



TRABAJO FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DEL COCHE ELÉCTRICO EN EUROPA



Volumen I

Memoria – Presupuesto

Autor: Carlos Gómez Hernández
Director: Pablo Buenestado Caballero
Departamento MAT
Convocatoria: Junio 2017



ÍNDICE

RESUM.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
1. PREFACIO.....	9
1.1. Origen del trabajo	9
1.2. Motivación	9
1.3. Requisitos previos	10
2. INTRODUCCIÓN	11
2.1. Objetivos del trabajo	11
2.2. Alcance	11
2.3 Herramientas.....	11
3. METODOS ESTADÍSTICOS	13
3.1 Correlación	13
3.2 Análisis de la varianza	14
3.3 Introducción a las series temporales	15
3.3.1 Método de medias móviles.....	15
3.3.2 Suavización exponencial simple.....	17
3.3.3 Suavizado exponencial (Método de Holt)	17
3.3.4 Suavizado exponencial (Método de Winters)	19
4. EL COCHE ELÉCTRICO	21
4.1 Introducción al coche eléctrico	21
4.2 Composición/Diseño y funcionalidad.....	22
4.3 Sistema de recarga	24
4.4 Batería	24
4.5 Ventajas e inconvenientes	26
4.6 Comparación con vehículos híbridos y de combustión.....	28
4.6.1 Precio de venta.....	28
5. RESULTADOS	31
5.1 Análisis de la varianza	31
5.2 Suavizado exponencial de Holt	33
5.3 Suavizado exponencial de Winters	37
6. LEGISLACIÓN Y AYUDAS ECONÓMICAS.....	39



6.1 Legislación dentro del marco Europeo.....	39
6.2 Legislación en España.....	40
6.3 Ejemplos de ayudas económicas.....	42
6.3.1 Plan MOVEA	42
6.3.2 Catalunya.....	44
6.3.3 Noruega.....	44
6.3.4 Francia	46
6.3.5 Alemania.....	48
7. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	50
8. ANALISIS ECONÓMICO DEL TRABAJO REALIZADO	52
9. CONCLUSIONES	53
10. BIBLIOGRAFIA	56
Bibliografía complementaria.....	57

RESUM

El treball sobre l'anàlisi de la producció del cotxe elèctric pretén fer veure a la gent el progrés que cada país està tenint en el procés d'implantar noves tecnologies més sostenibles al mercat automobilístic.

Podem dir, doncs, que l'existència o no de l'augment d'aquests vehicles, es pot valorar per mitjà de les dades anuals de vendes de cada país i les diferents lleis o ajudes que es posen a la disposició de la població.

S'ha pogut comprovar que certs països sí aposten fortament per anar rebaixant l'ús dels cotxes de combustió, com per exemple Noruega o França, en canvi països com Espanya o Itàlia segueixen estancats a causa de les dificultats d'obtenir ajudes quantioses o les infraestructures necessàries per arribar a unes quotes mínimes.

Per realitzar l'estudi, s'han aplicat diferents mètodes estadístics (anàlisi de variància, mètode suavitzat exponencial simple i mètode exponencial de Holt) per aconseguir resultats vàlids de previsions, dades a verificar en un futur que no depenen exclusivament d'una raó matemàtica sinó que van relacionats a possibles plans de subvencions.

Definitivament, certs països han resultat decebedors per l'escassetat de recursos posats a la disposició de la gent i la seva importància en quant a prestigi europeu. Però no tot és negatiu, altres països de caràcter important (Alemanya, França, etc...) estan millorant molt ràpidament en la recerca d'alternatives sostenibles i posen recursos per seguir potenciant aquest tipus de vehicle.

RESUMEN

El trabajo sobre el análisis de la producción del coche eléctrico pretende hacer ver a la gente el progreso que cada país está teniendo en el proceso de implantar nuevas tecnologías más sostenibles en el mercado automovilístico.

Es necesario pues, a través de los datos anuales de ventas de cada país y las diferentes leyes o ayudas que se ponen a disposición de la población la existencia o no del aumento de estos vehículos. Se ha podido comprobar que ciertos países sí apuestan fuertemente por ir rebajando el uso de los coches de combustión, como por ejemplo Noruega o Francia, en cambio países como España o Italia siguen estancados debido a las dificultades de obtener ayudas cuantiosas o las infraestructuras necesarias para alcanzar unas cuotas mínimas.

Para realizar el estudio, se han aplicado diferentes métodos estadísticos (análisis de varianza, método suavizado exponencial simple y método exponencial de Holt) para lograr resultados válidos de previsiones, datos a verificar en un futuro que no dependen exclusivamente de una razón matemática sino que van relacionados a posibles planes de subvenciones.

Definitivamente, ciertos países han resultado decepcionantes por la escasez de recursos puestos a disposición de la gente y su importancia en cuanto a prestigio europeo. Pero no todo es negativo, otros países de carácter importante (Alemania, Francia, etc...) están mejorando a pasos agigantados en busca de alternativas sostenibles y ponen recursos para seguir potenciando este tipo de vehículo.

ABSTRACT

Work on the analysis of the production of electric car aims to make people see the progress that each country is taking in the process of implementing more sustainable technologies in the automotive market.

We can say then, that the increase or not of these vehicles, can be measured by annual sales data of each country and the various laws that aid is made available to the population. It has been proven that certain countries committed strongly to go by lowering the use of combustion, such as Norway or France cars, instead countries such as Spain or Italy remain stalled due to difficulties of obtaining considerable subsidies or the infrastructure needed to achieve a minimum quota.

For the study, different statistical methods (analysis of variance, simple exponential smoothing method and Holt exponential method) have been applied to achieve valid results of forecasts, data to verify in the future that do not exclusively depend on a mathematical reason but van related to possible plans of grants.

Definitely, certain countries have been disappointing due to the scarcity of resources placed at the disposal of people and its importance in terms of European prestige. But not everything is negative, other major character (Germany, France, etc...) are improving by leaps and bounds in search of sustainable alternatives and put resources to further enhance this type of vehicle.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, el trabajo ha sido posible gracias a mi tutor por las ayudas y conocimientos aportados, más allá de marcar el camino por donde debía enfocar el estudio cuando alguna cosa se torcía.

En segundo lugar, agradecer a la EAFO, *“European Alternative Fuels Observatory”* por la cantidad de datos facilitados para poder realizar el trabajo de forma efectiva.

Por último, dar gracias a mis allegados por el apoyo durante estos cinco años y poder cerrar una etapa en mi vida de forma satisfactoria.

1. PREFACIO

1.1. Origen del trabajo

El factor primordial para escoger un tema dirigido a la Estadística fue el agrado por dicha asignatura tanto cuando cursaba los primeros años de grado como la asignatura optativa dirigida por mi tutor, que era bastante llamativa.

Después de tener una reunión con el tutor, dejó vía libre a que buscara un tema que llamase mi propia atención como la del resto, por ello y concienciado de que cada vez hay que ser más sostenible, escogí un tema que consideré apropiado e interesante. El estudio de la producción del coche eléctrico.

1.2. Motivación

Como he comentado anteriormente, buscaba un tema a tratar que fuese novedoso o aprovechable para las nuevas tecnologías que están apareciendo y a la vez que poseyese un carácter sostenible. Para ello, la elección del coche eléctrico era la más llamativa ya que cada vez más gente se interesa en ellos y quieren saber más.

El hecho de que sea un producto con gran potencial es otro factor que me ha llevado a realizar el trabajo. Para encontrar un punto medio entre sostenibilidad y conocimiento, se ha querido enfocar al tema de la producción, así, con el tiempo se podrá observar si estas predicciones son veraces y se cumplen o algún factor provoca un cambio de rumbo.

Es un reto conseguir prever qué ocurrirá en el futuro y si la población opta por seguir este camino sostenible, ahuyentando el vehículo tradicional y cada vez más, culpable de la transformación de carácter negativo que está tomando el espacio dónde habitamos.

1.3. Requisitos previos

Para poder efectuar de forma correcta el trabajo es necesario poseer unos conocimientos básicos de Estadística ya que aunque el tema trate sobre el coche eléctrico, el contenido básico son los números y los cálculos realizados para poder extraer gráficas y conclusiones.

Otro aspecto básico era el de tener una buena base de datos para poder extraer de forma más precisa o correcta los resultados y para trabajar con valores más veraces.

Por último, y no menos importante, tener una noción básica sobre los coches eléctricos y su entorno, el conocimiento de algunas marcas que trabajan con este tipo de automóviles y los países o gobiernos que los potencian.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Objetivos del trabajo

El objetivo fundamental del trabajo es prever la evolución del coche eléctrico a partir del número de ventas y las leyes existentes. Además, se prevé concienciar a los lectores del estado actual de éste sector con datos reales para hacer reflexionar si se está tomando en serio este tipo de alternativas o se queda en palabras vacías.

2.2. Alcance

En el estudio estadístico a trabajar tan solo se contempla el coche eléctrico de batería, también conocido como BEV (Battery electric vehicle). Por lo tanto, ni vehículos híbridos, ni motocicletas o bicicletas eléctricas son tenidas en cuenta. Tampoco se estudiarán aquellos vehículos eléctricos cuya fuente de carga no sea baterías eléctricas.

Todos los países estudiados están dentro del continente europeo, no se hace referencia alguna a países como Estados Unidos, Japón o China que disponen también de un mercado amplio en este sector.

2.3 Herramientas

Para poder garantizar fiabilidad a los cálculos a realizar, ha sido necesario buscar una serie de datos de veinte países distintos en diferentes páginas web, logrando así un amplio abanico de muestras pese a que una vez se lleve a cabo el estudio, solo unos pocos de ellos serán estudiados según su importancia o facilidad para obtener información de más.

La página web de la que mayor información se ha podido encontrar datos ha sido de EAFO (European Alternative Fuels Observatory) la que presenta los datos anuales e incluso un desglose de los coches más vendidos por años.

Un ejemplo de datos encontrados está en la Fig. 2.1 y en los datos adjuntados en los anexos.

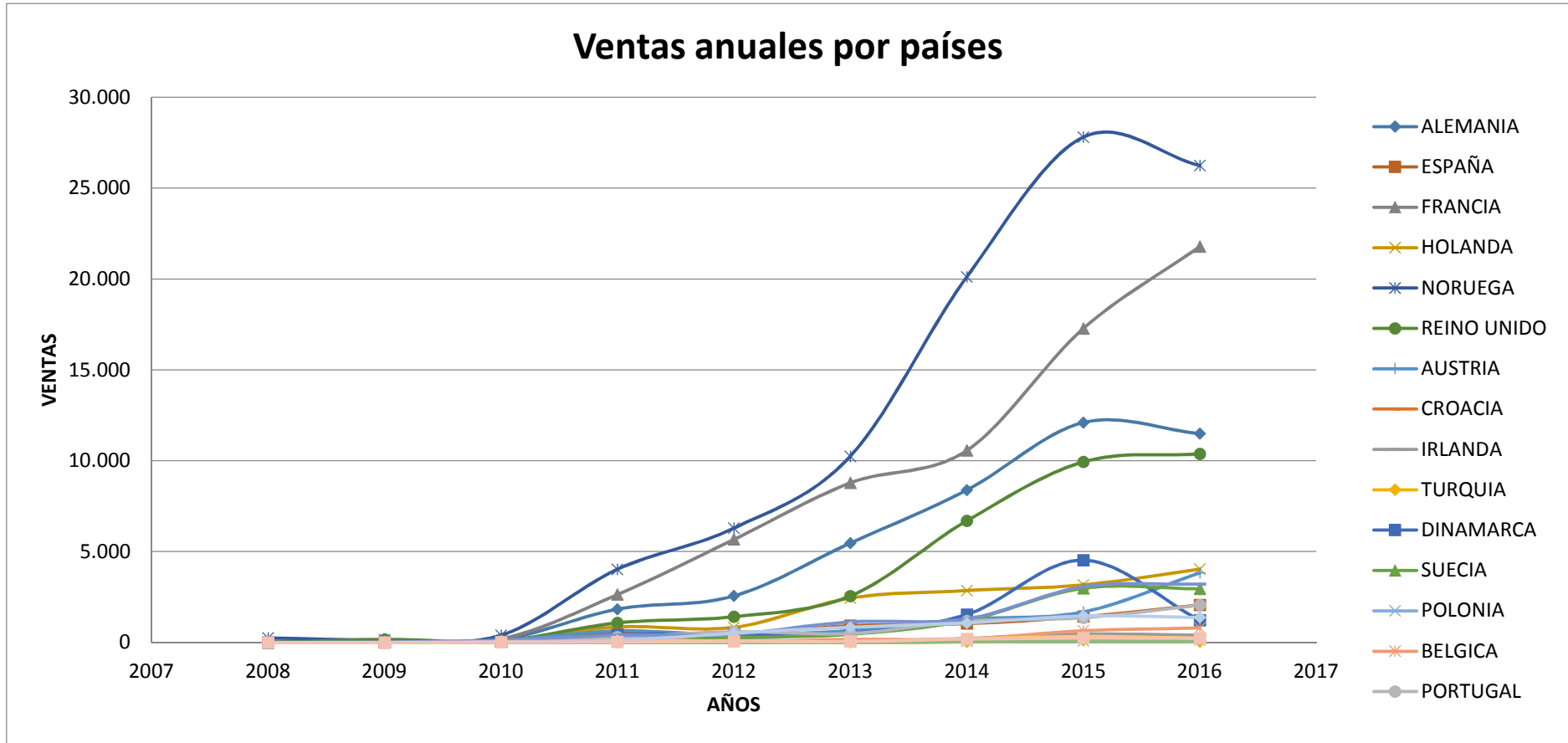


Fig.2.1. Gráfico sobre las ventas anuales de coches eléctricos en diferentes países

