, se han ejecutado ciertas simulaciones del coche con la plataforma, para hacerse una idea general del comportamiento del aire que rodea el coche eléctrico. Se ha inspeccionado el fluido respecto a fuerzas que genera, velocidades en todos los puntos y presiones a lo largo de todo el coche.

3.4.1. Simulación de velocidades

Con el objetivo de saber dónde se encuentran las velocidades más altas y bajas dentro del contorno de trabajo, se ha realizado la simulación del conjunto coche-plataforma, para poder tener una visión general del comportamiento del flujo.

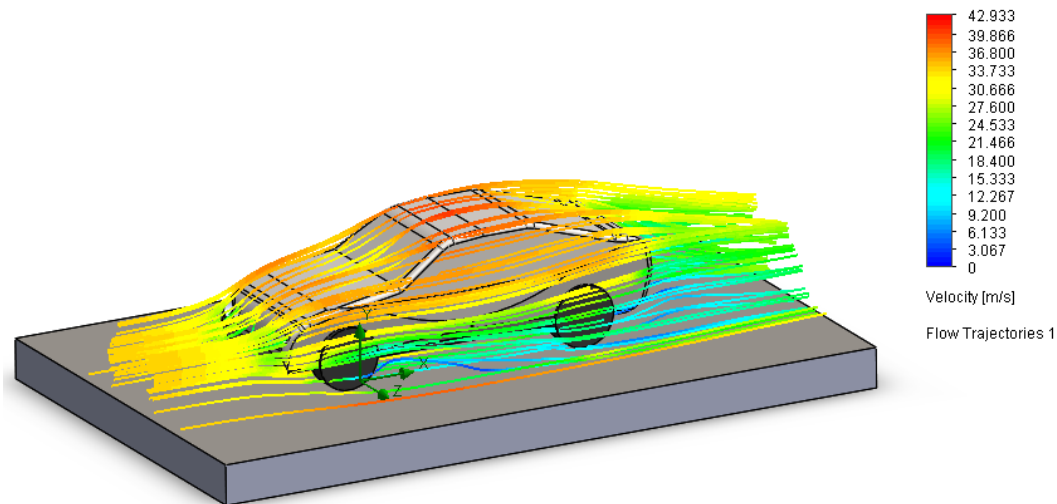


Figura 3.3: Captura de la simulación de velocidades. Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en la anterior figura, la velocidad más alta se encuentra en el techo. Esto es porque el flujo tiene forma de gota, como demuestra la mecánica de fluidos, haciendo que en la parte de arriba del objeto en cuestión el flujo se acelere. Como se puede observar, el aire se mueve por capas, y guarda cierto orden o relación.

El perfil aerodinámico del coche se puede asemejar al comportamiento de un objeto en forma de gota. (Principios de aerodinámica, 2009)

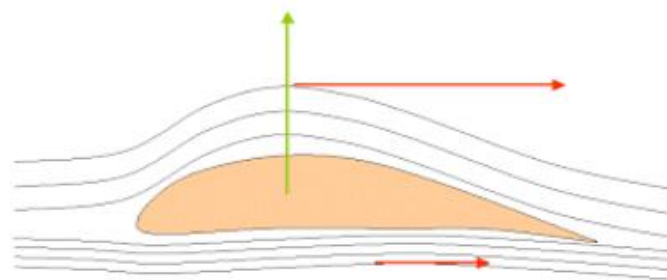


Figura 3.4: Perfil aerodinámico de un cuerpo en forma de gota. Fuente: Aeronauticorner, 2015

Por la teoría de mecánica de fluidos, el aire que choca con un objeto o sólido impacta al mismo tiempo y sale al mismo tiempo de este. Como se puede observar, el recorrido que deben realizar las partículas de aire por encima del coche es mayor que el recorrido por

abajo, pues la parte de arriba es curva. Es por esto por lo que, como el aire tiene que salir al mismo tiempo, su velocidad debe ser mayor.

Esto se observa muy bien en la fotografía de la simulación con el coche, con el flujo de aire que choca con este.

Además, se puede observar como en la parte delantera del vehículo, cuando el aire choca el parachoques, este pierde mucha velocidad y se reduce entorno al 60%, y lo que se pretende en este Proyecto de Fin de Grado es minorar la pérdida de velocidad a lo largo del conducto, buscándose velocidades elevadas y sin pérdidas de carga.

3.4.2. Simulación de presiones

Aunque lo que se busca y se pretende estudiar es el comportamiento del aire respecto a velocidades, es importante saber cómo se comporta el parámetro de la presión frente a un coche que va a una velocidad elevada.

Cuando se habla de turbinas de aire de impacto, lo que interesa es saber la velocidad en el punto de colocación de la turbina. Pero, además es importante saber el campo de presiones cerca de la turbomáquina, pues un flujo adverso de presiones podría hacer que no corriese el aire en la dirección correcta, y no valga la idea.

Por tanto, es importante siempre tener presiones altas en la parte delantera de la turbina, y presiones más bajas en la parte posterior de ésta, pues así queda con seguridad definido el sentido del flujo, desde presiones altas a presiones bajas, desde la parte delantera de la turbina a la parte trasera, para que el aire impacte contra la turbina y sea lo más eficiente posible.

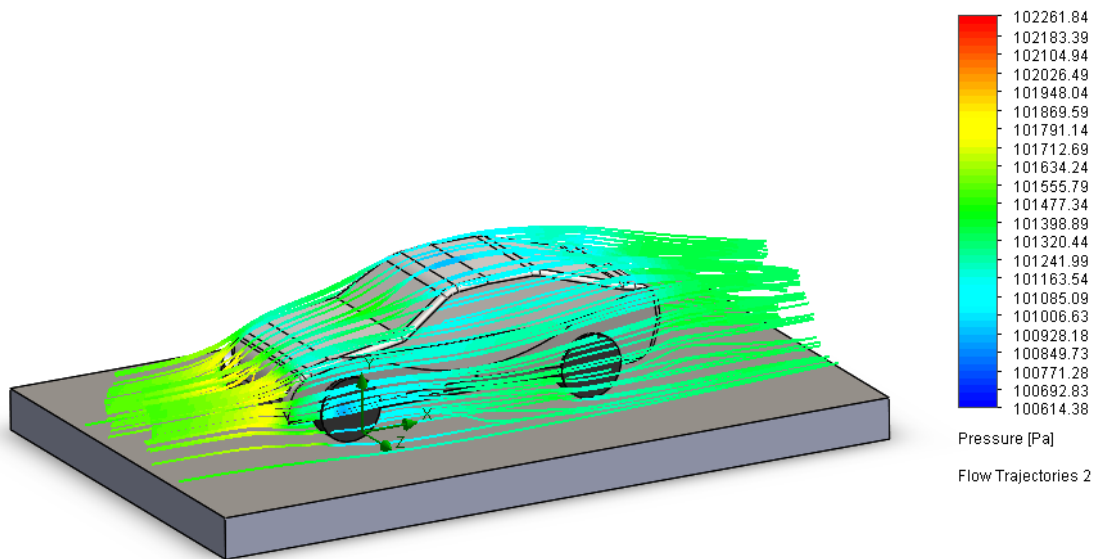


Figura 3.5: Captura de la simulación de presiones. Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se ve en la imagen, el cambio de presiones se aprecia en menor medida, pues la presión es menos sensible a variaciones de flujo referidos al choque contra un sólido.

Cabe mencionar que, como se sabe por Bernoulli, cuando una corriente de aire aumenta su velocidad, reduce su presión y viceversa. Este fenómeno se puede observar comparando las figuras siguientes, 3.6 y 3.7.

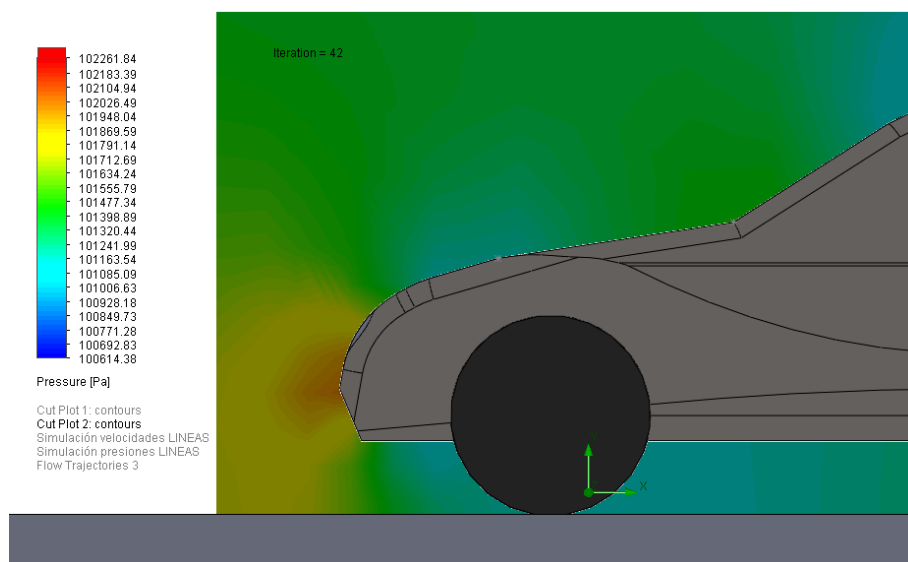


Figura 3.6: Captura de la simulación de presiones en la parte delantera del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019

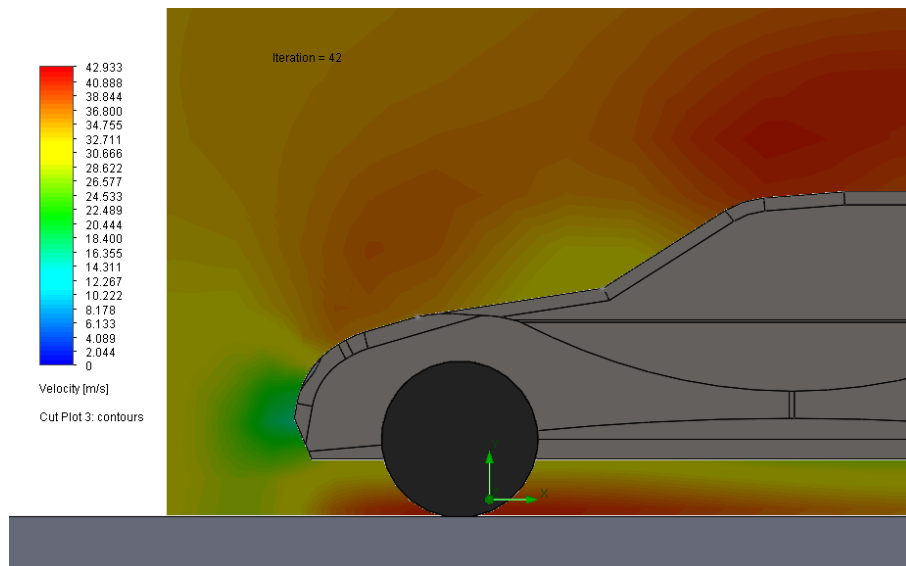


Figura 3.7: Captura de la simulación de velocidades en la parte delantera del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019

Concuerda con lo comentado anteriormente. Cuando la velocidad se eleva, la presión disminuye.

