



INTEGRACIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Autor: Arias-Salgado Rodríguez-Santana, Miguel.

Director: Trebolle Trebolle, David.

Entidad colaboradora: Instituto Universidad Pontificia Comillas - ICAI.

RESUMEN DEL PROYECTO

1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El principal reto del transporte en el siglo XXI es encontrar una nueva forma de propulsar los vehículos. Una forma que consiga reducir las emisiones de partículas contaminantes, reducir la dependencia energética y facilitar la integración de las energías renovables. De entre todas las opciones, el vehículo eléctrico se ha posicionado como la mejor solución a corto, medio y largo plazo. Tanto es así que, hoy en día, todos los fabricantes están desarrollando proyectos para sacar al mercado al menos un vehículo con estas características, estando ya algunos a la venta en los concesionarios. El vehículo eléctrico representa la primera revolución real del sector. No sólo cambia el tipo de energía primaria utilizada, sino que cambia el motor del vehículo abandonando el Ciclo Otto.

Dadas las expectativas de crecimiento del vehículo eléctrico, es necesario un análisis completo de la integración de estos vehículos en la red eléctrica; siendo el principal objetivo de este proyecto la realización de un análisis coste beneficio en función del tipo de recarga. Adicionalmente es importante analizar los perfiles de recarga obtenidos, determinando a partir de estos la necesidad, ó no, de controlar el tipo de recarga para conseguir una correcta integración en la red. Finalmente, y dado el fin medioambiental de estos vehículos, es importante estudiar la reducción de emisiones conseguida y los factores clave para esta reducción.



2. METODOLOGÍA

El primer objetivo de este proyecto consiste en la realización de un análisis coste beneficio en función del tipo de recarga. Para ello es necesario calcular el coste variable del vehículo eléctrico (coste de la electricidad consumida). Partiendo del precio horario de la generación de la electricidad durante el año 2010, modelaremos el uso y recarga del vehículo eléctrico con un programa de optimización matemática (GAMS). Este programa nos permitirá minimizar y maximizar el coste variable anual. Tras contabilizar los costes adicionales a la generación, procederemos a la realización del análisis coste beneficio. En el caso de la recarga pésima añadiremos el aumento de costes fijos del sistema al coste variable del vehículo. Además de este análisis, obtendremos cómo resultado de este modelo el perfil de recarga.

Para el estudio de la contaminación partiremos de los informes de emisiones de CO₂ realizados por REE (Red Eléctrica Española). Conocida la contaminación en función de la procedencia de la energía crearemos un modelo en Excel que estudie la contaminación en función del mix energético del país.

3. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

El vehículo eléctrico presenta grandes riesgos y grandes oportunidades. Centrando todos nuestros esfuerzos en conseguir una recarga óptima, aprovechando la red ya instalada y las horas valle de consumo, el vehículo eléctrico se rentabiliza en 178.210 km. Por el contrario, una recarga anárquica y no gestionada traerá consigo un gran aumento en la necesidad de potencia instalada y en los costes de la red. Esto se traduce en la necesidad de realizar 327.350km para rentabilizar este vehículo respecto a otro convencional. Por tanto, para conseguir una buena integración de esta tecnología es imprescindible el desarrollo de sistemas que permitan realizar una gestión por parte del comercializador, el transportista, el operador del sistema y el propio usuario.