3. METODOS ESTADÍSTICOS

Pese a que la estadística suele relacionarse con el ámbito matemático, lo cierto es que cada vez es más usado en la ingeniería para la optimización de recursos, consiguiendo así, por ejemplo, una mejora en la producción de vehículos, una reducción de costes a través de la correcta elección de un determinado material.

Ante todo, el uso y conocimiento de la estadística se prevé necesario para el progreso de la industria y la tecnología, con lo cual, se debe ser cuidadoso con su utilización ya que una mala praxis puede desencadenar en pérdidas considerables o errores groseros.

Nos encontramos diversas aplicaciones, quizás la más importante es la que permite llevar un control de los procesos industriales u organizativos a través de diferentes técnicas.

Por todo esto, la estadística es considerada como una de las ciencias con más futuro por su aplicación en la tecnología y el desarrollo que ésta comporta en la industria. Su creciente desarrollo va de la mano con las mejoras que se han llevado a cabo en el cálculo computacional desde el siglo XX.

3.1 Correlación

La correlación nos permite observar si dos variables contienen alguna relación, lo que es lo mismo que determinar si los cambios en una de las variables influyen en la otra.

El coeficiente de correlación lineal se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Donde r está comprendido entre -1 y 1.

Respecto a los tipos de correlación, existen tres tipos:

- Correlación directa: Sucede cuando al aumentar una variable, la otra aumenta también. Se representa a través de una recta creciente.

- Correlación inversa: Se da cuando una variable va aumentando, la otra va decreciendo. Se representa con una recta decreciente.
- Correlación nula: Aparece cuando no hay relación entre las variables. Normalmente se representa gráficamente con una nube de puntos.

El grado de correlación determina la proximidad que existe entre los puntos . Pueden aparecer tres casos:

- Correlación fuerte: Los puntos están muy próximos de la recta.
- Correlación débil: Los puntos se alejan de la recta.

3.2 Análisis de la varianza

El análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance) es un método comparativo de dos o más medias independientes y con distribución normal.

Permite contrastar la hipótesis nula de que las medias poblacionales son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que al menos una de ellas es distinta a las demás respecto al valor esperado.

Para dos o más muestras, la varianza total (unida ambas muestras en una sola) puede descomponerse en dos varianzas:

- Indica variabilidad dentro de los grupos.
- Expresa diferencias entre las medias

Se calcula la varianza de cada muestra, teniendo en cuenta que se debe dividir la diferencia de cuadrados entre el número de elementos de la muestra global menos uno. Después, se calcula la variación entre las muestras a partir de una media de varianzas.

$$S_w^2 = \frac{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2}{k}$$

Se realiza la varianza de las medias aritméticas, la cual se multiplica por el número de elementos totales de cada una de las muestras.

$$S_x^2 = \frac{\sum(\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{k-1}$$

$$S_x^2 = n \cdot S_w^2 / x$$

3.3 Introducción a las series temporales

Existen distintas formas de pronosticar datos de una serie, sea cual sea la temática. Para introducir los métodos a tratar, primero se deben mostrar los aspectos básicos de las series temporales, empezando por su definición.

Una serie temporal es una sucesión de observaciones cuantitativas cronológicamente ordenadas en la cual una de las componentes es el tiempo y la otra la propia variable en estudio.

Existen distintas clasificaciones para ellas:

- Estacionaria:

La media y la variabilidad se mantienen constantes en el tiempo.

- No estacionaria

La media y/o la variabilidad cambian a lo largo del tiempo.

Dentro de esta clasificación nos encontramos con tres casos distintos:

- o Aparición de cambios de varianza.
- o Muestra de una tendencia, la media crece o decrece en el tiempo.
- o Presenta efectos estacionarios, en determinado espacio temporal el comportamiento de la serie es parecido.

Uno de los métodos que serán usados a lo largo del estudio será el método de los /medias móviles.

3.3.1 Método de medias móviles

El objetivo de éste método es eliminar las posibles fluctuaciones aleatorias que aparecen en la serie temporal. Este método es útil para series que no muestren tendencia, variaciones cíclicas o estacionales.

Se usa como pronóstico el promedio de "n" valores de los datos más recientes, tal que:

$$PM = \frac{\sum n \text{ datos}}{n}$$

La variable “n” (amplitud) determina el número de periodos necesarios para calcular el promedio, su valor teórico suele estar entre 3 y 5 dependiendo de la cantidad de elementos que tiene la serie. Para el análisis estadístico los valores normalmente se toman con n igual a 12, para estudio anual, n igual a 3, para estudio trimestral.

Por ejemplo, cuando tratamos una serie con n igual a 3, la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$m_m = \frac{x_{t-1} + x_t + x_{t+1}}{n}$$

Donde m_m es el promedio de las medias móviles, x_t es el dato que se quiere tratar y tanto x_{t-1} como x_{t+1} representan los datos consecutivos anterior y posterior respectivamente.

Aplicándolo a uno de los casos a estudiar, Alemania por ejemplo, tenemos que para el año 2015:

$$m_1 = \frac{533 + 436 + 1278}{3} = 749$$

$$m_2 = \frac{436 + 1278 + 684}{3} = 799,33$$

$$m_3 = \frac{1278 + 684 + 574}{3} = 845,33$$

Se puede observar que los valores que aparecen después de realizar el promedio son distantes a nuestros números reales, 436-1278-684 respectivamente. Por ello, en según qué caso no es aconsejable usar tal método.

Para observar qué error se obtiene al tratar esos 12 datos, se realiza la diferencia cuadrada entre el valor real y el pronosticado.

La ventaja de este método es la facilidad para realizar el cálculo ya que se puede realizar utilizando solamente una expresión sin variables complejas, con los datos en posesión ya se pueden realizar pronósticos.

Por el contrario, tiene diversas desventajas respecto a otros métodos, una de ellas es la pérdida de datos, como pueden ser el primero y último de cada serie, si el estudio se

realiza de una serie corta puede provocar falta de fiabilidad en los resultados por escasez de muestra. Otro inconveniente es la determinación de la amplitud de la serie, periodicidad de 3, 5, 12, es un elección aleatoria provoca resultados distintos, ya que no se obtienen los mismos resultados cuando se trata de una serie de periodo 3 que una serie de periodo 12.

3.3.2 Suavización exponencial simple

La función de esta técnica es eliminar la fluctuación aleatoria a través de un patrón que servirá para casos futuros. El patrón puede considerarse como un peso que se le otorga a cada iteración, dando mayor valor a los datos más recientes, y una menor ponderación a aquellos valores más antiguos.

La expresión del pronóstico para una muestra es:

$$P_t = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot P_{t-1}$$

Donde α es la constante de alisado que puede tomar valores de 0 a 1, P_t es el pronóstico para el periodo t , Y_t es el valor real en el periodo t y P_{t-1} es el pronóstico obtenido en el periodo $t-1$. Cuando la serie es estable, α deberá ser pequeño para minimizar las fluctuaciones posibles al máximo, en cambio, cuando la serie es poco estable el valor de α debe ser elevado ya que se adaptará mejor a los cambios que existen. Normalmente un α con valor 0,2 suele ser apropiado para cualquier caso.

Para empezar el cálculo, es necesario tener un valor inicial de P_t , el cual dispone de dos variantes para obtenerlo. En el primer caso, cuando la serie no es estable, presenta muchas fluctuaciones, P_t se toma a través de la siguiente igualdad $P_t = Y_1$; en cambio, si la serie no dispone de oscilaciones, es estable, el valor de P_t se obtiene de la siguiente expresión: $P_t = \bar{Y}$.

3.3.3 Suavizado exponencial (Método de Holt)

Corresponde a un método sofisticado de suavización exponencial, teniendo en cuenta que existe tendencia lineal (no importa si creciente o decreciente) y estacionalidad.

El modelo utiliza dos constantes, α y β , que toman valores de 0 a 1. Como en métodos anteriores, cuanto menor sea el valor de estas constantes las predicciones estarán más suavizadas.

Las ecuaciones a utilizar serán:

$$P_t = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot (P_{t-1} + \hat{b}_{t-1})$$

$$\hat{b}_t = \beta \cdot (P_t - P_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot \hat{b}_{t-1}$$

Donde:

P_t es la estimación de la serie en el tiempo t

P_{t-1} es la estimación de la serie en el tiempo $t-1$

\hat{b}_t es el valor pronosticado de tendencia para un tiempo t

\hat{b}_{t-1} es el valor pronosticado de tendencia para un tiempo $t-1$

Y_t es el valor observado de la serie para un tiempo t

α es la constante de suavización de la serie.

β es la constante de suavización para la tendencia.

Para obtener la predicción en un determinado tiempo t es necesario acudir a la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_t = P_{t-1} + \hat{b}_{t-1}$$

Para empezar a calcular es necesario establecer unos valores iniciales (P_0 y \hat{b}_0). Para ambas variables, es posible el cálculo de distinta forma. Por un lado la opción más apropiada sería a través de las siguientes fórmulas:

$$\hat{b}_0 = \frac{Y_T - P_1}{T-1} \quad ; \quad P_0 = Y_1 - \frac{1}{2} \cdot \hat{b}_0$$

La alternativa sería obtener P_0 a partir de $P_0 = Y_1$ y \hat{b}_0 a partir de la pendiente por el ajuste de los mínimos cuadrados de la serie a trabajar en cuestión.

La expresión para determinar las predicciones futuras viene dada por:

$$Y_{t+j} = P_t + j \cdot \hat{b}_t$$

Donde j es la cantidad de periodos futuros pronosticar.

3.3.4 Suavizado exponencial (Método de Winters)

Para una serie con tendencia lineal y patrón estacional multiplicativo este método es el más indicado.

Las estimaciones de las variables \hat{a}_t , \hat{b}_t y \hat{c}_t vienen dadas por las igualdades siguientes:

$$\hat{a}_t = \alpha \cdot \frac{Y_t}{\hat{c}_{t-s}} + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + \hat{b}_{t-1})$$

$$\hat{b}_t = \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot \hat{b}_{t-1}$$

$$\hat{c}_t = \gamma \cdot \frac{Y_t}{S_t} + (1 - \gamma) \cdot \hat{c}_{t-s}$$

Donde:

S_t es la periodicidad de la serie en el tiempo t

S_{t-1} es la estimación de la serie en el tiempo $t-1$

\hat{b}_t es el valor pronosticado de tendencia para un tiempo t

\hat{b}_{t-1} es el valor pronosticado de tendencia para un tiempo $t-1$

Y_t es el valor observado de la serie para un tiempo t

α es la constante de suavización de la serie.