Esto se demuestra con la ecuación del científico Daniel Bernoulli en su obra hidrodinámica referida a la circulación del flujo, que defiende que la energía del fluido permanece constante a lo largo de todo su recorrido. (Eastlake, 2008)

La ecuación que define el movimiento del líquido a lo largo de una línea de corriente es:

$$\left[\frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g z = cte \right]$$

V= Velocidad del fluido en la sección considerada

ρ = densidad del fluido

P= Presión a lo largo de la línea de corriente

G= Gravedad

Z= altura desde la cota de referencia

Es por esto por lo que, al tener que mantenerse constante en todo momento esta ley aerodinámica, cuando la presión aumenta la velocidad disminuye, y viceversa.

Como consecuencia de este principio se explica también el efecto Venturi que se utilizará como base en el segundo estudio de este proyecto. Este explica cómo por el principio de continuidad de Bernoulli, si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, la velocidad necesariamente aumenta al atravesar dicha sección. Consecuentemente, por conservación de energía cuando la energía cinética aumenta, la energía relacionada con la presión disminuye (manteniéndose las cotas constantes). (ECURED, 2018)

$$\left[\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2 \right]$$

3.5. Conclusiones

En esta sección se ha querido recopilar y poner en contexto todo lo relacionado con el estudio que posteriormente se va a realizar.

Por una parte, se han definido todos los parámetros de las simulaciones referidos al aire como fluido de trabajo.

Por otra parte, se han definido el contorno y volumen con el que se ha trabajado, además de la herramienta que se ha utilizado, SolidWorks. Es una herramienta más sencilla que otros simuladores, y muy práctica en referencia al trabajo que se debía realizar.

Por último, una parte importante previa al diseño del conducto es el análisis y estudio del flujo de aire sin ningún tipo de modificación, es decir, simplemente con el coche y la plataforma dentro del contorno de trabajo. Se han realizado simulaciones muy útiles como son la simulación de presiones y velocidades.

Estas simulaciones han sido la base del proyecto, pues a partir de ello se plantean diferentes localizaciones de entradas y salidas de cámaras de aire.

4. ESTUDIO 1: LOCALIZACIÓN DEL CONDUCTO

4.1. Introducción

El primer estudio de este proyecto se basa en localizar el conducto en la zona que dé mayor rendimiento al proceso. Para esto, se ha de definir una entrada y una salida y a partir de ahí, hacer un vaciado para simular el conducto.

Para probar las diferentes configuraciones, se tendrán siempre en cuenta las mismas secciones de entrada y salida, para después poder realizar una comparativa objetiva y ver qué conducto es mejor respecto a localización.

4.2. Parámetros definidos y especificaciones realizadas

Para realizar distintas configuraciones de conductos, localizados en diferentes lugares, se ha de simular con ciertas características comunes. Se ha establecido como parámetro limitante la sección de entrada y salida.

$D_{SIMULACIÓN} = 150$ mm para cualquier conducto que se pruebe.

Se ha determinado que la sección de prueba sea circular, en todos, por ser una sección convencional. Por tanto, tanto el área de entrada como el área de salida será:

$$A = [\pi * R^2] = \pi * 75^2 = 176,71 \text{ cm}^2$$

Además, los objetivos que se buscan, y que se van a comparar para poder demostrar cuál es mejor, son:

- Velocidad a lo largo del conducto mayor, es decir, una velocidad alta que hará que la turbina gire más rápido. Cabe mencionar, que se buscarán tramos de alta velocidad, pues solo una franja pequeña no es muy útil, pues es impreciso para colocar justo en ese punto la turbomáquina. Además, con una franja grande de velocidad, posteriormente el estudio 2 tendrá más sentido, pues habrá más juego a la hora de cambiar las secciones para encontrar velocidades más altas, basándose en el efecto Venturi.

- Pérdida de carga menor. Cuando el fluido va guiado por el conducto de forma no natural, las pérdidas de carga son enormes, algo que entorpece el desarrollo correcto del proceso. Siempre se intentará que sea un conducto que guíe el flujo de la manera más natural posible, sin hacer que choque con las paredes pues entonces perdería energía cinética que se necesitaba en la turbina. Otro factor determinante en la pérdida de carga son los cambios bruscos de área, los codos, etc., que se intentarán evitar en la medida de lo posible.

Respecto a la elección de lugares posibles para situar la cámara de aire, siempre se buscarán localizaciones que no hagan empeorar la aerodinámica del coche ni que esto implique cambiar la configuración de los coches convencionales. Es decir, la implantación de esta innovación debe ser lo menos costosa posible a nivel dimensional, sin entorpecer otras piezas y objetos necesarios en el funcionamiento del vehículo.

Como se puede observar en la simulación de velocidades en la figura 3.3, la velocidad más alta se encuentra en el techo. Una buena opción en principio parecería colocar el conducto encima del techo. En cambio, resulta que no es tan fácil. Hacer un conducto en el techo del coche haría que el sólido en cuestión sea más robusto, lo que generaría efectos adversos como puede ser un mayor rebufo.

4.3. Alternativas propuestas

Siguiendo las limitaciones comentadas anteriormente, se han propuesto cuatro configuraciones diferentes de situar los conductos.

4.3.1. Posición delante-arriba

La primera propuesta con la que se ha trabajado ha sido un conducto con la toma de aire en la parte delantera del coche, y con salida en la parte de arriba, pues era una zona de baja presión.

Además, el flujo de aire suele tender a ir hacia arriba por lo que se intenta que el conducto siga la dirección del aire, y así, no hacerlo que choque y que se frene. Hay que recordar que el propósito final es conseguir la mayor velocidad posible a lo largo de toda la cámara de aire.

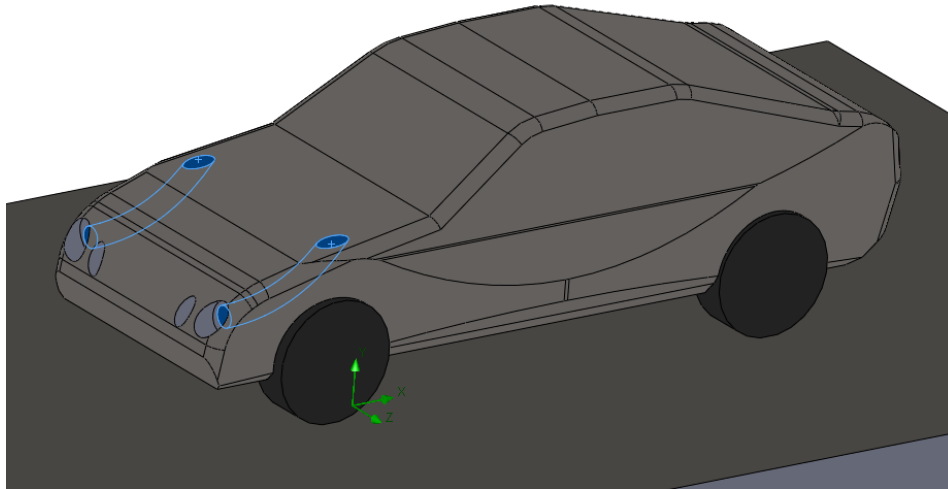


Figura 4.1: Conducto posición delante- arriba. Fuente: Elaboración propia, 2019

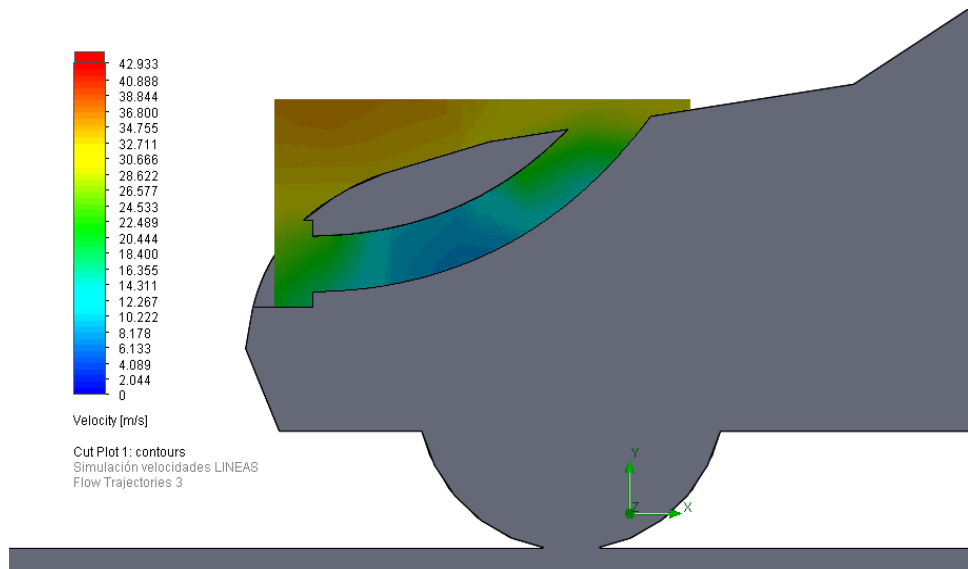


Figura 4.2: Simulación conducto posición delante- arriba. Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en la fotografía 4.2, debido al choque que produce el encuentro entre el aire y el coche, se pierde muchísima energía cinética. Es por lo que el aire entra con una velocidad de más o menos 22 m/s, por lo que hay una pérdida de carga considerable (del 40%).