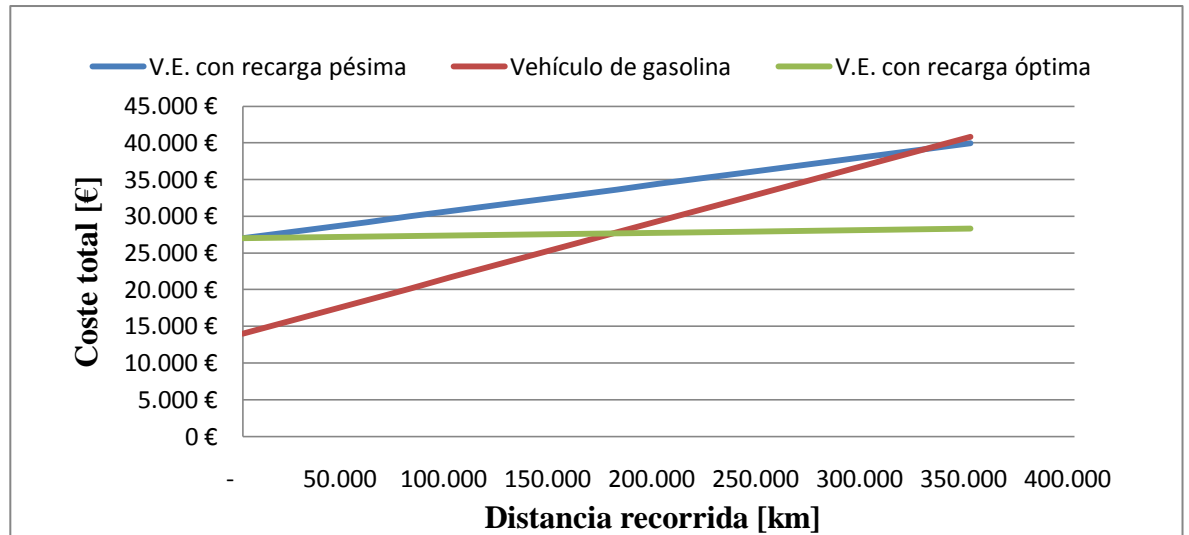


Figura 48. Rentabilidad del V.E. en función de la recarga (elaboración propia)

Existe la posibilidad de intentar restarle importancia a esta conclusión basándose en el hecho de que se ha comparado la mejor recarga con la peor, siendo esta última un caso muy pesimista. No obstante, estudiando el perfil de recarga pésima vemos que es el más plausible, pues el inicio de la recarga coinciden con el fin de la jornada laboral, momento en el que el usuario conecta el coche a la red. Esto genera un aumento de la demanda en la hora punta, resultado totalmente contrario a la recarga óptima que aprovecha las horas valle, aplanando así la curva de demanda con todas las ventajas que esto tiene en la operación de la red.

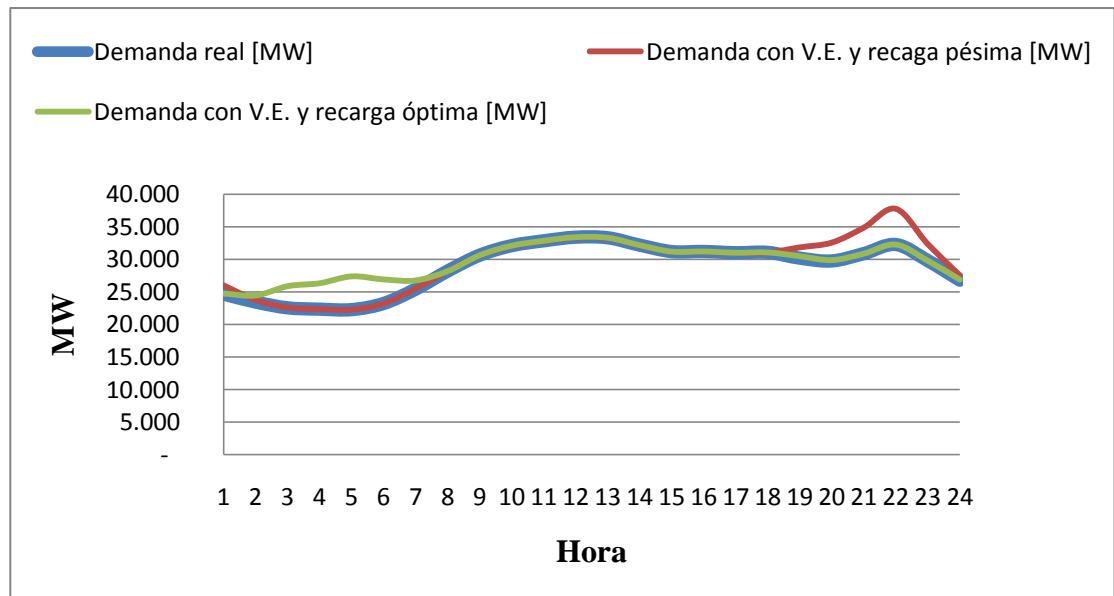


Figura 49. Incremento de la demanda con el V.E. (elaboración propia)

Con el vehículo eléctrico conseguimos reducir los grandes problemas del vehículo convencional. Abrimos la puerta a las energías renovables, alejándonos de los productos petrolíferos y reduciendo así nuestra gran dependencia energética y las emisiones de CO₂. Si bien el vehículo eléctrico consigue una nula emisión de partículas contaminantes durante su funcionamiento, la energía proveniente del enchufe sí ha emitido partículas contaminantes en su generación. En función de la procedencia de esa energía conseguiremos reducir en mayor medida los problemas del vehículo convencional, siendo entonces el mix energético del país el factor clave. En España la reducción de CO₂ es de hasta un 78%, mientras que en un país como China, basado en el carbón, es de sólo un 10%. La llegada del vehículo eléctrico permite acercarnos a fuentes de energía renovables, reducir la dependencia energética y las emisiones de CO₂, siempre que partamos de un mix energético sostenible.