β es la constante de suavización para la tendencia.

γ es la constante de alisado de la serie

Como en los métodos anteriores, las constantes α , β y γ deben comprender valores entre 0 y 1.

Para la predicción de un periodo determinado "t", es necesario aplicar:

$$\hat{Y}_t = (S_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \cdot \hat{c}_{t-1}$$

Los valores iniciales se deben tomar a través de:

$$\hat{b}_0 = \frac{\bar{X}_n - X_t}{(n-1) \cdot S} \quad ; \quad S_0 = \bar{X}_1 - \frac{S}{2} \cdot \hat{b}_0$$

Donde n representa el número de años a estudiar y S la periodicidad de la serie.

Por último, si se desea realizar una predicción para periodos futuros la fórmula a usar es muy parecida a la del método de Holt, tal que:

$$\hat{Y}_{t+j} = (S_t + j \cdot \hat{b}_t) \cdot \hat{c}_{t-j-S}$$

4. EL COCHE ELÉCTRICO

4.1 Introducción al coche eléctrico

El coche eléctrico está llamado a ser el vehículo del futuro, dejando atrás a los ya conocidos coches de combustión, pero eso no quiere decir que sea un producto nuevo ya que su aparición data del siglo XIX cuando ya eran vehículos importantes en aquella época. Lo que ocasionó su olvido, fue el descubrimiento del coche de combustión que resultaba ser más económico.

Por lo tanto, podemos afirmar que se trata de una reaparición que debe prolongarse con el tiempo ya que actualmente (con el progreso y avance día a día de nuevas tecnologías y materiales, no se descarta que aparezca otro tipo de energía que pueda ser sostenible y diferente) es la gran alternativa para preservar el medioambiente.

Antes de empezar la descripción de este tipo de coche, cabe remarcar la diferencia que existe entre el coche híbrido y el coche eléctrico ya que muchas personas desconocen su diferencia y suelen referirse a ambos por igual. La gran diferencia entre uno y otro es el tipo de propulsión, el vehículo eléctrico como bien indica su nombre tan solo dispone de motor o motores eléctricos, en cambio el coche híbrido está compuesto por un motor eléctrico y otro térmico.

Esto tan solo era una breve aclaración sin más importancia para la ejecución del trabajo. Una vez indicado este detalle, lo más adecuado es proseguir con la explicación del tema que nos concierne.

Cabe destacar, que el vehículo eléctrico ofrece una seguridad equiparable a la del coche convencional, en los Anexos se encuentran diferentes ensayos de seguridad realizados a coches eléctricos según diversos parámetros.

Desde 2009 se han realizado diferentes test con resultados muy positivos. Se valora en porcentaje la seguridad del conductor, ocupante de carácter infantil, peatones y asistencia del coche.

4.2 Composición/Diseño y funcionalidad

El vehículo es propulsado por un motor eléctrico a través de unas baterías que almacenan la energía eléctrica. La energía almacenada es transformada en energía mecánica que es dirigida a los ejes para el movimiento de las ruedas.

El mecanismo es relativamente sencillo, tanto que se puede prescindir de caja de cambios y embrague.

Los componentes más característicos de los coches eléctricos son el puerto de carga, transformador, batería, controlador y motor.

- *Baterías*

Es la parte clave del sistema, su objetivo es almacenar la energía eléctrica para su posterior uso. También, determinan la potencia, autonomía y diseño del vehículo.

Se trata de una de las partes más costosas en cuanto a precio y disponen de un peso considerable, además de poca densidad de energía por unidad de masa.

Sufren con las variaciones de temperatura, sobre todo con el frío, lo que provoca una disminución de rendimiento.

Hay diferentes tipos, clasificados en dependencia a la composición de los electrolitos.

- *Controladores*

Se encargan de comprobar que el funcionamiento sea correcto, ya que es receptor de la energía y fuente de recarga de ésta.

- *Motor*

Puede disponer de uno o varios, dependiendo del diseño. Su principal función es transformar la energía eléctrica en energía mecánica. En algunos casos también actúa como inversor, recupera la energía del frenado, transformando la energía cinética en energía eléctrica que es almacenada químicamente en las baterías.

- *Puerto de carga*

Corresponde al punto por el que el automóvil es recargado. Normalmente es una toma de corriente alterna (convencional) que es transformada en corriente continua, la que necesita la batería.

- *Transformadores*

Su principal función es la de convertir la intensidad (amperaje) y la tensión (voltaje) en valores válidos para el correcto funcionamiento del vehículo. Además, ayuda a la refrigeración evitando posibles explosiones o derrames.

Como resumen de cómo funciona el vehículo eléctrico, se han realizado dos esquemas para observar el orden de actuaciones para dos situaciones distintas: aceleración (fig.4.1) y desaceleración (fig.4.2).

- *Aceleración*



Fig. 4.1. Esquema aceleración coche eléctrico.

- *Desaceleración*

Se realiza el mismo circuito que en el caso de aceleración pero con sentido contrario.



Fig. 4.2. Esquema desaceleración coche eléctrico.

4.3 Sistema de recarga

La forma de recargar los vehículos es enchufándolos en los puntos de recarga, cuyo tiempo de carga puede variar desde minutos (en el mejor de los casos) a horas.

El tiempo de recarga depende de la intensidad y tensión de la batería y la toma de contacto. Otro aspecto que importa es la capacidad acumulada en la batería, por raro que parezca, una batería se cargará de forma más rápida cuando ésta esté más vacía que cuando la batería esté más llena.

Para que la recarga no se convierta en un asunto angustioso para el consumidor, los automóviles eléctricos disponen de ventiladores para mantener la temperatura constante y así evitar que se caliente en exceso.

Otro aspecto que importa a la hora de recargar el coche es el uso que se le dé, el poco uso provoca que la batería se llegue a descargar por un proceso electroquímico. Además, como se ha comentado anteriormente, el frío afecta también en este ámbito ya que ayuda a que se descargue.

Actualmente, se disponen de diversos puntos de recarga para efectuar el llenado de la batería, tanto en ciudad como en zonas particulares, tales como casas o parkings.

4.4 Batería

Existen distintos tipos de baterías que en la actualidad son utilizados por los vehículos eléctricos. Explicado anteriormente el funcionamiento y el uso, es interesante observar la variabilidad de opciones que existen para equipar el automóvil.

La batería de plomo-ácido es la más utilizada y en sintonía, es la más antigua de todas. Ideales para coches de pequeñas dimensiones y asequibles de precio. Por el contrario, son muy pesadas y lentas a la hora de recargar. Por estos motivos, no se considera una buena opción actualmente.

La batería de Ion-litio es reciente, se ha conseguido que la energía suministrada sea más efectiva y que se disponga de un rendimiento más elevado que a otros tipos de baterías, además no es necesario un mantenimiento continuo ni resulta complicado reciclar los restos, son más pequeñas en tamaño que otras. Por contra, son excesivamente caras,

son frágiles y por ello al sobrecalentarse pueden explotar y deben almacenarse en lugares fríos. Pese a estos inconvenientes, representan la mejor opción para la actualidad, incluso con la posibilidad de mejoras futuras ya que no está madurada del todo.

Existe una variante a este último tipo de batería, con la diferencia de que no contiene cobalto lo que la hace más estable, más segura y con un ciclo de vida más extenso. En cambio, es más costosa y no proporciona tanta energía.

Dos tipos de batería en fase experimental pero con un gran potencial son las baterías de aluminio-aire y las baterías de zinc-aire. Tienen una capacidad de entregar energía muy elevada, una capacidad de almacenamiento que alcanza unas cinco veces más que las baterías de ion-litio. En detalle, el primer ejemplo no ha sido muy aceptado por la tardanza de la recarga, en cambio, el segundo tipo comentado se considera el futuro de las baterías para los vehículos eléctricos.

4.5 Ventajas e inconvenientes

Ventajas

Aspectos	Detalles
Respetuoso con el medioambiente	No emite gases contaminantes a la atmosfera al no necesitar combustible para funcionar.
Requiere poco mantenimiento	Al disponer de menos mecanismos, el coche eléctrico no necesita pasar tantas revisiones, ni circuito de refrigeración.
Poco ruido	Ayuda a evitar la contaminación acústica. También evita vibraciones (no totalmente).
Eficiencia del motor	La eficiencia de este tipo de coches alcanza el 90% aproximadamente, que comparada con la eficiencia del coche convencional situada en un 35-40% provoca una diferencia abismal entre uno y otro en este aspecto, eso quiere decir que el aprovechamiento del consumo será mejor en el vehículo eléctrico.
No necesidad de marchas	Resulta ser un aspecto positivo ya que descarga el coche de caja de cambios y tan solo será necesario un dispositivo para diferenciar aceleración y marcha atrás.
Distribución del espacio	Al no poseer caja de cambios, se dispone de más espacio en el interior del vehículo lo que puede significar una redistribución de los elementos, como colocar pequeños motores al lado de las ruedas.
Recuperación de energía	Tal como se ha explicado anteriormente, el coche puede aprovechar las frenadas para recargar, esto lleva a que se convierta en un generador eléctrico.
Ayudas del Estado	Actualmente, en el Estado español hay en marcha una iniciativa para ayudar a aquellos consumidores que quieran o posean un coche eléctrico, su nombre es Plan MOVEA.
Reciclaje baterías	La Unión Europea obliga a que el 100% o prácticamente la totalidad de materiales en uso en la batería puedan ser reciclados cosa que es beneficiosa para el medioambiente.

Tabla 4.1. Ventajas del vehículo eléctrico.

Inconvenientes

Aspectos	Detalles
Falta de puntos de recarga	Al ser un producto en auge, todavía no hay habilitadas tantas zonas de recarga como quizás deberían haber para asegurar la utilización del vehículo en cualquier parte, sin tener el temor a quedarse sin batería.
Poca autonomía	Es el mayor problema que existe ahora mismo, ya que cada 100-120 km se debe parar para recargar, cosa que puede llegar a resultar molesta según el trayecto a realizar
Tiempo de repostaje	Como se ha comentado en apartados anteriores, el tiempo de recarga del automóvil puede irse a horas, y si esa situación tiene lugar en medio de un
Materia primera	Es cierto que se considera que el uso de energía eléctrica es respetuoso pero también hay que tener en cuenta que todo tiene un inicio y a pesar que es infinitamente inferior en cuanto a contaminación al proceso de obtención de combustible, no se puede considerar como una fuente totalmente limpia (no existe). A tener en cuenta también que a mayor necesidad de electricidad, más generación debe existir, por lo que mayor explotación de los recursos.
Precio actual del coche	Actualmente, el vehículo eléctrico dispone de un precio algo prohibitivo, seguramente dado que se disponen de pocas cantidades. A ello hay que sumar el precio del recambio de las baterías ya que disponen de una determinada vida y su recambio es bastante costoso.
Problemas con la reparación	Vuelve a ser importante que el producto a la venta sea novedoso ya que a la hora de reparar un coche de este tipo es posible encontrar problemas en los talleres tradicionales, y ya qué decir de si se necesita un repuesto, lo más probable será que se tenga que comprar y traer de otros países con el incremento de coste que conlleva.
Falta de potencia	Bien es cierto que se está mejorando mucho en este aspecto pero eso no quita que ahora mismo las velocidades adquiribles por el automóvil están limitadas y no permiten circular por según qué vía al conductor.
Coste punto de carga	Si no se dispone de punto de recarga cercano a tu hogar, se debe instalar una toma especial en la red doméstica lo que provoca un coste más para el usuario.

Tabla 4.2. Desventajas del vehículo eléctrico.

4.6 Comparación con vehículos híbridos y de combustión

4.6.1 Precio de venta

Para tener una idea de cuánto cuesta un coche eléctrico es necesario poner algunos ejemplos de los vehículos más vendidos en el mercado con su actual precio. Juntamente, se comparará con otro tipo de coche de la misma marca y parecidas características como pueden ser los de combustible o los híbridos.