Además, a lo largo de todo el conducto se ve cómo disminuye la velocidad, pues la pérdida de carga va aumentando.

Este conducto no se toma por válido, pues no es eficiente.

4.3.2. Posición delante-abajo

El siguiente conducto que se ha probado ha sido, con la toma en la parte delantera del coche, guiar el aire hacia la zona baja del vehículo, pues hay espacio suficiente e inicialmente se pensaba que podría ser válido. Además, muchas patentes colocan el conducto de esta manera, por eso se quería ver si es eficiente y si realmente es ahí su mejor localización.

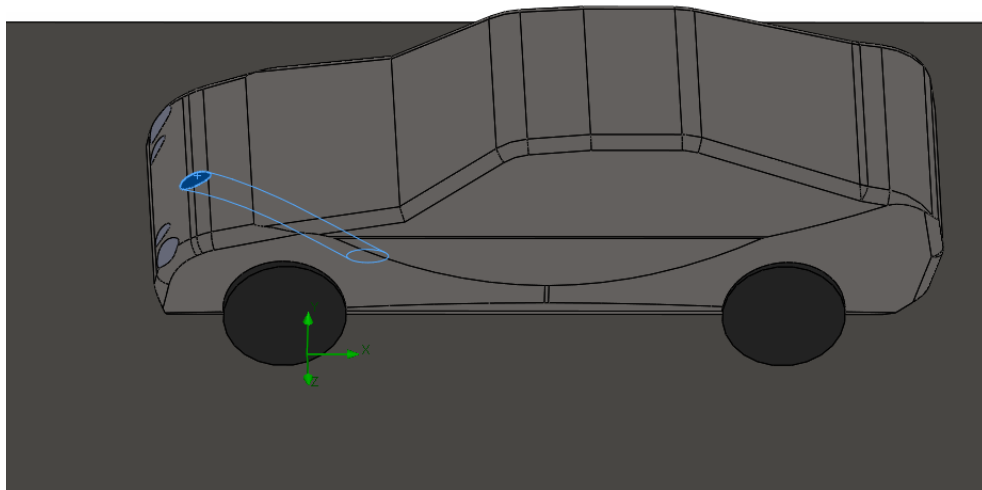


Figura 4.3: Conducto posición delante- abajo. Fuente: Elaboración propia, 2019

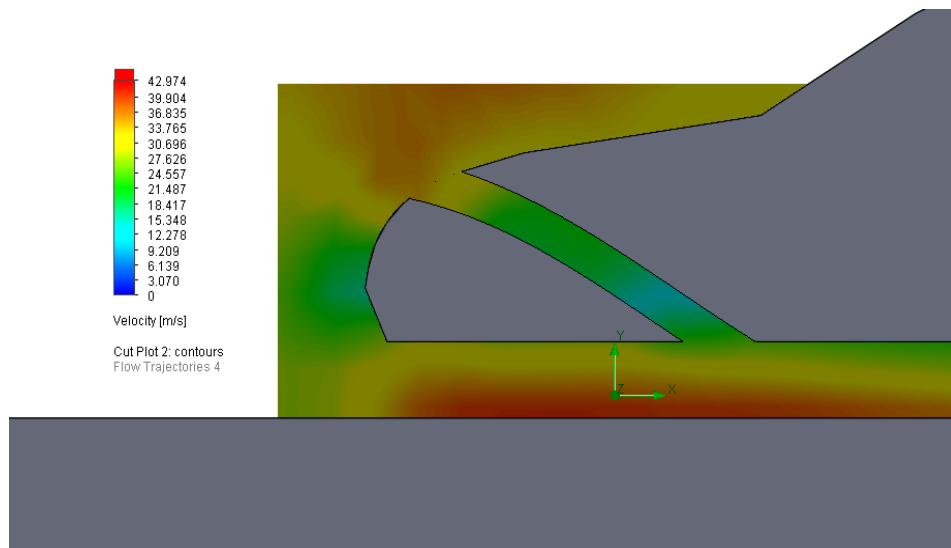


Figura 4.4: Simulación conducto posición delante- abajo. Fuente: Elaboración propia, 2019

Los resultados son mucho mejores que el primer conducto probado. Inicialmente el aire entra a 32 m/s, y luego hay un gran tramo con velocidad rondando los 25 m/s, sin aparentes pérdidas de carga en la mayoría de longitud de este.

Este podría ser un conducto apto para diseñar internamente y probar, pues cumple los requisitos.

4.3.3. Posición delante-atrás

Inicialmente, no tendría sentido probar un conducto tan largo, pues guiar el aire por ese conducto sin que pierda velocidad es algo complicado, por no decir imposible.

Muchos investigadores que han patentado la idea con ciertas mejoras colocan así sus tomas de aire de entrada y su salida, y por tanto se ha probado para ver qué tipo de resultados se obtienen.

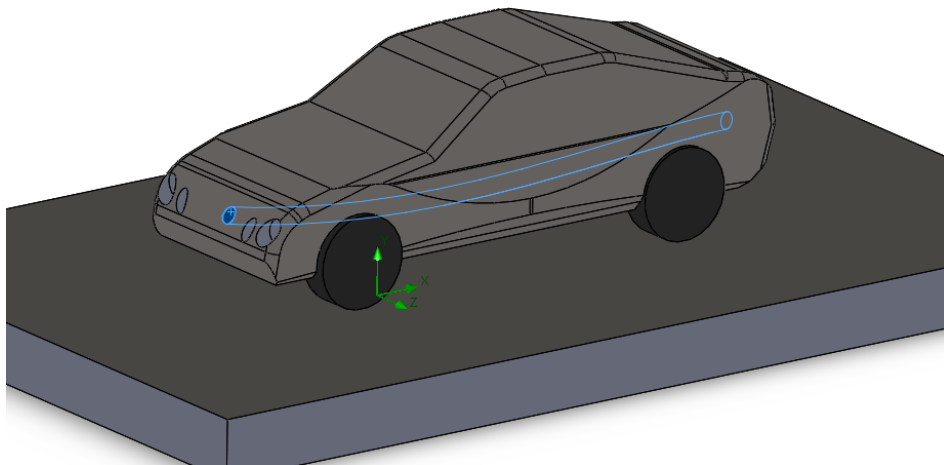


Figura 4.5: Conducto posición delante- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

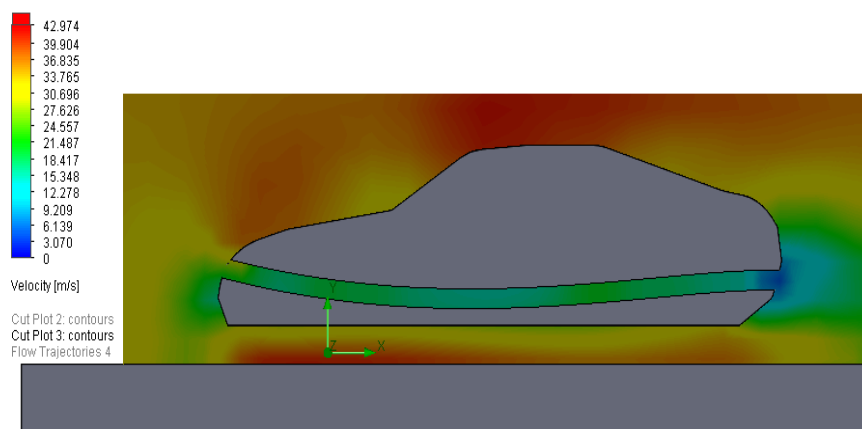


Figura 4.6: Simulación conducto posición delante- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

Finalmente, se puede determinar que no hay ningún indicio que haga que se decante por esta cámara. Como se puede ver, el fluido se frena casi totalmente, no es eficiente pues las pérdidas de carga son enormes.

4.3.4. Posición lateral-atrás

Como se puede observar en la figura 3.3 de simulación de velocidades, el aire pasa cerca del vehículo, por los laterales, a una velocidad muy elevada. Esto puede ser interesante tenerlo cerca de la toma de aire, y así conseguir mayor energía cinética captada.

Por esta razón, se toma como sección de entrada una localización lateral y salida en la parte trasera del coche, y así se puede ver un croquis del conducto, en la figura adjunta.

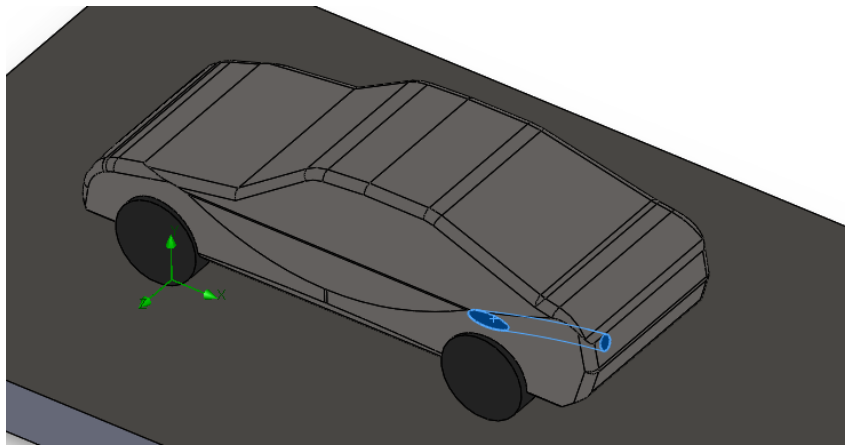


Figura 4.7: Conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

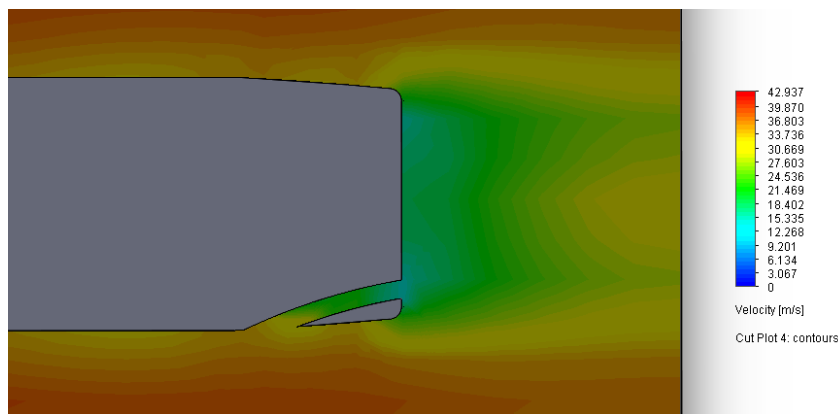


Figura 4.8: Simulación conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

Parece a primera vista que este cuarto ejemplo es bastante eficiente. La velocidad de entrada es 30 m/s, una velocidad alta.