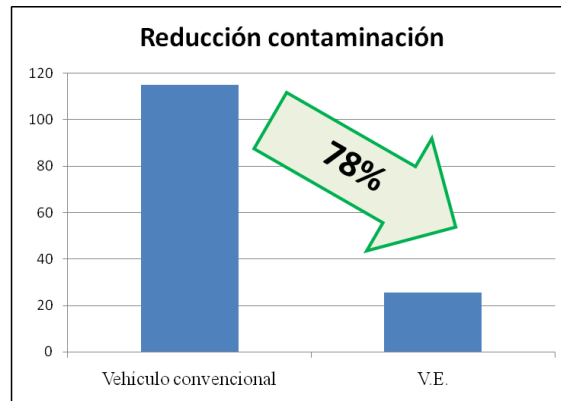


Figura18. Reducción de contaminación del V.E. en España (elaboración propia)

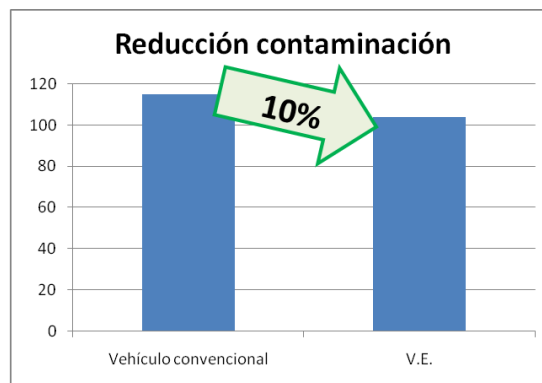


Figura 20. Reducción de contaminación del V.E. en China (elaboración propia)



INTEGRATION OF THE ELECTRIC VEHICLE IN THE ELECTRIC NETWORK SUPPLY

Author: Arias-Salgado Rodríguez-Santana, Miguel.

Director: Treballe Treballe, David.

Collaborating entity: Technological Research Institute (IIT) from Pontifical of Comillas University - ICAI.

Collaborating entity: Instituto Universidad Pontificia Comillas - ICAI.

SUMMARY

1. PROJECT MOTIVATION

The main challenge of the car industry on the XXI century is the discovery of a new way to move the vehicles. One way capable of reducing the pollution, reducing the energy dependency, and help to the integration of renewable energies. Although lots of new technologies exist, the electric vehicle has headed the change, and nowadays, is the best solution for short, mid, and long-term. Consequently, all manufacturers are developing at least one electric vehicle. It represents the first real revolution of the industry. Electric vehicles have changed the soul part of the car, the engine, abandoning the Otto Cycle.

Given the expectations of the electric vehicle, a complete analysis of the integration in the electric network supply, is absolutely necessary.

All in all, the “raison d’être” of this project is the analysis of the integration of the electric vehicle in the electric network supply. To study the importance of the charge, we will complete a cost-benefit analysis depending on the type of charge. We will also study the resulting charge profiles. Depending on these charge profiles we must decide the necessity of controlling the charge to achieve a correct integration of the electric vehicle in the electric system.



Finally, given the environmental purpose of the electric vehicle, it is important to analyze the pollution reduction achieved by the electric vehicle. Although the electric vehicle produces zero pollution during its use, the generation of the energy pollutes. Therefore, we will study the pollution of the electric car depending on the country's energy sources.

2. METHODOLOGY

The main objective of this project is the execution of a cost-benefit analysis depending on the type of charge. To achieve this target, we have to calculate the variable cost of the electric vehicle (the cost of the electricity). Given the price of the electricity, depending on the hour of the year, we will simulate an electric vehicle using the optimization program GAMS. This program will let us maximize and minimize the annual variable cost. As an exit of GAMS, we will also obtain the charge profiles of the electric vehicle.

The cost calculated with the GAMS model, only includes the generation cost. Therefore, we have to add an additional fixed cost of the energy. The electricity transport cost is a good example of these additional costs. After including these fixed costs, we will proceed to the execution of the cost-benefit analysis. In the worst charge, the increase of the power demand will generate extra-costs that must also be included.

For the pollution study, we will base on REE's analysis (Red Electrica Española). Using these reports, we will create an Excel's model able to study the pollution depending on the energy sources.



3. CONCLUSIONS AND RESULTS

The electric vehicle presents big risks and opportunities. Focusing all our effort in achieving an optimal charge, and using the electric network installed during the hours when there is a lower load; the electric vehicle is profitable in 178,210 km.