BMW

BMW i3 dispone de tres gamas valorados entre 35.500 € el más económico y 41.200€ el más caro. *ELÉCTRICO*

BMW Serie 2 iPerformance está valorado en 39.500 €. *HÍBRIDO ENCHUFABLE*

BMW Serie 1, 3 puertas disponible entre 26.400 € y 36.450 €. *DIESEL*

BMW Serie 1, 3 puertas disponible entre 25.400 € y 35.550 €. *GASOLINA*

Tabla.4.3. Comparativa económica coches BMW según el sistema de alimentación.

CITROËN

Citroën C-Zero valorado en 26.190€. *ELÉCTRICO*

Citroën E-Mehari con un coste de 26.000 €. *ELÉCTRICO*

Citroën C-1 con un precio de 11.190 €.

Tabla .4.4. Comparativa económica coches Citroën según el sistema de alimentación.

HYUNDAI

Hyundai Ioniq Electric dispone de 3 gamas con un coste que varía desde los 34.500 € a 39.500 €. *ELÉCTRICO*

Hyundai Ioniq Hybrid dispone de 3 gamas valorados desde los 23.900 € a 29.900 €. *HIBRIDO ENCHUFABLE*

Hyundai Elantra dispone de 6 gamas distintas con precios que oscilan entre 20.025 € el automóvil más barato hasta los 28.700 € que cuesta el coche más caro. *GASOLINA*

Tabla. 4.5. Comparativa económica coches Hyundai según el sistema de alimentación.

KIA

KIA Soul EV con dos modelos distintos con un coste de entre 32.840 € y 35.955 €. *ELÉCTRICO*

KIA Niro HEV con tres gamas distintas valorados entre 25.400 € y 29.800 €. *HIBRIDO ENCHUFABLE*

KIA Soul disponible en ocho gamas diferentes desde los 14.026 € hasta los 22.526 €. *GASOLINA*

Tabla.4.6. Comparativa económica coches KIA según el sistema de alimentación.

NISSAN

Nissan Leaf es uno de los vehículos eléctricos más vendidos, dispone de 6 gamas distintas con precios que oscilan desde los 29.235 €, el más barato, y 37.435 € el más caro. *ELÉCTRICO*

Nissan Pulsar valorado en 18.850 €. *GASOLINA*

Tabla.4.7. Comparativa económica coches Nissan según el sistema de alimentación.

RENAULT

Renault ZOE se trata de otro de los coches eléctricos punteros en cuanto a ventas, dispone de ocho gamas diferentes valorados entre los 22.125 € el vehículo menos costoso y 36.725 € el vehículo más costoso.

Renault Clio se encuentra en el mercado a partir de 12.850 € hasta 25.700 €. *DIESEL/GASOLINA*

Tabla. 4.8. Comparativa económica coches Renault según el sistema de alimentación.

VOLKSWAGEN

Volkswagen e-Golf está valorado en 36.850 €. *ELÉCTRICO*

Volkswagen Golf GTE está valorado en 40.090 €. *HIBRIDO ENCHUFABLE*

Volkswagen Golf dispone de cuatro gamas en un intervalo de 19.690 € a 26.650 €. *DIESEL/GASOLINA*

Volkswagen Golf GTI con cuatro gamas distintas en el mercado, disponibles a partir de 32.850 € a 38.750€. *DIESEL/GASOLINA*

Tabla.4.9. Comparativa económica coches Volkswagen según el sistema de alimentación.

5. RESULTADOS

5.1 Análisis de la varianza

Para el estudio estadístico se han elegido siete países a partir de varios factores, proximidad, importancia y cantidad. Esos países son Alemania, España, Francia, Holanda, Noruega, Suiza y el Reino Unido.

Para empezar se quería observar si alguno de estos países compartía alguna característica, a partir de diversos análisis se analizará dicha cuestión. A través de un aplicativo del software Microsoft Excel se realiza el cálculo automático.

Es aceptado para realizar el análisis de varianza aquellos países que entre la varianza del valor más grande y la del valor más pequeño haya una diferencia de 1,5-2 veces.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
ALEMANIA	9	42042	4671,33333	23991752		
REINO UNIDO	9	32293	3588,11111	18113316,1		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5280166,72	1	5280166,72	0,25080908	0,62332504	0
Dentro de los grupos	336840545	16	21052534,1			
Total	342120712	17				

Tabla. 5.1. Análisis de la varianza entre Alemania y Reino Unido.

Los países que más semejanza presentan son Alemania y Reino Unido, los cuales gracias al progreso que están desarrollando año a año pueden compartir ciertos aspectos y características. Quizás la proximidad pueda ser un factor a tener en cuenta para esa relación.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
FRANCIA	9	66872	7430,22222	62895587,94		
NORUEGA	9	95492	10610,2222	126741631,7		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	45505800	1	45505800	0,479924775	0,49838918	4,49399848
Dentro de los grupos	1517097757	16	94818609,8			
Total	1562603557	17				

Tabla. 5.2. Análisis de la varianza entre Francia y Noruega.

Francia y Noruega (Tabla 5.2) son dos de los países que más están apostando por el cambio, Noruega desde un principio se ha decantado por el coche eléctrico, más adelante en el siguiente apartado se puede observar a través de las subvenciones a disposición de los ciudadanos noruegos, y Francia cada vez aparece con más fuerza en cuanto a números de ventas en Europa.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
HOLANDA	9	14282	1586,88889	2389721,611		
SUIZA	9	9703	1078,11111	1573855,611		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1164846,72	1	1164846,72	0,587775465	0,45444472	4,49399848
Dentro de los grupos	31708617,8	16	1981788,61			
Total	32873464,5	17				

Tabla. 5.3. Análisis de la varianza entre Holanda y Suiza.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
ALEMANIA	9	42042	4671,33333	23991752		
FRANCIA	9	66872	7430,22222	62895587,94		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	34251605,6	1	34251605,6	0,788414183	0,3877336	4,49399848
Dentro de los grupos	695098720	16	43443670			
Total	729350325	17				

Tabla. 5.4. Análisis de la varianza entre Alemania y Francia.

En las Tabla 5.3 y Tabla 5.4 se observan los mismos casos vistos anteriormente, hay una relación entre ambos países sin llegar a cotas del primer caso cuya variabilidad se asemejaba al 70% prácticamente.

Cabe destacar que dentro de los siete países estudiados, España no aparece en ningún análisis debido a que no cumplía con el mínimo establecido en cuanto a la relación entre varianzas. Más lógico es que pudiendo analizar países por grupos de mayor cantidad, no se haya podido realizar grupos de más de dos países por lo mismo que le ocurre a España.

5.2 Suavizado exponencial de Holt

Los resultados obtenidos al realizar el exponencial de Holt se pueden observar en las Fig.5.1, Fig.5.2 y Fig.5.3 a través del uso de la constante de alisado y la constante de la tendencia con valor 0,8.

Se usan las constantes (α y β) con valor 0,8 ya que se tratan de señales muy inestables. Tal y como se explica en el apartado anterior, cuando una señal es muy inestable se tiende a elegir valores elevados para las constantes.

Teniendo en cuenta la longitud de la muestra se consideran pronósticos aceptables a partir de un error inferior al 15% respecto al año 2016.

Para los tres primeros casos, Alemania (Tabla 5.5), Reino Unido (Tabla 5.6) y Suiza (Tabla 5.7), se da que el error es inferior al establecido anteriormente. Además se ha realizado una previsión hasta el final de la década teniendo en cuenta el último año pronosticado.

AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
REAL	11.489				
PRONOSTICO	11.448	13.813	17.995	22.177	26.358
ERROR	0%				

Tabla 5.5. Pronóstico y previsión para Alemania.

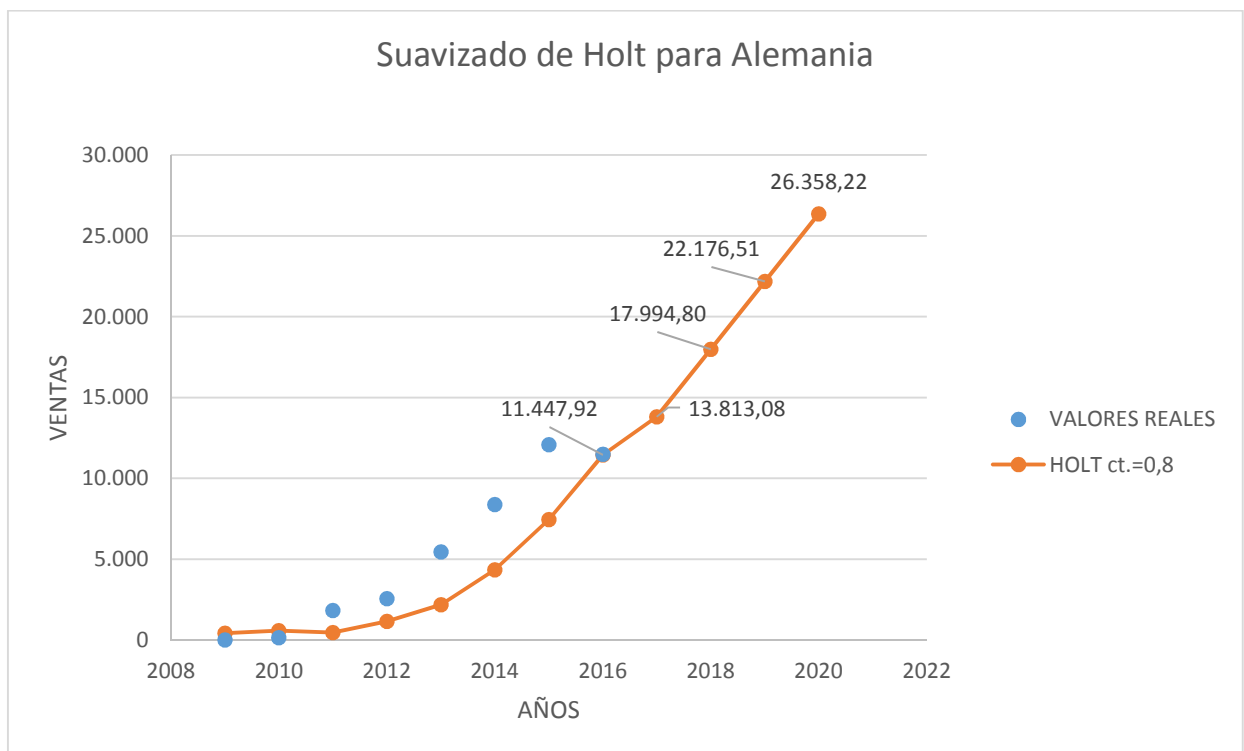


Fig. 5.1. Gráfico suavizado exponencial de Holt aplicado a Alemania.

Según lo calculado, las previsiones para el año 2020 en Alemania, son de 26.358 ventas. Cabe la posibilidad de que se llegue a dicha cifra debido a que Alemania es un país que está potenciando las ayudas para el vehículo eléctrico. Respecto al pronóstico para el año 2016 es prácticamente igual al valor real de ventas realizado para dicho año.

AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
REAL	10.374				
PRONOSTICO	9.837	11.113	14.102	17.090	20.079
ERROR	5%				

Tabla 5.6. Pronóstico y previsión para Reino Unido.