Además, se puede observar que sólo hay pérdidas de carga en el final, y por esto resultaría positivo utilizar este modelo.

4.4. Elección del conducto más eficiente

Al comparar los diferentes casos, se ve que el flujo de aire a lo largo del conducto es óptimo en los casos 1 y 4. En estos dos, la velocidad es prácticamente igual y las pérdidas de carga son mínimas.

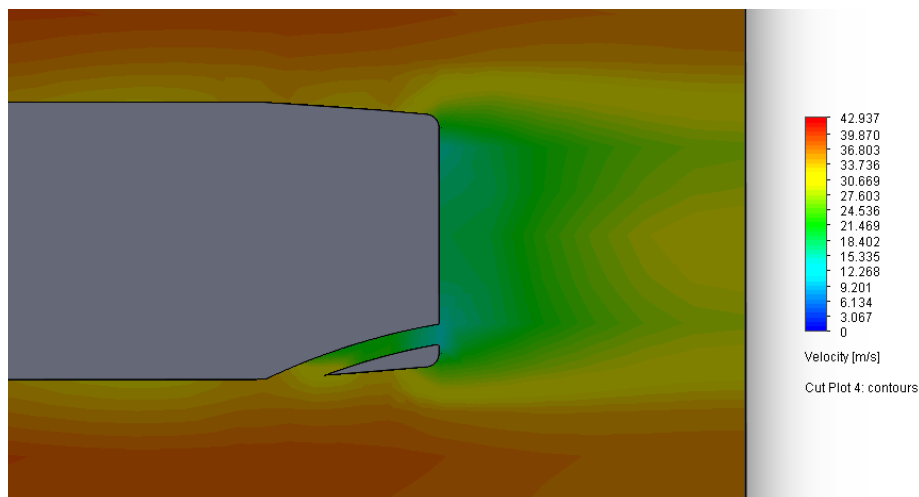


Figura 4.9: Elección conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

Teniendo en cuenta todas las opciones posibles, finalmente se opta por el conducto posicionado desde el lateral y dirigido hacia atrás.

Hay diversas razones por las que se toma la decisión de escoger este tipo de conducto.

Como se puede observar, la toma de aire de entrada coge el aire a una velocidad bastante elevada, más o menos de 30 m/s. Lo cual hace que el aire se mueva por el conducto rápido, y pueda incidir con mayor velocidad en la turbina de aire de impacto. Por tanto, uno de los principales objetivos está cumplido.

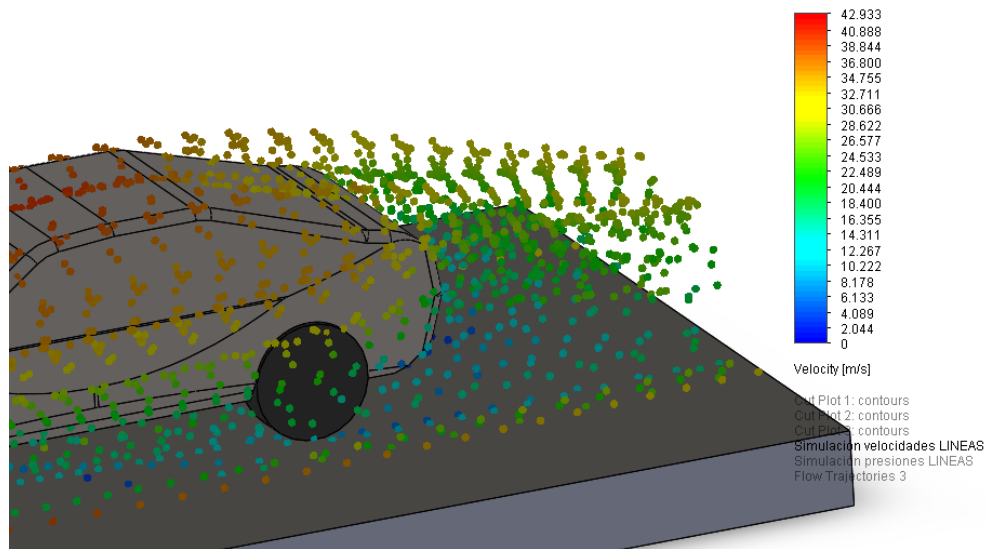


Figura 4.10: Captura flujo de aire en el lateral del coche. Fuente: Elaboración propia, 2019

Además, este tipo de aperturas ya se utiliza actualmente en coches deportivos, con el propósito de mejorar la aerodinámica del vehículo.

Cabe mencionar que, debido a la dirección y sentido del flujo, se coloca la salida de la cámara de aire ligeramente elevada respecto de la entrada, para que el aire no choque con las paredes y se produzcan pérdidas de carga por choque. Al seguir la dirección y sentido del aire, el flujo va más guiado y se consigue una mayor eficiencia.

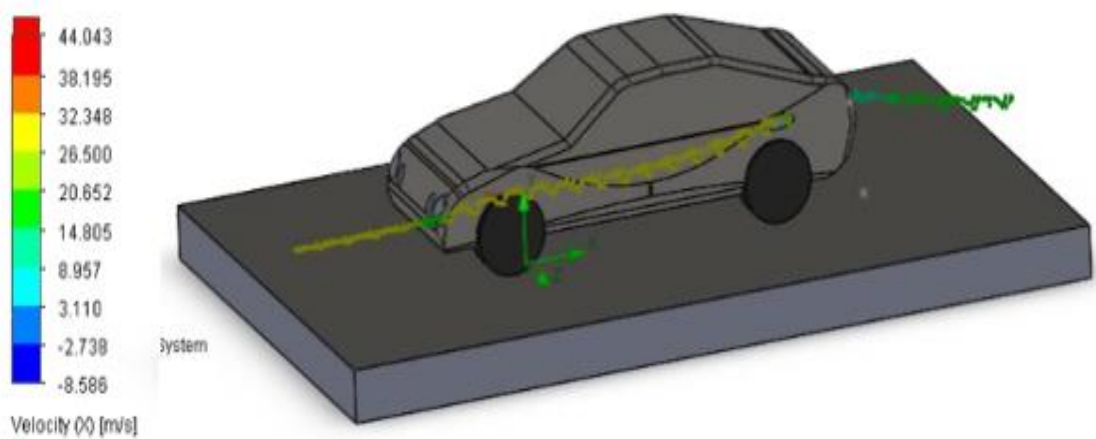


Figura 4.11: Flujo de aire que entra por el conducto posición lateral- atrás. Fuente: Elaboración propia, 2019

4.5. Conclusiones

Este estudio se ha centrado en la localización de diferentes conductos dentro del coche.

Se han probado cuatro casos diferentes, que, según la velocidad a lo largo del conducto y las pérdidas de carga, se ha podido ver las cámaras de aire que serían válidas o no.

Finalmente, teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se ha elegido el caso cuarto como conducto con el que se va a trabajar.

El cuarto caso es un conducto que tiene la entrada en el lateral del coche, y la salida en la parte trasera. Este conducto tiene un perfil de velocidades con valores elevados, así como mínimas pérdidas de carga.

5. ESTUDIO 2: OPTIMIZACIÓN INTERNA DE LA CÁMARA DE AIRE

5.1. Introducción

Este segundo estudio se centra en la optimización interna del conducto elegido en el estudio 1. Se diseñará la forma, tamaño y posición de toda la cámara de aire para buscar el mayor rendimiento posible, buscando por tanto secciones con velocidades elevadas.

Es importante mencionar que debe ser un conducto con una forma lógica, actualizada.

Como base teórica para el análisis correcto del estudio, se tendrá en cuenta el efecto Venturi y la ecuación de Bernoulli.

Posteriormente, con el diseño interno ya determinado, se presentarán dos planos diferentes: El primero, será el plano del conducto, dejando acotadas sus dimensiones para facilidad del lector. El segundo plano incorporará el conducto dentro del coche eléctrico, para poder mostrar la información necesaria sobre las relaciones dimensionales entre estos dos, así como la localización.

5.2. Estudio base

Previamente se ha tratado con conductos de sección circulares. Por tanto, el conducto base con el que se ha empezado el estudio ha sido el conducto lateral que acaba en la parte trasera. Este es el conducto que se pretende optimizar.