On the other hand, a non-controlled charge will lead us to an increase in the power installed capacity. Adding the increment of the energy cost at these hours, the electric vehicle must complete 327,350 km to be profitable in the worst charge's scenario.

In conclusion, to achieve a good integration of this technology, it is essential to develop systems which allow an intelligent management of the electric system by the electric companies, and consumers.

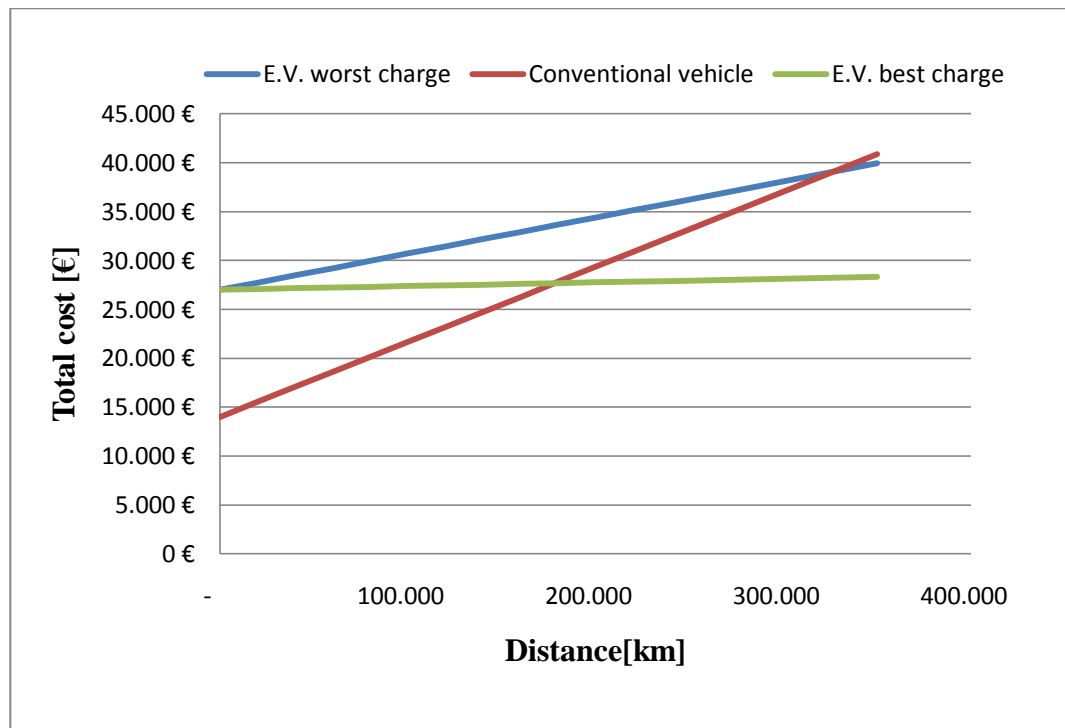


Illustration 48. E.V. profitability depending on the type of charge



The reader may have the temptation of not seeing the importance of this conclusion, taking into account the fact that we have compared the best charge with the worst one. However, studying the charge profile of both consumers, it is easy to see that the most probable is the worst charge. This worst charge starts at the end of the workday, when the consumer typically will connect the vehicle to the network. This will conclude to an increase of the demand during the rush hours. On the other hand, the optimal charge uses the hours when there is a lower load on the electricity distribution network; flattening the demand curve.