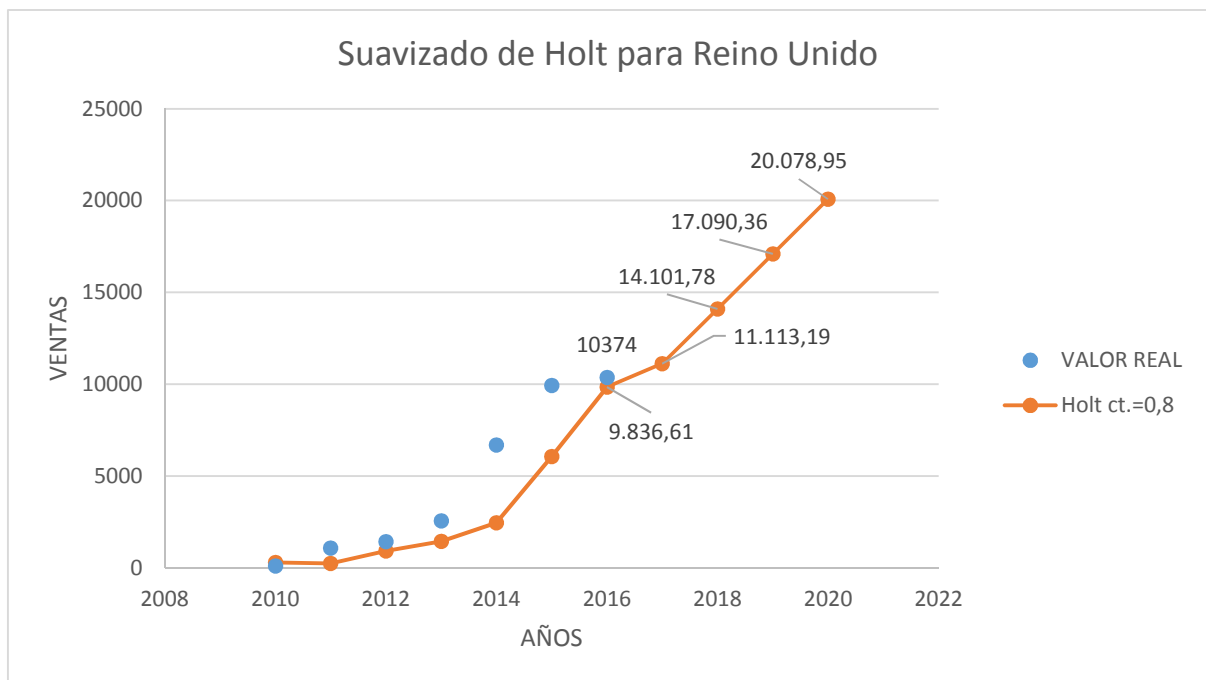


Fig. 5.2. Gráfico suavizado exponencial de Holt aplicado a Reino Unido.

En Reino Unido, los resultados y previsiones son positivos pero guarda un gran qué a la hora de analizar si se alcanzará la cifra prevista porque como es conocido, recientemente han sufrido un cambio de carácter importante llamado Brexit, la separación de la unión Europea puede causarles problemas, y más si no centran la suficiente atención a los progresos realizados hasta ahora.

Para finales de década, se prevén unas ventas de 20.079 coches eléctricos.

AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
REAL	3.214				
PRONOSTICO	2.813	3.422	4.472	5.522	6.572
ERROR	12%				

Tabla 5.7. Pronóstico y previsión para Suiza.

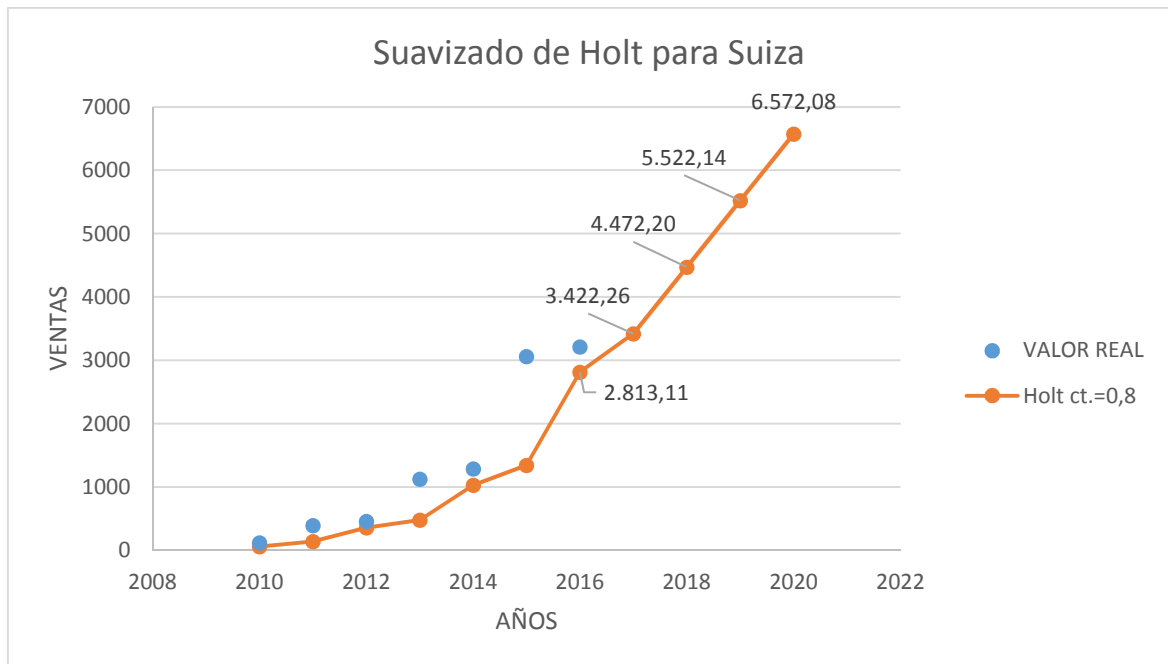


Fig. 5.3. Gráfico suavizado exponencial de Holt aplicado a Suiza.

Suiza sin ser un país con gran cantidad de coches vendidos, también pertenece al grupo de países cuyo estudio ha resultado satisfactorio debido a que el error relativo en el año 2016 es del 12% dato que roza el límite aceptado que está situado en un 15%.

En este caso, se prevé una señal en aumento hasta el año 2020, con valor de 6.573 ventas, pero con cantidades muy por debajo de los presentados en los casos de Alemania y Reino Unido.

El caso de Holanda es distinto, debido a que la señal es más estable y eso hace que las constantes a utilizar sean α y β con valor 0,5, no es necesario recurrir a valores más altos para las constantes como en los ejemplos anteriores.

AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
REAL	4.029				
PRONOSTICO	3.687	4.780	7.169	9.559	11.949
ERROR	8%				

Tabla 5.8. Pronóstico y previsión para Holanda.

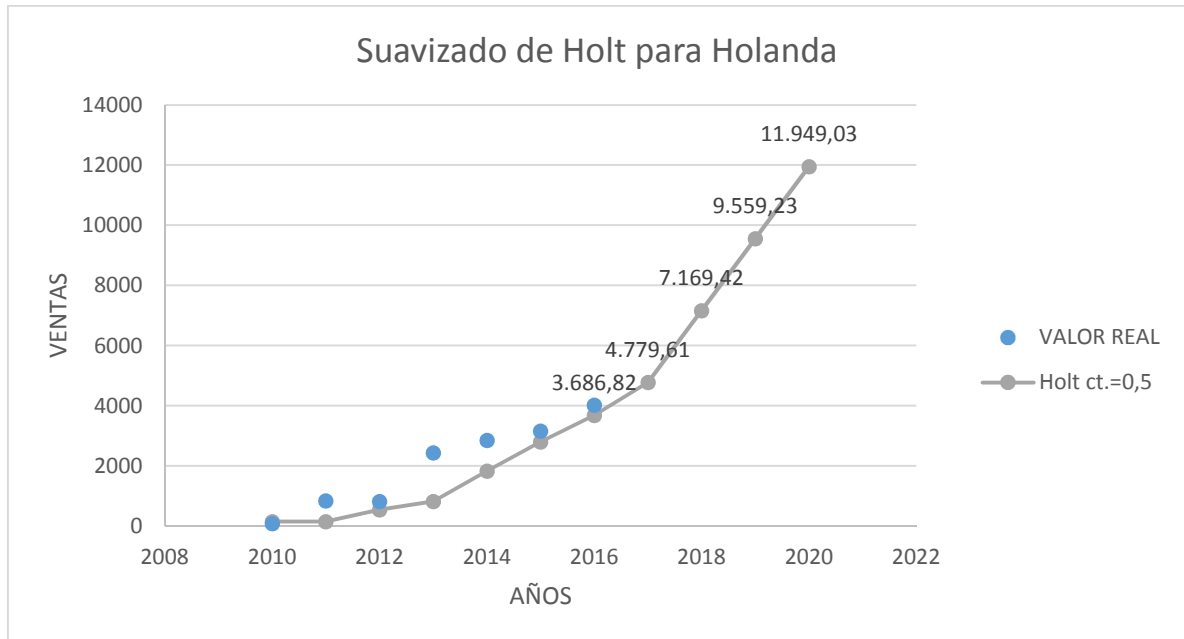


Fig. 5.4. Gráfico suavizado exponencial de Holt aplicado a Holanda.

El error relativo en el pronóstico para el año 2016 es del 8% (Tabla 5.8), es un caso parecido al de Suiza debido a que las cantidades no son elevadas pero poco a poco van incrementando su presencia en el mercado. Con ello, después de realizar una previsión año a año, como en los estudios anteriores, hasta 2020 (Fig. 5.4) se prevén unas ventas de 11.949 vehículos eléctricos.

5.3 Suavizado exponencial de Winters

Para Alemania se ha efectuado el estudio a partir del método de Winters con periodicidad trimestral (Tabla 5.9) desde 2012 a 2016. En la Tabla 5.9 se puede observar el pronóstico de los cuatro trimestres para el año 2016 y en la Tabla 5.10 una previsión futura para el año siguiente. Las constantes de alisado para α y γ es de 0,1, en el caso de β toma un valor de 0,6.

	Real	Pronóstico	Error	%
2016	2.328,00	2.548,23	-220,225345	8,64%
	1.937,00	3.358,95	-1421,95489	42,33%
	3.548,00	2.217,41	1330,58503	60,01%
	3.676,00	3.752,79	-76,7882867	2,05%

Tabla 5.9. Pronóstico y error para Alemania.

2017			
1	2	3	4
1.791,37	2.026,28	1.819,44	2.834,27

Tabla 5.10. Previsión trimestres 2017 para Alemania.

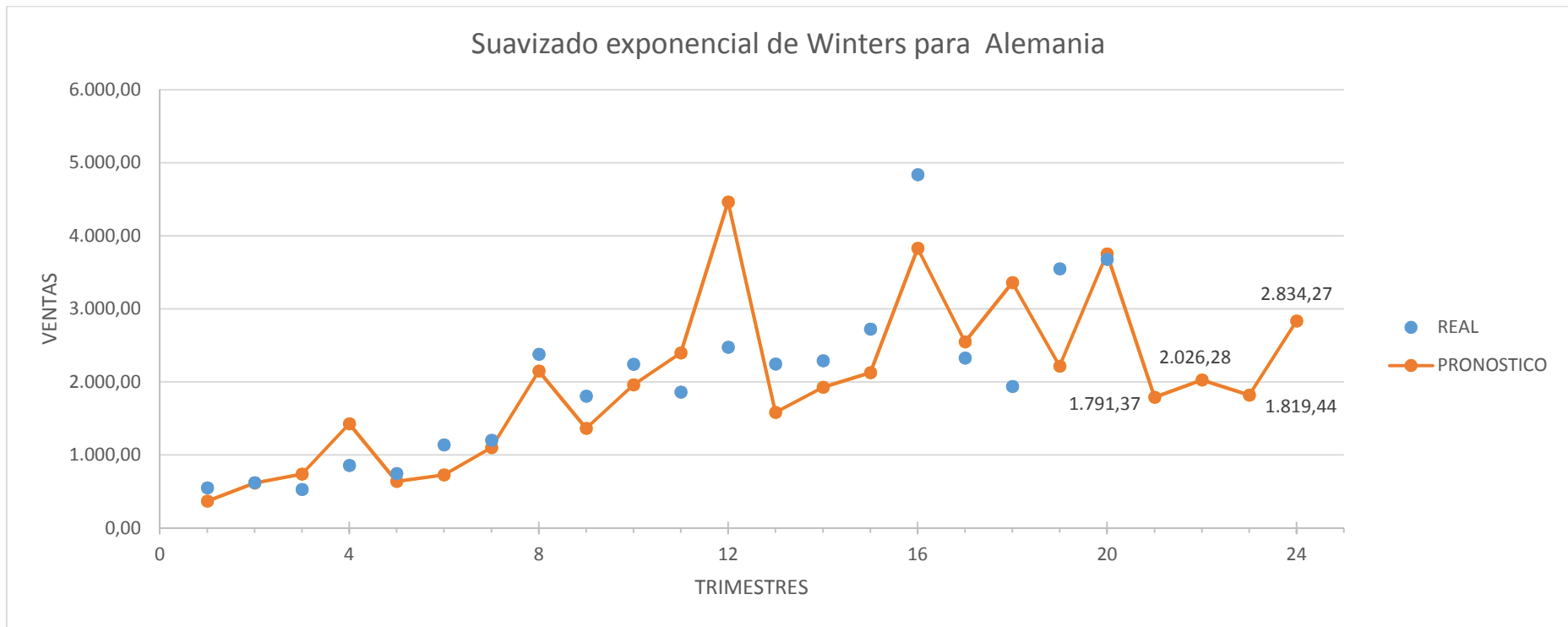


Fig. 5.5. Gráfico suavizado exponencial de Winters aplicado a Alemania.