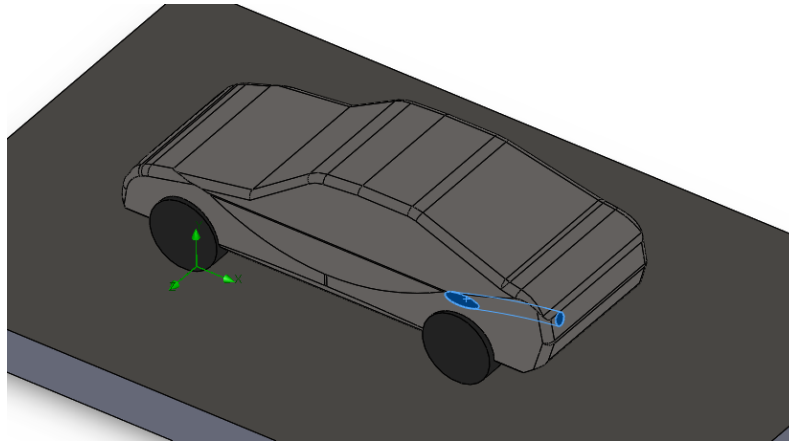


Figura 5.1: Modelo de simulación del siguiente estudio. Fuente: Elaboración propia, 2019

Teniendo en cuenta las limitaciones de dimensiones del coche, así como la aerodinámica de éste, se propondrá algo mejorado, con mayor eficiencia. El objetivo final es encontrar puntos de mayor velocidad a los que ya se tienen. En este punto de máxima velocidad es donde se colocará la turbina de aire de impacto.

Cuanta más velocidad lleve el fluido, más fuerte impactará con la turbina y como consecuencia más rápido girará el eje. Esta energía mecánica de la turbina se transferirá al generador, que convertirá la energía mecánica en eléctrica, posteriormente almacenada en las baterías.

5.3. Comparativa de dos conductos de diferentes secciones

Inicialmente se simularon diferentes conductos todos con las mismas condiciones iniciales. Se inició el proyecto simulando con conductos de sección circular. Sin embargo, se plantea la posibilidad de la utilización de secciones rectangulares de entrada y salida.

Es por esta razón por la que se ha realizado una comparativa entre dos conductos con diferentes secciones.

Para que sea una comparación válida, debe tener las mismas condiciones y poder evaluar de manera objetiva qué conducto es más eficiente. Así, se ha hecho una evaluación del área de entrada y salida de los dos conductos, para que sea comparable.

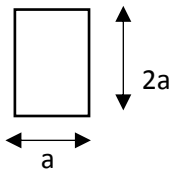
Se ha utilizado el diámetro hidráulico para la sección rectangular, y el diámetro para la sección circular. Igualando estos dos, se encuentra el tamaño del rectángulo comparable a la sección circular.

$$D_{\text{rectángulo}} = D_{\text{círculo}}$$

$$D_{\text{círculo}} = 150 \text{ mm}$$

$$D_{\text{rectángulo}} = \left[\frac{4 \cdot A}{P} \right] = 150 \text{ mm}$$

Imponiendo como condición que la altura del rectángulo sea dos veces el ancho:



$$150 = \left[\frac{4 \cdot 2 \cdot a \cdot a}{6a} \right];$$

$$a = 112.5 \text{ mm}$$

$$2a = 225 \text{ mm}$$

Ambos conductos estarán situados a la misma altura y localización.

Teniendo en cuenta las dimensiones establecidas, se han realizado las simulaciones para realizar la comparación de la forma más válida.

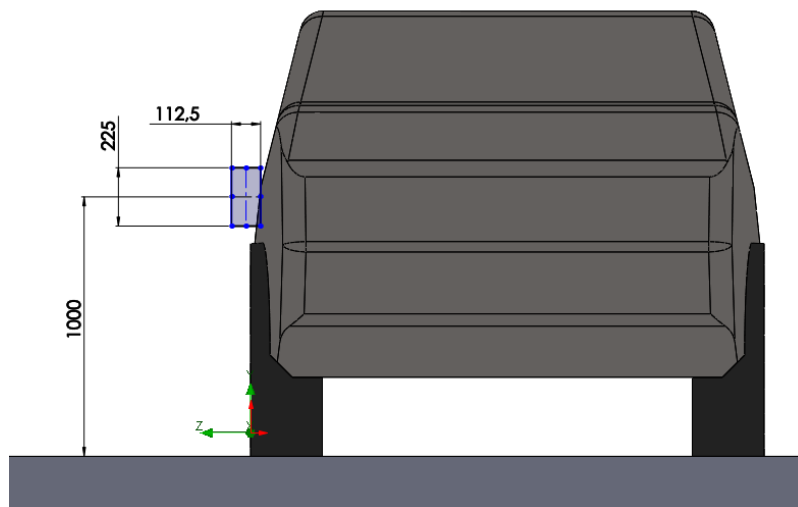


Figura 5.2: Ilustración cotas de la entrada de aire con sección rectangular. Fuente: Elaboración propia, 2019

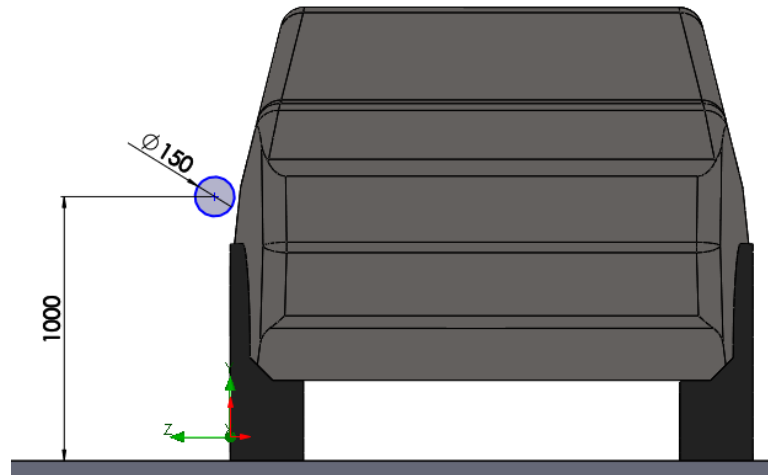


Figura 5.3: Ilustración cotas de la entrada de aire con sección circular. Fuente: Elaboración propia, 2019

Teniendo en cuenta las condiciones equitativas de las dos cámaras de aire, se han lanzado las simulaciones para poder determinar qué geometría será óptima.

Posteriormente se muestran los resultados de las simulaciones obtenidas, mostrando el conducto en sección para poder realizar una mejor comparación del flujo de aire a lo largo de todo el conducto.

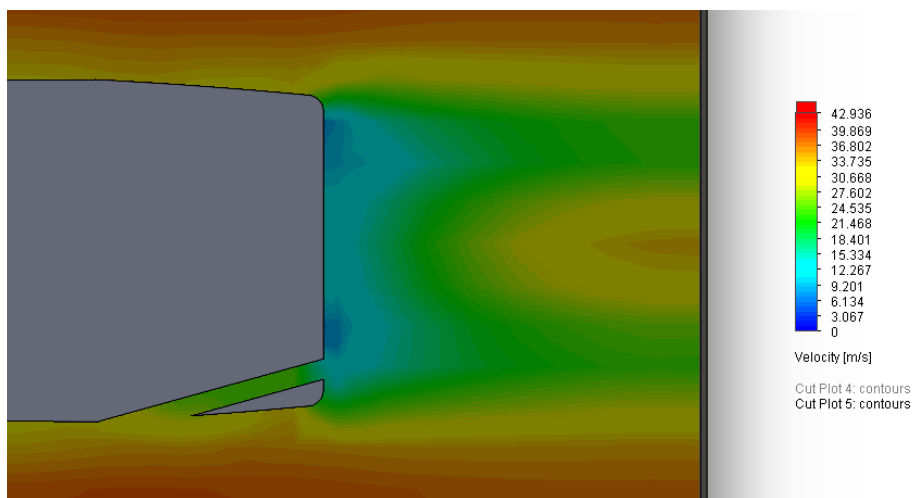


Figura 5.4: Simulación con conducto de sección rectangular. Fuente: Elaboración propia, 2019

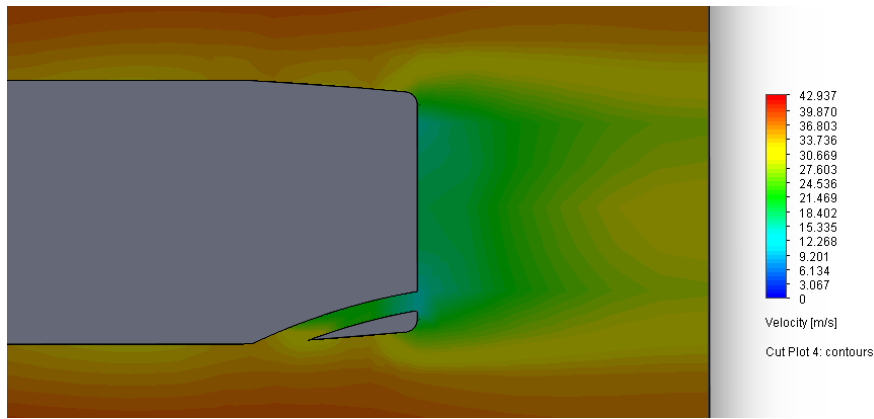


Figura 5.5: Simulación con conducto de sección circular. Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar, ambas cámaras funcionan de forma similar. En cambio, hay ciertos detalles que marcan la diferencia.

En primer lugar, se puede apreciar que el conducto 1 (sección rectangular), no tiene apenas pérdidas de carga a lo largo de toda su longitud, manteniendo su velocidad en valores altos. En cambio, el conducto 2 (sección circular), varía su velocidad de forma algo más brusca, terminando en tonos azulados, es decir, sin velocidad.

Además, otra característica importante es que, aunque ambos conductos tienen una entrada de aire de velocidades rondando los 30 m/s, el conducto 1 tiene una longitud mayor de rangos de velocidades mayor, y por tanto no se necesitaría demasiada precisión a la hora de determinar el punto de colocación de la turbina, pues apenas hay diferencia.

Una última aportación es que, se propone una geometría rectangular debido a que se cree más apropiada para insertar en un coche, además de que estas geometrías ya se han incorporado en ciertos coches deportivos para mejorar su aerodinámica.

Por todas las razones comentadas anteriormente, se decide trabajar con el conducto de sección rectangular, descartando así la sección circular como diseño.

A partir de este momento se ha trabajado con el conducto 1, creyendo que es mejor opción de trabajo y buscando un diseño óptimo a partir de este.

5.4. Optimización del conducto

5.4.1. Introducción

Con el objetivo de mejorar el rendimiento al máximo, se ha buscado una geometría que eleve la velocidad (por mínimo que sea), en cualquier punto, para poder posicionar la turbina de aire de impacto en el punto de mayor velocidad.