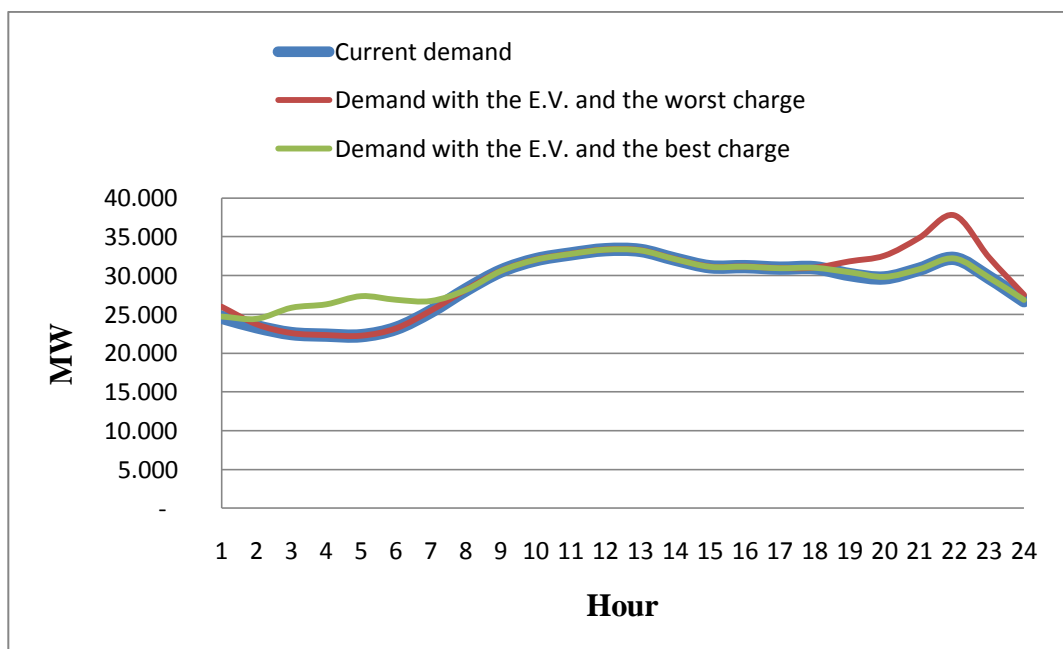


Illustration 49. Demand growing with the E.V.

With the electric vehicle, we are able to reduce the biggest problems of the conventional vehicle. We open the door to renewable energies, running away from petrol products. As a result, we reduce our energy dependence, and the CO₂ pollution. Although the electric vehicle produces zero pollution during the travel, the plug's energy has polluted during the generation. Depending on the energy sources of the country, we will be able to reduce, more or less, the pollution. In Spain the CO₂ reduction achieved is a 78% in compare to a conventional vehicle. However, in China, a country based on coal energy production, this reduction achieved is only of a 10%.



Therefore, the electric vehicle allows us to use renewable energies, to reduce our energy dependence, and to reduce the CO₂ pollution; but always with a sustainable energy supply.

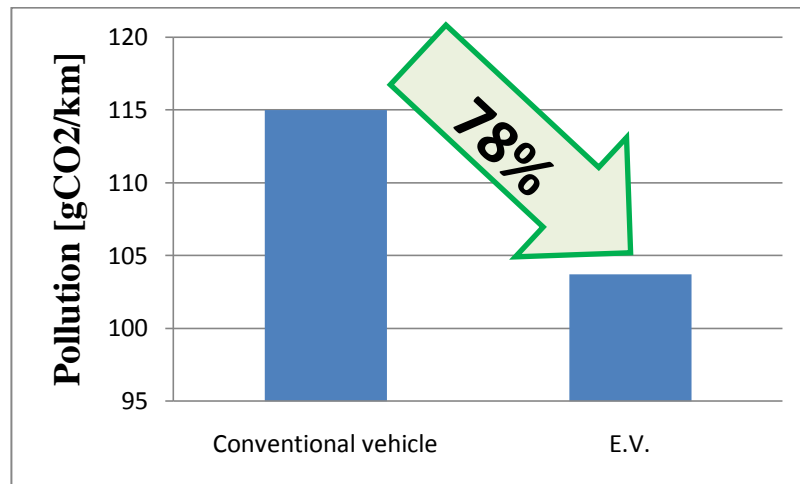


Illustration18. Pollution reduction of the E.V. in Spain

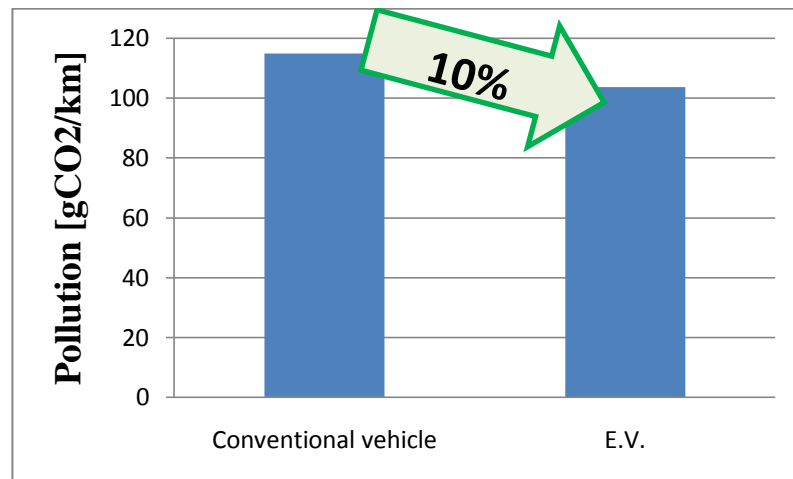


Illustration 20. Pollution reduction of the E.V. in China