Se puede comprobar como el error tanto en el primer trimestre como en el segundo son muy bajos, eso lleva a que los pronósticos para esos trimestres sean muy certeros, en contra del segundo y tercero cuya disparidad se ve aumentada sobre todo en el tercer trimestre. Para el año 2017 se prevén unas ventas totales de 8.472 vehículos.

6. LEGISLACIÓN Y AYUDAS ECONÓMICAS

6.1 Legislación dentro del marco Europeo

28/10/2014

Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2014 relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos.

Artículo 3. Marcos de acciones nacionales.

- Cada Estado se encargará de acogerse al marco de acción nacional dentro de los parámetros de la UE.
- Dicho Estado se asegurará de que se cumplan las necesidades de cada medio de transporte existente.

Artículo 4. Suministro de electricidad para el transporte.

- Los Estados se harán cargo de que se cumpla un mínimo de puntos de recarga para acceso público antes del 31 de diciembre de 2020.
- Los Estados garantizarán que los puntos de recarga cumplan con las especificaciones técnicas establecidas.
- Las zonas de recarga públicas se podrán usar sin que haya ningún intermediario eléctrico.

En el Anexo I se muestran diferentes medidas para potenciar el uso de combustibles alternativos en los diversos medios de transporte existentes. En el Anexo II se pautan las especificaciones técnicas a cumplir en los puntos de recarga.

6.2 Legislación en España

24/11/2009

Artículo 3.

El artículo 3 del boletín del BOE determina que para instalar un punto de recarga en una plaza de parking privada e individual tan solo es necesario comunicar a la comunidad que se llevará a cabo la instalación.

24/11/2011

Único artículo.

El artículo del boletín del BOE indica que se proporcionarán ayudas para aquellos que adquieran un vehículo eléctrico y su solicitud esté dentro de las fechas y presupuesto acordado que corresponde a 49 millones de euros. Tal presupuesto, entra dentro de la partida de gastos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para 2011.

Las solicitudes son admitidas por orden de presentación y determinadas por unos límites para pedir tales ayudas.

31/12/2014

Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 <<Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos>>.

A continuación, se expondrá de forma resumida la ITC ya que es un documento muy extenso, el cual podrá encontrarse en el Anexo.

Los edificios de nueva construcción que se basen en la ley de propiedad horizontal deberán contener una preinstalación para futuras zonas para vehículos eléctricos. En el

caso de ser una zona pública, será obligatoria la instalación de una zona de recarga cada 40 plazas aproximadamente.

Se presentan diferentes esquemas para la instalación de puntos de recarga y las características en cuestión de intensidad y voltaje.

18/04/2015

Real Decreto 287/2015, de 17 de abril, por el que se regula la concesión directa de subvenciones para la adquisición de vehículos eléctricos en 2015 (Programa MOVELE 2015).

El boletín oficial del 18 de abril de 2015 consiste en una modificación del Real Decreto de diferentes años que trata sobre ayudas y subvenciones para fomentar el uso del vehículo eléctrico.

Dispone de diferentes artículos, a destacar:

- *Finalidad de las concesiones*
Regulación para recibir subvenciones para incentivar y promover la compra de vehículos eléctricos.
- *Financiación*
Presenta el presupuesto propuesto para la realización de las ayudas (7.000.000 euros).
- *Tipo de vehículos destinatarios de la ayuda.*
Clasifica los vehículos según diversas características para diferenciar
- *Beneficiarios de la subvención*
Introduce los casos válidos para poder recibir las subvenciones.
- *Cantidad económica a percibir*
Establece la cuantía económica según diversos requisitos (autonomía, precio, etc...).
- *Documentos necesarios para realizar la solicitud de ayuda en los puntos de venta de los vehículos*

Expone qué documentos se deben presentar en las oficinas automovilísticas para concebir las subvenciones.

12/11/2015

Orden IET/2388/2015, de 5 de noviembre, por la que se autorizan determinados modelos de conectores de recarga para vehículos eléctricos.

El boletín consiste en una solicitud de la empresa TESLA MOTORS a la Secretaria General de la Industria y de la PYME, para la aprobación de forma provisional de la instalación de estaciones de recarga de vehículos eléctricos de gran potencia, llamados Supercharger (a partir de 100 kW) rigiéndose a la norma IEC 61851-23-2014.

Un punto a favor de estas estaciones es que para completar un 80% de la batería tan solo es necesario un tiempo estimado entre 20 y 30 minutos. Ello permite recorrer alrededor de 400 km con un tiempo de carga muy corto.

La autorización ha sido aprobada para la instalación de puntos de recarga “Supercharger” hasta el día 18 de noviembre de 2017.

6.3 Ejemplos de ayudas económicas

6.3.1 Plan MOVEA

El Plan de Impulso a la Movilidad con Vehículos de Energías Alternativas (MOVEA) es una iniciativa del Estado español para potenciar el pensamiento sostenible y ayudar a los propietarios de coches eléctricos con subvenciones para reducir los costes en la adquisición del vehículo. También tiene como objetivo la implantación de puntos de recarga como bien anuncian en la página oficial del Gobierno de España.

Según lo señalado en el Real Decreto, se ha elevado informe a la reunión del día 8 de junio de 2016 de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos, sobre la redistribución de estos remanentes de la siguiente manera:

1. Se liberan 3.850.000 euros de la partida Instalación de puntos de recarga para

vehículos eléctricos, 3.000.000 de carga rápida y 850.000 de semirrápida con lo que estas partidas quedarán con los siguientes importes:

- Semirrápida: 150.000 euros.
- Rápida: 500.000 euros.

Estos 3.850.000 euros se asignan a la adquisición de vehículos repartidos en las siguientes nuevas cantidades:

2. Vehículos eléctricos:

- Turismos (M1), cuadriciclos ligeros (L6e) y pesados (L7e): 1.650.000 euros
- Autobuses o autocares (M2, M3), furgonetas, furgones, camiones ligeros y camiones (N1, N2, N3): 1.500.000 euros.
- Motocicletas (L3e, L4e, L5e): 500.000 euros.
- Bicicletas de pedaleo asistido por motor eléctrico: 200.000 euros.” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2016)

Los fondos previstos para el año 2017 no variarán y de ahí ha surgido el malestar entre los conductores, que consideran que si se quiere potenciar el producto se necesita más inversión en este campo ya que esta ayuda abarca cualquier vehículo eléctrico.

Otro de los problemas causados por esta subvención económica es la gran demanda que genera, aunque pueda parecer un dato positivo, el hecho es que en pocos meses esta ayuda ya está consumada y no permite acceder a ella a más gente.

En Alemania por ejemplo, hay una iniciativa parecida pero con un presupuesto mayor, lo que genera que más gente pueda aprovecharse de esa ayuda.

6.3.2 Catalunya

El *“Pla d’infraestructura de recàrrega per al vehicle elèctric a Catalunya”* es la nueva propuesta de La Generalitat para ayudas en la infraestructura de recarga para el vehículo eléctrico.

El principal objetivo de este plan es potenciar el desarrollo de puntos de carga para usos puntuales y para largos trayectos por el interior de las ciudades. De esta forma se pretende asegurar que los coches puedan realizar recorridos de 100km sin tener problemas.

Estas ayudas van dirigidas a administraciones públicas para estaciones de recarga rápida (20 y 50 kW) y para particulares (3kW).

En el caso de la recarga de 50kW, se ayudará a aquellos espacios público donde se pueda cargar 120 km en menos de media hora. En el otro caso, recibirán la ayuda aquellas estaciones de acceso público que permitan cargar 100 km en dos horas.

En cuanto a la recarga para particulares, los conductores podrán disponer de 100 km en seis horas sin tener que pagar ningún extra en su contrato con la eléctrica.

En cuestión de números, la previsión inicial es de un gasto de 865.000 euros en subvenciones y 90.000 euros para una prueba piloto en zonas de recarga rápida.

Además de la instalación de dichas zonas de recarga de vehículos, en Mayo se abrió un punto de venta en Barcelona de dicha marca.

6.3.3 Noruega

El plan de uno de los países punteros en el mercado del vehículo eléctrico es mantener la exención del IVA (25%) hasta el año 2.020 para llegar al año 2.025 sin coches de combustión. Para ello, se pretende que la flota de coches eléctricos sea la más alta posible y que a la vez la cantidad de vehículos híbridos vaya siendo mínima para obtener emisión cero.

Otras facilidades presentes actualmente son la exención del pago de peajes, el acceso ilimitado a los carriles buses, pese que se pretende suprimir esta posibilidad en aquellos lugares donde se puedan formar retenciones y aparcamiento gratuito en la mayoría de zonas de aparcamiento preferencial.

Como dato, en Noruega el porcentaje de coches eléctricos vendidos en el año 2016 ronda el 20% con 26.240 coches matriculados, dato que permite soñar al país en llegar a una cuota del 50%, viéndose así cada vez más cerca del principal objetivo anunciado anteriormente, alcanzar una cuota de mercado del 100%.

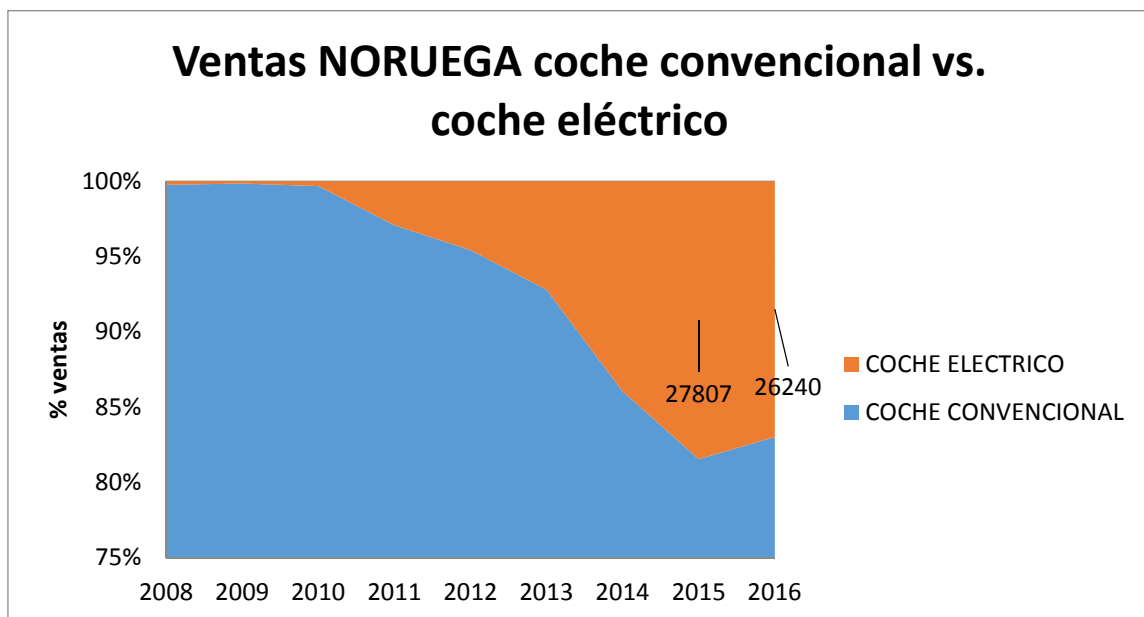


Fig. 6.1. Gráfico de área comparación ventas coches eléctricos y coches convencionales.