Así, se ha utilizado como fundamento teórico el efecto Venturi. Una breve explicación de este fenómeno se resume en que, en un conducto con un fluido en movimiento, al reducir la sección de éste, la velocidad aumenta y la presión disminuye al pasar por una zona de sección menor. (Arenas & Cantizano, 2018)

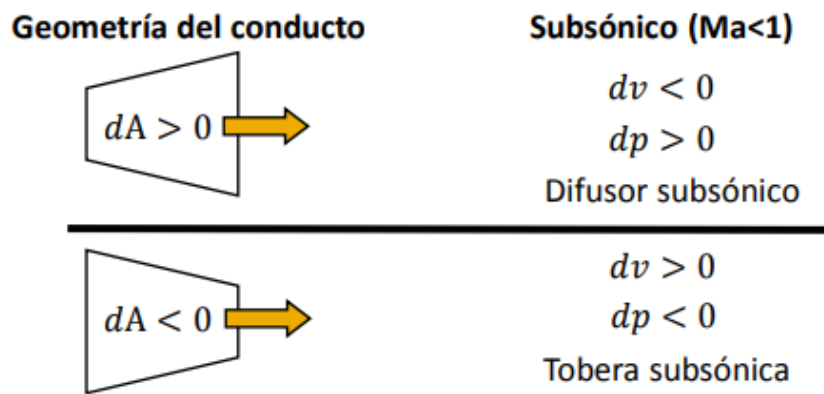


Figura 5.6: Efecto Venturi. Fuente: Eva Arenas & Alexis Cantizano, 2018

Se propone un conducto en forma de tobera, cuya sección va reduciéndose, es una de las formas más convencionales que se usa en la actualidad.

Se han probado diferentes reducciones de sección de salida, para reducir paulatinamente y así poder observar el comportamiento de cada uno.

Se han propuesto, variando las cotas del área de salida del conducto, cuatro diferentes simulaciones para sacar conclusiones sobre cuál es la mejor opción.

Más abajo se muestra la tabla de cotas con las que se va a trabajar, reduciendo el área de salida en un 0%, 15%, 30%, 45%. Se hará un corte por barrido para obtener la forma de tobera buscada.

	Alto	Ancho	Porcentaje reducción
7	225	112.5	0%
7A	191.25	95.6	15%
7B	157.5	78.5	30%
7C	123.75	61.9	45%

Se probarán los distintos modelos para encontrar el más eficiente.

5.4.2. Reducción del 0 %

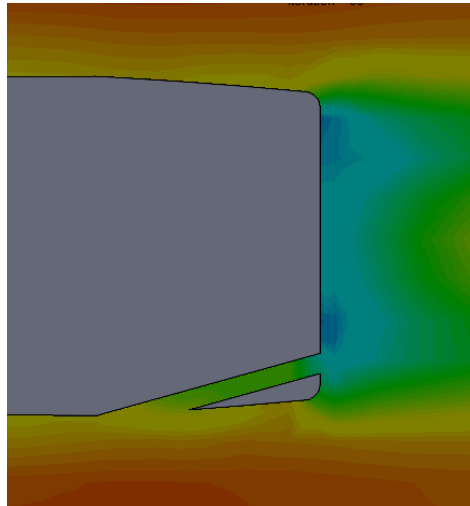


Figura 5.7: Simulación del conducto con reducción del área del 0%. Fuente: Elaboración propia, 2019

5.4.3. Reducción del 15 %

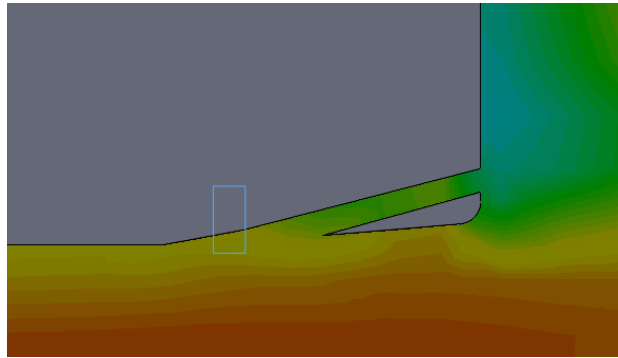


Figura 5.8: Simulación del conducto con reducción del área del 15%. Fuente: Elaboración propia, 2019

5.4.4. Reducción del 30 %

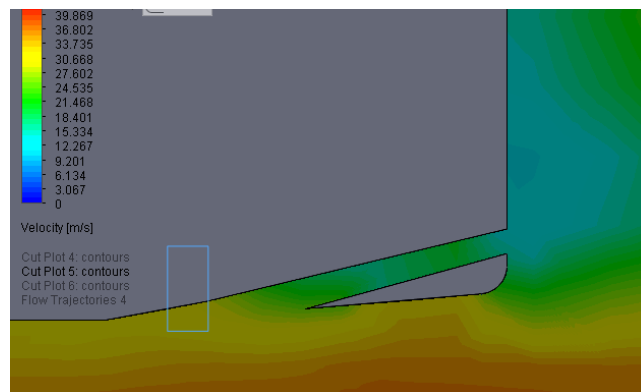


Figura 5.9: Simulación del conducto con reducción del área del 30%. Fuente: Elaboración propia, 2019

5.4.5. Reducción del 45 %

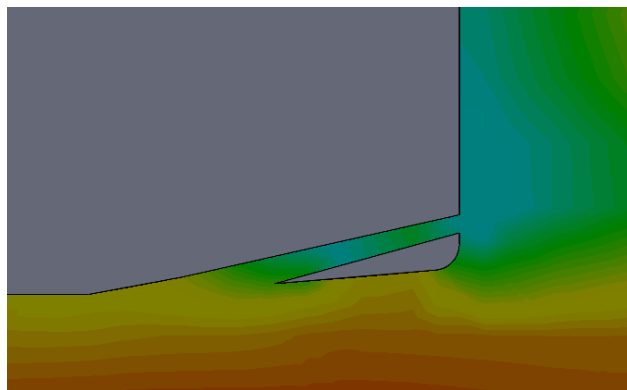
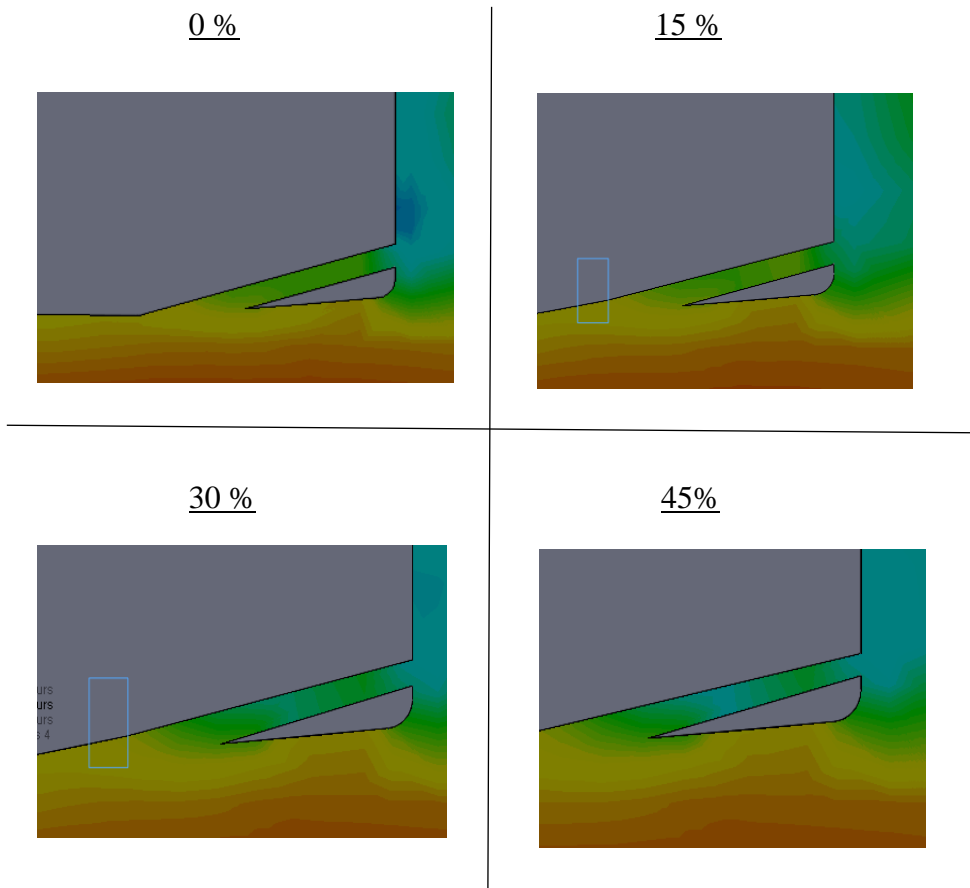


Figura 5.10: Simulación del conducto con reducción del área del 45%. Fuente: Elaboración propia, 2019

5.4.6. Conclusión



Como se puede apreciar en las figuras adjuntas, realizando esta comparativa visual por gama de colores, resulta óptima la reducción del 15 %. Esto se debe a que las reducciones de mayor porcentaje hacen que el aire pierda energía por choque, elevándose demasiado las pérdidas de choque.

En cambio, frente al conducto sin tobera, la reducción del 15 % genera una elevación de velocidad en la parte final del conducto, un resultado perfecto que se estaba buscando. Hay una zona donde hay velocidades de 29 m/s (color amarillo- verde).

5.5. Conducto óptimo

Finalmente se escoge el conducto cuyas dimensiones son:

Sección de entrada

- ancho = 112.5 mm
- altura = $[2*a] = 225$ mm

Sección de salida

- $a = 191.25$ mm
- altura = $[2*a] = 95.6$ mm

El conducto tiene forma de tobera, con secciones rectangulares de entrada y salida.

La toma de aire se sitúa en el lateral, y la salida en la parte trasera del coche, ligeramente elevada.

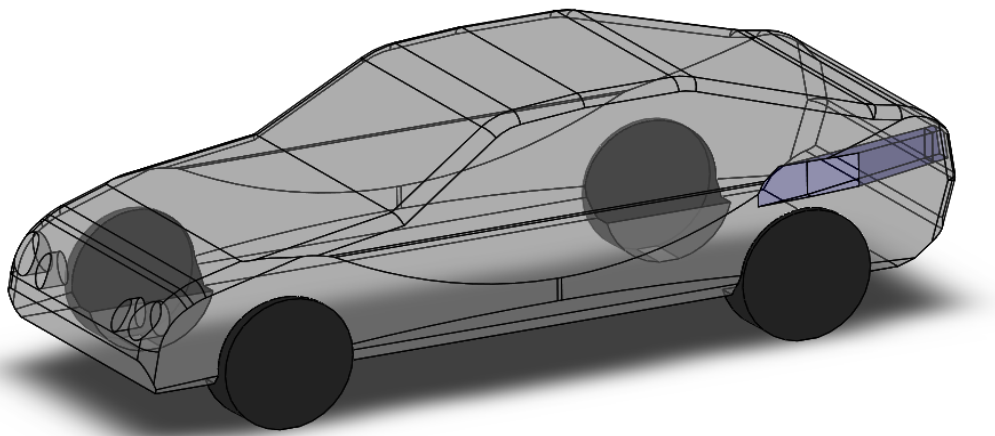
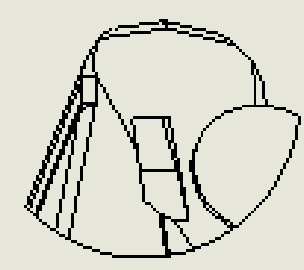
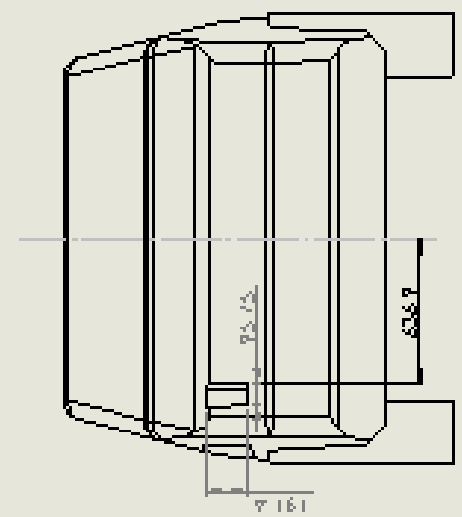
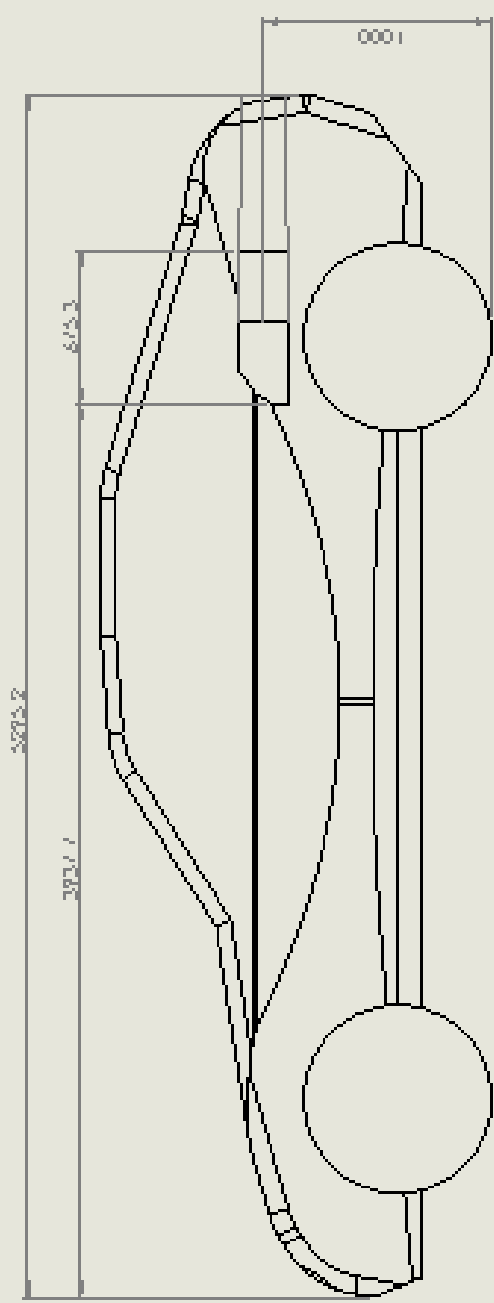


Figura 5.11: Fotografía del coche con el conducto elegido incorporado. Fuente: Elaboración propia, 2019



DETAJE LONJA DE CONDUCCION
ESCALA 1:25

INSTITUCION	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	LOGO	
PROFESOR	ING. J. ARRIOLA	FECHA	06/05/17
COMPANIA	A.C. Caminando por el Futuro	LOGO	
ESCALA	1:30		
		I.C.A.I.	
		PUNTO DE CONJUNTO: UBICACION DEL CONDUCCIO	
		PUNTO DE CONJUNTO: 1/2	

5.8. Conclusiones

Este segundo estudio se ha centrado en el diseño interno de la cámara de aire incorporada en el coche eléctrico, basándose en el efecto Venturi para conseguir una mayor velocidad dentro del conducto.

Una primera fase ha sido el estudio de la forma y geometría de la entrada y salida, decantándose por la sección rectangular, cuyas características son positivas en comparación con una sección circular.

La segunda fase de este segundo estudio ha sido, por efecto Venturi, el diseño de la forma del conducto, utilizando una forma de tobera para reducir la sección de forma constante y conseguir un aumento de velocidad.

Se han realizado dos planos que se adjuntan en el capítulo, el plano del conjunto y el plano del conducto, siguiendo las normas de acotación relevantes. (Jiménez, 2019)

Finalmente, el estudio resulta válido y positivo, eligiendo la reducción del 15 % en la sección de salida.

6. CONCLUSIONES

6.1. Resumen del trabajo

Como ya se ha comentado al inicio del trabajo, el objetivo principal es poder aprovechar la energía cinética que lleva el viento cuando el coche eléctrico está en movimiento. Cuando el aire entra por la toma del conducto, el flujo de aire es conducido por la cámara hasta llegar a la turbina de aire de impacto, donde el aire choca con las aspas de esta y esa energía cinética del aire se convierte en energía mecánica haciendo girar el eje de la turbomáquina. Esta energía se transmite al generador eléctrico, que generara una corriente eléctrica que es almacenada en las baterías de los vehículos.

Una parte muy importante de la innovación es el diseño del conducto de aire, pues gracias a este se direcciona todo el flujo para que no choque con nada y pierda energía. Es por tanto que este proyecto se ha centrado en la mejora del rendimiento del conducto, para disminuir pérdidas de carga y poder aprovechar al máximo el flujo de aire.

La idea ha sido encontrar puntos de máxima velocidad para colocar ahí la turbina de aire de impacto, que puedan generar un trabajo cuando el aire choca con las palas de esta. Así, se recargan las baterías del coche y se puede dar una autonomía adicional al coche eléctrico, y alargar su vida útil.

Para llevar a cabo los diferentes estudios, se ha ido iterando para encontrar la posición idónea que de un mayor rendimiento. Se ha tenido en cuenta las limitaciones que aportan el proyecto, como es la estructura del coche y, además, evitar aumentar la resistencia de arrastre pues esto es un efecto negativo en el proceso ya que el coche consumiría más amperios pues debe hacer más trabajo para moverse.

Además, se ha utilizado el modelo de elementos finitos para simular el flujo de aire a través de la cámara de aire, para poder optimizar su forma y así mejorar el rendimiento.

6.2. Ubicación final del conducto

Como ya se ha comentado anteriormente, el conducto elegido es el de sección rectangular con entrada lateral y salida trasera. Además, se hace una reducción del 15% que tiene menores pérdidas de carga y hace que la velocidad siga siendo alta.

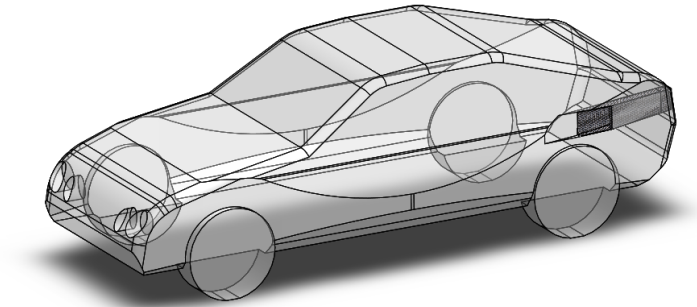


Figura 6.1. Dibujo 3D del conjunto coche + conducto de aire. Fuente: Elaboración propia, 2019

Se ha trabajado con solo un conducto lateral en la parte izquierda del coche eléctrico, pero se propone colocar un conducto de forma simétrica en el lado derecho. La utilización de dos turbinas siempre generará más energía que una, siempre y cuando el drag opuesto que se genere sea ínfimo.