En la Fig.6.1 se puede comprobar cómo año tras año la diferencia ha ido disminuyendo de forma progresiva. Es cierto que la gran cantidad de ayudas ha favorecido a ello. Pese a todo, se teme que la retirada de ayudas haga descender el número de ventas y no se consiga dicho porcentaje planteado anteriormente.

Para que se valore de mejor forma el mercado eléctrico en Noruega, la comparativa con Dinamarca (Fig.6.2), por proximidad, se considera que es un buen ejemplo para medir el estado de uno y otro país.

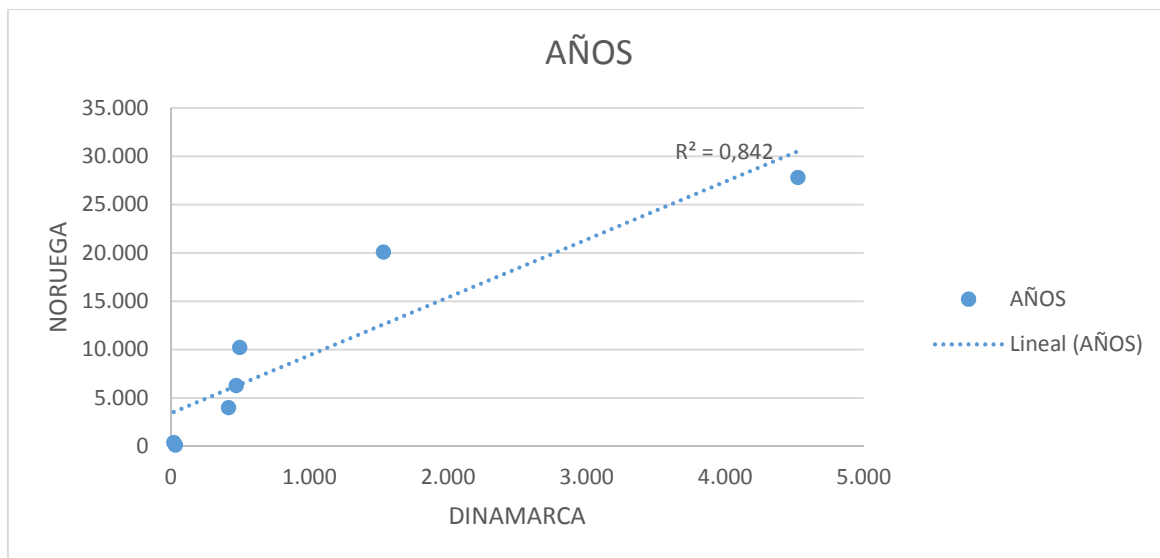


Fig. 6.2. Gráfico correlación entre Noruega y Dinamarca.

La diferencia es abismal, ya que Dinamarca no es capaz de reducir el porcentaje en un 2% mientras que en Noruega se roza o sobrepasa el 20% del total.

Como añadido, cabe destacar que el país nórdico es uno de los mayores productores de petróleo del continente europeo, eso provoca que se llegue a dudar de la total adaptación al vehículo eléctrico ya que se puede considerar una actitud hipócrita, el hecho de seguir manteniéndose como una potencia exportadora de petróleo y a la vez una potencia en el ámbito energético renovable.

Los años venideros determinarán hacia qué lado de la balanza cae el peso y el futuro del país.

6.3.4 Francia

Tras un estudio que a fecha de diciembre de 2.016 denotaban un exceso de polución, pese a ser uno de los países que más están progresando en el mercado del vehículo eléctrico, desde el gobierno francés han impulsado medidas para promover el coche eléctrico.

Se ayudará de forma general a aquel conductor que adquiriera un coche eléctrico con 6.000 euros con un límite porcentual del precio de compra. Se puede aumentar esta

cantidad en el caso que además de comprar un coche eléctrico, se deshaga de un vehículo diésel matriculado con fecha anterior a 1 de enero de 2.006. Dicha cifra, llamada como superbonus, se aumentaría con un máximo de 4.000 euros, con lo que se podría obtener un total de 10.000 euros.

Además de estas ayudas económicas, se permitirá pasar por los peajes de forma gratuita, acceso a zonas donde por culpa de la contaminación han sido cerradas, los presupuestos de 2017 también cuentan con ayudas para empresas que quieran adquirir este tipo de coche y la posibilidad de obtener un crédito para la obtención de un punto de carga para particulares.

Un hecho que se puede resumir en números, ya que observando el incremento porcentual año a año del país galo, se puede concluir que están realizando unos avances y un progreso envidiable para otros países.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CE	10	184	2.630	5.663	8.779	10.561	17.269	21.776
IP	-	1740%	1329%	115%	55%	20%	64%	26%

Tabla 6.1. Relación coches eléctricos vendidos y su incremento porcentual en Francia.

La Tabla 6.1 denota que se ha llevado a cabo una concienciación energética importante a partir de sus recursos. Pocos países tienen la capacidad de incrementar el número de ventas año tras año, sin tener un pequeño bajón en cuestión de descensos de ventas respecto al año anterior por algún motivo, véase Noruega, potencia europea que ha sufrido un ligero descenso en ventas a través de la retirada de facilidades por parte del gobierno pese a que se le sigue considerando el modelo a seguir por el resto del continente.

Eso da más importancia si cabe a que Francia consiga no descolgarse y aprovechar las subvenciones proporcionadas por el gobierno.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CE	68	16	144	1.828	2.555	5.464	8.381	12.097	11.489
IP	-	-76%	800%	1169%	40%	114%	53%	44%	-5%

Tabla 6.2. Relación coches eléctricos vendidos y su incremento porcentual en Alemania.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CE	1	73	568	443	921	1.035	1.422	2.061
IP	-	7200%	678%	-22%	108%	12%	37%	45%

Tabla 6.3. Relación coches eléctricos vendidos y su incremento porcentual en España.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CE	243	145	394	4.021	6.285	10.245	20.112	27.807	26.240
IP	-	-40%	172%	921%	56%	63%	96%	38%	-6%

Tabla 6.4. Relación coches eléctricos vendidos y su incremento porcentual en Noruega.

6.3.5 Alemania

Alemania se marca el objetivo de alcanzar el millón de vehículos eléctricos en circulación en 2020. Para ello se ha puesto en marcha un plan de ayuda hasta el 2020 con un presupuesto de 1.200 millones de euros, la mitad de los cuales los proporcionarían los fabricantes tras llegar a un acuerdo con los Ministerios de Medio Ambiente, Economía y Transporte.

El plan cuenta con ayudas de hasta 4.000 euros para los coches eléctricos siempre y cuando el precio del automóvil no supere los 60.000 euros. Dicho plan no tiene límite anual en cuanto a presupuesto, va en función de las solicitudes para las ayudas.

Además, otro objetivo es la instalación y puesta en funcionamiento de 15.000 zonas de recarga. Para ello, se dispone de 300 millones de euros, de los cuales están repartidos en 100 millones de euros para puntos de recarga normal y 200 millones de euros para zonas de recarga rápida.

Como se puede observar a continuación, tanto el país teutón como el territorio anglosajón, han progresado de forma considerable, de hecho realizando una correlación entre las ventas de cada uno se obtiene como resultado una tendencia lineal sin apenas desviaciones entre un dato y otro, eso demuestra que el progreso se ha llevado a cabo a la misma vez que el otro país, salvando las distancias de las cantidades.

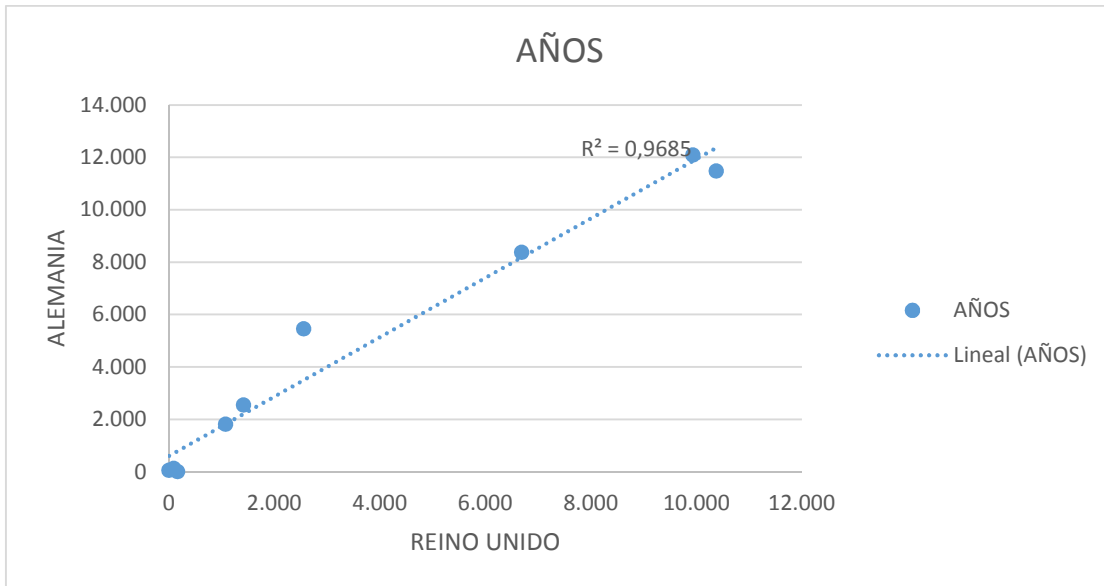


Fig. 6.3. Gráfico correlación entre Alemania y Reino Unido.

Más allá de que ambos países sean potencias mundiales económicas, el hecho de tener tal relación es favorable al hecho de que se van concienciando que es el camino del futuro, por donde hay que seguir.

Habrà que ver el efecto del Brexit en este campo, ya que puede desencadenar un descenso considerable en la venta de vehículos por el coste y las reticencias que se irán incorporando a medida que vaya cogiendo forma el proceso.

7. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para la producción del coche eléctrico se necesita más energía que para la fabricación del vehículo convencional, eso es debido a que se necesita un 70% más de energía para fabricar vehículos eléctricos con batería. Sobre todo por el sistema eléctrico y las baterías.

Además, su fabricación requiere alguna materia prima especial para los imanes que se usan en el motor y en las baterías. Éstas se consideran críticas, proceden mayormente de fuera de Europa y se duda de si con el aumento de producción del coche eléctrico hay suficiente en el planeta.

Respecto a las baterías de ión-litio, el litio no se considera propiamente crítico. En cambio, el cobalto, el níquel y el lantano en sus procesos de producción se consideran potencialmente contaminantes y dañinos para la salud.

La EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente) en el año 2016 recomienda a los fabricantes que se marquen el objetivo de establecer un sistema de reciclaje cerrado, desde la fabricación de las baterías hasta el reciclaje de estas mismas para un futuro uso.

En la Fig.7.1 se muestra un gráfico con las emisiones según el tipo de vehículo del que se trate y su sistema de alimentación.

Un reflejo de las emisiones podría ser el presentado por Renault a partir de su modelo eléctrico Renault Zoe, a partir de un gráfico de consumos (Fig.7.2) detallando el tipo de motor, consumo y emisiones.