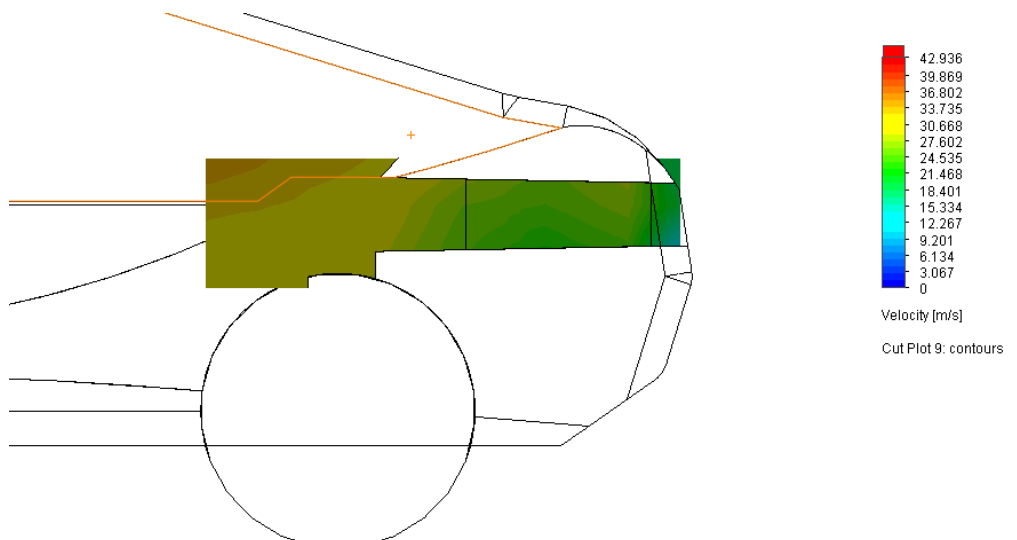


Figura 6.2. Corte del conducto para ver el flujo de aire. Fuente: Elaboración propia, 2019

Donde la velocidad es máxima, se propone colocar en ese punto la turbina pues el impacto será mayor y así el giro del eje de la turbina de aire. Cuanto más rápido gire el eje mecánico, mayor trabajo generará y por tanto mejor será la eficiencia del sistema.

Referido al plano adjunto en el capítulo 4, la cota óptima para situar la turbina es a 320 mm desde la toma de aire, donde la velocidad es de 30 m/s, velocidad máxima a lo largo de todo el conducto como se puede observar en la figura 6.2. Se ha elegido este punto teniendo en cuenta la posición, rendimiento y velocidad del sistema.

Como turbina de aire de impacto se propone la utilización de la turbina del equipo estadounidense cuya descripción se precisa en la patente EP1805412, la cual define la utilización de la turbina de aire de impacto en este tipo de situaciones de coches eléctricos en movimiento. La cualidad que diferencia esta turbina son sus aspas cuya forma ondulada hace que se reduzca al máximo el drag (resistencia opuesta) generado por la turbina al girar. (Hamilton, 2008). Es por esto por lo que, al reducirse el drag, no será necesario que el coche consuma mayor potencia para mantenerse a la misma velocidad que sin turbina incorporada.

6.3. Futuras líneas de investigación

Este proyecto de Fin de Grado se ha centrado en el desarrollo y diseño del conducto de aire que guía el fluido para la utilización de este para localizar una turbina.

Debido a la extensión de este trabajo, no se ha podido diseñar la turbina idónea. Por esto se ha propuesto la que mejor concuerda con todo lo comentado en el trabajo.

Lo ideal habría sido poder simular el conjunto turbina-conducto en SolidWorks para poder estimar realmente a qué velocidad choca el aire contra las aspas. En cambio, la información de la patente de la que se dispone no refleja la relación entre la velocidad de choque del fluido y la generación de potencia al girar su eje, ni del rendimiento de esta. Es por esto por lo que se hace complicado hacer una estimación lógica y que se asemeje a la realidad.

Se deja para futuras investigaciones la realización de un estudio más exhaustivo y de mayor detalle, que describa el perfecto funcionamiento de la turbina dentro del conducto de aire que se ha diseñado en este Proyecto de Fin de Grado.

Por último, con estudios más detallados se podrían profundizar los ensayos realizados, quedando pendiente la simulación conjunta de las dos partes ensambladas: turbina y cámara de aire.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arenas, E., & Cantizano, A. (2018). *Flujo Compresible*. Madrid.
- [2] CEREM. (19 de Mayo de 2018). *Cerem, international business school*. [En línea] Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/encuentra-la-solucion-en-un-triz>
- [3] Eastlake. (2008). Ecuaciones de Bernoulli. *Hiperfísica*. [En línea]
- [4] ECURED. (2018). *Efecto Venturi*. [En línea]
- [5] Espacenet, O. E. (s.f.). *Espacenet*. [En línea] https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP#!/CPC=B60L55/00
- [6] ESPASA. (s.f.). Clima, condiciones atmosféricas de un lugar. [En línea] <http://espasa.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?pk=793&art=59>
- [7] Hamilton, T. (2008). Whale-Inspired Wind Turbines. [En línea] <https://www.technologyreview.com/s/409710/whale-inspired-wind-turbines/>
- [8] Jiménez, M. (2019). Acotación y tolerancias. En M. Jiménez. Madrid.
- [9] Pena, M. (1997). *Wind-powered battery charging system*. [En línea] Obtenido de <https://patents.google.com/patent/US5680032A/en?q=US5680032>
- [10] Principios de aerodinámica. (2009). *Aeronauticorner*, [En línea] <http://aeronauticorner.blogspot.com/2009/05/principios-de-aerodinamica.html>.
- [11] T.Walsh, R. (2010). *Recharging system for electrically powered vehicle, and vehicle incorporating same*. [En línea] Obtenido de <https://patents.google.com/patent/US7665554B1/en?q=US7665554B>
- [12] Trabajo Fin de Grado Paola Planes (2018)

PARTE II: ANEXOS

1. Anexo A

Referencia	Fecha de solicitud	Fecha de publicación	Inventor	País	Problema resolver	Solución propuesta
US8098040	29/05/2009	17/01/2012	David Chandler	US	Análisis de la resistencia que genera la turbina al girar cuando choca el aire en las hélices. Control de la recarga de baterías	Añade el ultracapacitor como modo de gestión de la energía generada por la turbina. Aumento del rango de conducción del vehículo. Reducción del ruido de la turbina.
US5680032A	19/12/1995	21/10/1997	Mario Pena	US	Comportamiento de la turbina de aire cuando el coche está parado o va a poca velocidad. Consumo incontrolado de petróleo.	Aprovechamiento del efecto Bernoulli en la salida del aire. Incorporación de turbinas con numerosas hélices en la parte delantera del vehículo. El vehículo en movimiento va recargando las baterías gracias a las turbinas.
US3878913A	15/12/1972	22/04/1975	C.Lionts, W Armijo, F Mhalll	US	Basado en anteriores inventos, plantea mejorar diversos aspectos de transmisión mecánica, así como mejorar el rendimiento del proceso	Implementación de un accionamiento eléctrico para que el generador de carga continua. Además, utilización de un programa en el que permite en cuestas o frenado no utilizar las baterías.

ES2350987B1	28/01/ 2011	01/12/ 2011	G. Casanova, M. Casanova, E. Casanova	ES	Aprovechamiento de la energía para la propulsión del vehículo para altas y bajas velocidades, así como aumentar la autonomía del coche.	Adicional a las turbinas, incorpora captadores solares para diversos aparatos del coche. Disminución de la frecuencia requerida de recarga de las baterías.
GB2460549A	05/06/ 2009	09/12/ 2009	Allen Arthur Park	GB	Busca evitar el consumo de recursos naturales como son los combustibles. Intento de evitar la contaminación ambiental.	Reducción de la contaminación ambiental con la reducción del consumo de combustible incorporando turbinas en el techo del vehículo que proporcionan energía eléctrica para ciertos aparatos del vehículo. Invento respetuoso con el medioambiente.
US6857492B 1	09/01/ 2003	22/02/ 2005	Kenneth Liskey, Eugene Liskey	US	Maximización del tiempo de conducción de un vehículo. Propósito de alargarlo.	Junto al generador, implantación de un componente cilíndrico con una aleta en forma de espiral que gira dirige el flujo de aire de tal forma que hace que el vehículo vaya más rápido y se disminuya el consumo de las baterías.

US201101016 98	04/11/ 2009	05/05/ 2011	Raymond Saluccio	US	Utilización de turbinas para generar electricidad, de manera que no se contamine más el medioambiente. Planteamiento del desarrollo de esa nueva idea	Vehículo conectado a un remolque. Este remolque tiene las palas de la turbina conectadas a un generador ahora almacenar esa energía en bateras ubicadas dentro del coche. Implantación de un enchufe para la conexión a red de una casa.
US200701638 29	25/04/ 2005	19/07/ 2007	Brian Ellis	US	El transporte de objetos pesados aumenta significativamente el consumo de combustible o de energía eléctrica	Este invento pretende reducir los requisitos de combustible fósil implementando un convertidor de flujo de aire que hace que se consuma una energía renovable así siendo consecuentes con el medioambiente.
US2008 0296904	16/05/ 2008	04/12/ 2008	Nasik Elahi	US	Captación de energía cinética debido al movimiento relativo entre un fluido y un objeto. El exceso de consumo de energía hace que se agoten los recursos naturales.	Sistema de recuperación de energía adaptable a vehículos. Utiliza el movimiento del aire para captar su energía cinética y convertirla en energía eléctrica

US201000906 43	15/04/ 2010	29/04/ 2014	Aris Mardirossi an	US	Necesidad de cuidar y mantener el medioambiente por el peligro que supone seguir con el consumo de combustible.	Técnicas de aprovechamiento del aire para recargar la batería, aunque sea poco. Esto mejorará el rendimiento del sistema. Pluralidad de turbinas giran por el aire que entra para recargar las baterías.
US7665554B 1	21/04/ 2009	23/02/ 2010	Richard T. Walsh	US	La recarga de baterías como punto crítico en la eficiencia de las baterías de los coches que deriva en la autonomía de estos.	Pluralidad de generadores montados en "tandem" dentro de un conducto que con la entrada de aire generan corriente eléctrica.
US7398841B 2	09/05/ 2005	15/07/ 2008	Jay Stephen Kaufman	US	Requerimientos para poder aprovechar energía en el ciclo Brayton dentro de vehículos.	Sistemas de consumo eficiente basados en la recuperación de energía del aire, de la energía disipada por el motor del coche, y desarrollo de un motor de combustible renovable con emisiones no dañinas para la naturaleza.

US7652389B 2	12/04/ 2007	26/01/ 2010	Clint Farmer	US	Evitar el uso de combustibles con emisiones indeseadas	Sistema compuesto por una turbina de aire y una turbina de aire y viento, que conectadas a un eje y seguido un generador que proporciona una corriente eléctrica para una batería.
-----------------	----------------	----------------	-----------------	----	--------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