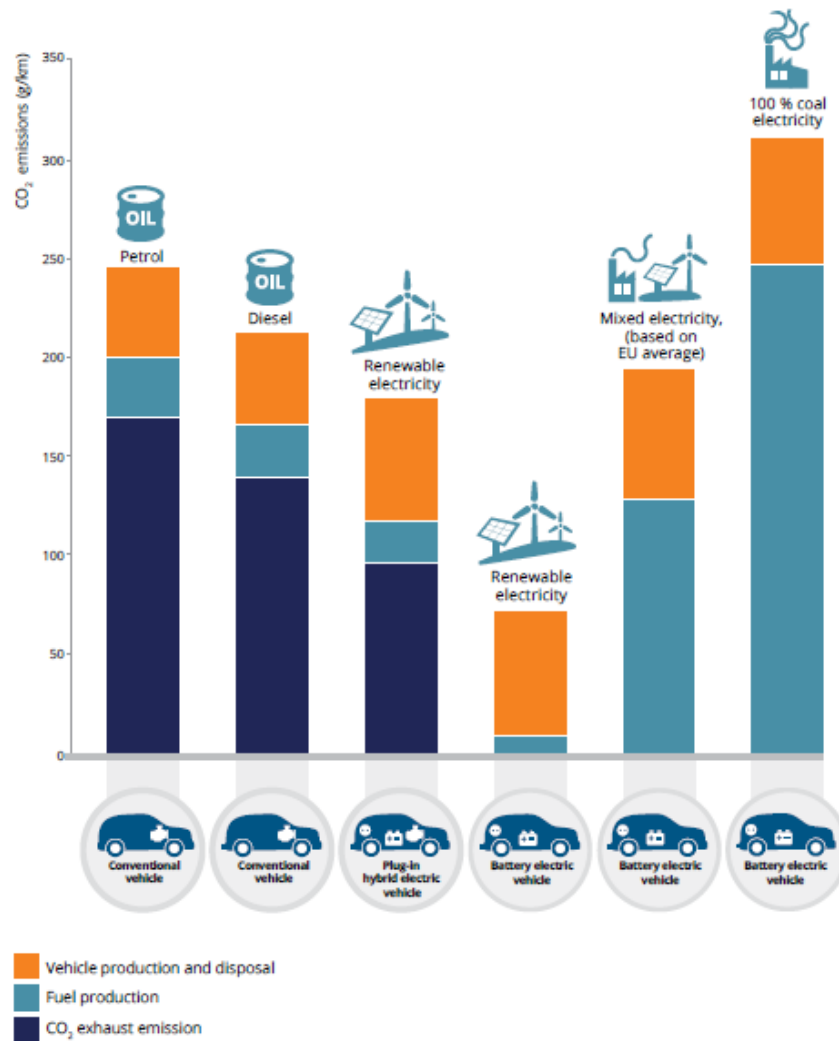


Fig. 7.1. Gráfico emisiones respecto los tipos de vehículos y su fuente de alimentación
(Fuente: Informe EEA, año 2016)

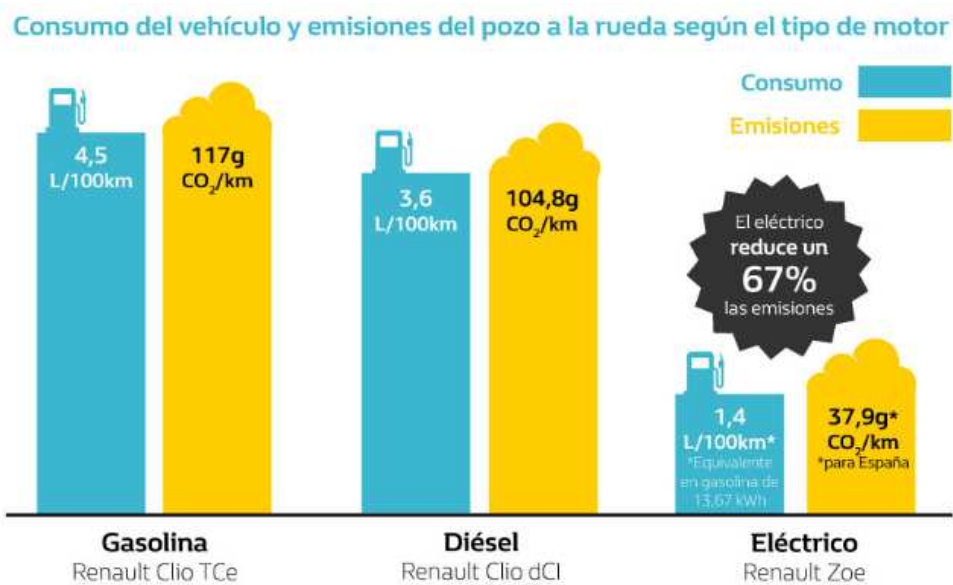


Fig. 7.2. Gráfico de emisiones (Fuente: Informe Corriente Eléctrica Renault)

8. ANALISIS ECONÓMICO DEL TRABAJO REALIZADO

Para llevar a cabo el estudio estadístico de forma exhaustiva, es necesario disponer de las fuentes y datos correctos y con un amplio espacio temporal para darle más fiabilidad al caso.

Se puede realizar el análisis para muestras específicas como una determinada marca de vehículo o para determinar el progreso de un país y así ver si es posible una evolución y mejora con por ejemplo ayudas y subvenciones al alcance del cliente o si no se ajustan lo suficiente a un futuro óptimo.

Para evaluar el coste, habría que tener en cuenta la licencia del software IBM SPSS Statistics, un programa estadístico para la realización de todos los cálculos, tanto varianza como el método a elegir ya que dentro del software dispone de los métodos en uso en este estudio. El coste del software y la licencia durante un año, más un paquete de diversos programas relacionados sale a un precio de 1.168,00 € sin IVA.

Más allá de la valoración del coste de materiales y herramientas, el resto del precio vendría de las horas a emplear y la tarifa que un autónomo o alguien afiliado a una empresa pueda tener. En este caso el sueldo base mensual de un titulado de grado medio es de 1.133,46 €, por tanto, el coste por hora (se cuentan 22 días laborables) es de 6,44 €/hora.

DETALLE	IMPORTE	CANTIDAD	MEDICIÓN	TOTAL
Licencia software IBM SPSS	1.168,00	1	UD	1.168,00
Salario mensual trabajador	1.133,46	12	MESES	13.601,52
				14.769,52

Tabla. 8.1. Resumen coste realización estudio.

En el caso de realizar un estudio de doce meses de duración, el coste mínimo asociado a dicho trabajo sería de 14.769,52 € (Tabla 8.1).

9. CONCLUSIONES

Deberíamos empezar por unas reflexiones previas a comentar los resultados del estudio.

Una vez se recolectaron los datos, pude observar como la apuesta por el vehículo eléctrico era inferior a mis expectativas, es cierto que nos llevamos cierta sorpresa al comprobar como de países que consideraba interesantes de analizar como los antiguos países de la unión soviética no aparecían datos por ningún lado.

Ante la dificultad de tratar ciertos países, nos decantamos por analizar una serie de ellos que por proximidad o por importancia proporcionaban la información necesaria para realizar un estudio válido.

Gracias a la realización del trabajo, hemos obtenido conocimientos respecto a las diferentes ayudas que hay en cada país, la filosofía con la que los países tratan un tema tan crítico como éste, se trata del futuro de nuestro planeta. Hay países como Noruega donde las ayudas proporcionadas por el gobierno se pueden considerar de carácter importante, y beneficiosas para que la gente se anime a adquirir un vehículo eléctrico. En cambio, España por ejemplo no acaba de potenciar las ayudas y eso hace que el progreso sea costoso y lento. Sin ir más lejos, ciertas organizaciones de carácter sostenible muestran malestar por los escasos recursos puestos a disposición de los conductores, ya que consideran que no son suficientes para obtener un desarrollo mínimo.

Para analizar los datos se necesitaron herramientas estadísticas para estudiarlos, de los explicados anteriormente, el método de las medias móviles nos permitía comprobar si los pronósticos se alcanzaban año a año pero no nos ofrecía la posibilidad de predecir datos por lo tanto sólo cumplía con una función de verificar. A ello, habría que añadir la necesidad de una muestra más continua en el tiempo, cosa que nos era imposible de conseguir para tener un mínimo de casos a contrastar.

En cambio, tanto el método del suavizado exponencial simple como el método exponencial de Holt eran dos sistemas válidos para una posible predicción de valores, pero que el error fuese inferior en el segundo método, ocasionó que nos decantáramos

por él, además de que el método de Holt cumplía los requisitos con los datos que teníamos porque se trataba de una función con tendencia, mientras que el método del suavizado exponencial simple es para casos estacionarios donde no existe tendencia.

También, dado que para Alemania se disponía de una muestra más alargada se ha realizado con éxito el estudio estadístico a partir del método exponencial de Winters, muy parecido al método exponencial de Holt pero con carácter multiplicativo. Dicho estudio se ha realizado para una periodicidad trimestral, con lo cual la muestra era más amplia, factor que facilita que los resultados obtenidos, si entran dentro de los varemos aceptados en cuanto al error, sean interesantes de analizar.

Respecto al error, partiendo de una muestra de corta longitud, se tomó como aceptable aquellos resultados que mostraban un error relativo inferior al 15%. Resulta que ha sido posible trabajar con cuatro de los 6 países a los que se ha realizado el estudio.

El caso especial es España, dado a la poca cantidad y a su gran inestabilidad ha sido complicado realizar el análisis. Con ello, hay que reflexionar sobre los aspectos comentados con anterioridad, replantearse si se está poniendo todo el esfuerzo necesario como para progresar y salir adelante con este tipo de vehículos.

Algunos peros a dejar en el aire, la necesidad de conseguir tanta energía tanto para la fabricación del coche (sistema, batería, etc...) como para su continuo uso, hay que recordar que las estaciones de carga necesitan entregar permanentemente electricidad para recargar las baterías, llevan a la cuestión de si es viable y no es tan contaminante como parece, porque una cosa es nutrirse a partir de fuentes renovables y otra es explotar otros tipos de fuentes indirectamente para llegar a la demanda energética mínima. Por eso, mucha gente se cuestiona si realmente el coche eléctrico es rentable y ecológico, energéticamente hablando.

Otro tema interesante podría ser proseguir con el trabajo realizado con carácter anual para contrastar que los datos previstos se cumplan o se acerquen lo máximo posible y si no se cumple, fijarse si aparece algún factor que frene la progresión, como por ejemplo alguna ley restrictiva o la disminución de la cuantía a percibir por adquirir un vehículo eléctrico. También puede darse el caso contrario, el hecho de mejorar la política o

mentalidad medioambiental puede provocar a aumentos en las ayudas y más facilidades.

Por ejemplo, anteriormente se ha comentado que Reino Unido podría verse afectado por el Brexit pero ya existen avances, en los anexos se refleja una noticia que hace referencia a una vía exclusiva para vehículos eléctricos entre dos poblaciones.

En definitiva, la realización del trabajo además de proporcionarme más conocimientos en el campo medioambiental y renovable, me ha ayudado a poder sacar conclusiones propias respecto a la aportación y el interés de cada país a alcanzar un espacio mejor y menos dañino.

10. BIBLIOGRAFIA

- [1] Muñoz Alamillos, Angel. Estadística para administración y dirección de empresas, *Ediciones Académicas*. España: 2010, p. 383-413.
- [2] AGENCIA EUROPEA DE MEDIOAMBIENTE. *Informe año 2016*. Dinamarca, 2016.
[<https://www.eea.europa.eu>, 22 de febrero de 2017].
- [3] MOVILIDAD ELECTRICA. *La exención del IVA en Noruega para los coches eléctricos se amplía hasta 2020*. Noviembre, 2011.
[<http://movilidadelctrica.co/iva-ej;ncion-del-iva-en-noruega-se-amplia-2020/>, 03 de enero de 2017].
- [4] EAFO. *Statistics*. Bruselas, 2017.
[<http://eafo.eu/statistics>, 24 de enero de 2017].
- [5] Arthur Nelsen. *Plans for an electric car charging point in every new home in Europe*, The Guardian. Reino Unido, 2016.
[<https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/oct/11/electric-car-charging-point-new-home-europe-renault>, 08 de marzo de 2017].
- [6] Emilio Salmoral. *El Reino Unido tendrá una carretera paracoches eléctricos*, Autobild. Madrid, 2016.
[<http://www.autobild.es/noticias/reino-unido-tendra-una-carretera-para-coches-electricos-301367>, 16 de enero de 2017].
- [7] Movea Plan. Madrid, 2016.
[<https://www.moveaplan.es>, 12 de enero de 2017].

Bibliografía complementaria

[1] ENDESA. *El vehículo eléctrico*. Madrid, 2011.

[<https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/beneficios>, 09 de enero de 2017].

[2] EVObsession.

[<https://evobsession.com/>, 24 de enero de 2017].

Esta web nos ha sido útil para realizar muchas consultas gracias a su fundador un galardonado en diversas temáticas sostenibles, Zach Shahan.

