



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Metodología para la instalación de puntos de carga para
vehículos eléctricos en la Comunidad Valenciana:
Aplicación a la CV-10 (autovía de la Plana)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

AUTOR/A: Salazar Gomez, Jessica Maria

Tutor/a: Villalba Sanchis, Ignacio

Cotutor/a externo: Ruiz Sánchez, Tomás

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025



Resumen

La adopción creciente del vehículo eléctrico en España plantea nuevos retos para la planificación de infraestructuras, especialmente en corredores interurbanos donde aún persisten vacíos de cobertura y limitaciones operativas. Este trabajo desarrolla una metodología para determinar el número y la ubicación más adecuada de estaciones de recarga, proponiendo instalaciones alineadas con la normativa europea (como los lineamientos establecidos en el Reglamento AFIR) e integrando criterios técnicos, territoriales, económicos e institucionales.

A partir del análisis normativo, la evolución del parque automotor y referencias internacionales, se definieron parámetros clave como la intensidad media diaria (IMD), el potencial de demanda y la viabilidad económica. La metodología se aplicó en la autovía CV-10, identificando una “zona blanca” con un posible punto de desarrollo en el municipio de La Salzedella, donde se propone rehabilitar una antigua estación de servicio como nuevo nodo de recarga rápida y ultrarrápida.

El estudio contempló, conforme al crecimiento histórico, distintos escenarios de penetración del vehículo eléctrico y varias alternativas técnicas de dimensionamiento, concluyendo que la opción más viable era la Opción B (CT 400 kVA, 300 kW), ejecutada de manera progresiva en fases. La evaluación económico-financiera, basada en un modelo de flujos de caja a diez años, confirmó la viabilidad del proyecto, con un punto de equilibrio alcanzado en el año 4, esto recurriendo a ayudas de financiación como el Plan MOVES III, que reducen significativamente la inversión inicial.

Como cierre, se analizaron los modelos de gestión de la infraestructura, comparando la gestión pública directa y el modelo mixto. Para el caso de La Salzedella, se concluyó que la colaboración público-privada es la alternativa más racional, al equilibrar riesgos financieros, acelerar la implantación y garantizar un servicio de calidad.

En conjunto, la propuesta no solo resuelve un vacío funcional en la red, sino que también demuestra cómo la reutilización de infraestructuras en desuso, apoyada en ayudas públicas y mecanismos de gestión adecuados, puede acelerar el despliegue de una red de recarga interurbana más eficiente, replicable y alineada con los objetivos nacionales de transición energética y movilidad sostenible.

Palabras clave: Movilidad eléctrica, Infraestructura de recarga, Corredores interurbanos, Vehículos eléctricos (BEV), Planificación territorial, Criterios técnicos, Modelo de gestión, Zona blanca, Sostenibilidad energética, CV-10, Estación de servicio, Electrolíneas, Gestión, Inversión, Viabilidad económica.

Abstract

The rapid uptake of electric vehicles (EVs) in Spain raises new challenges for infrastructure planning, particularly along interurban corridors where coverage gaps and operational constraints persist. This research develops a methodological framework to determine the optimal number and location of charging stations, ensuring alignment with European policy (notably the AFIR Regulation) while incorporating technical, territorial, economic, and institutional dimensions.

Drawing on regulatory analysis, fleet growth trends, and international benchmarks, the study defined key indicators such as Average Daily Traffic (ADT), projected demand, and financial viability. The framework was applied to the CV-10 highway, where a critical *white spot* was identified in La Salzadella. Here, the rehabilitation of a disused service station is proposed as a fast- and ultra-fast-charging hub.

Scenario modelling considered different levels of EV penetration and multiple design alternatives. The most suitable option was found to be **Option B** (400 kVA transformer, 300 kW installed), implemented progressively in two phases. A ten-year discounted cash flow analysis confirmed the project's feasibility, with breakeven achieved by year 4 when supported by funding instruments such as the **MOVES III Program**, which substantially lower upfront investment.

The study also compared governance models, concluding that a public-private partnership is the most effective approach for La Salzadella, as it balances financial risk, accelerates deployment, and ensures service quality.

In sum, the proposal not only addresses a strategic coverage gap but also illustrates how reusing existing assets, combined with public incentives and suitable management schemes, can accelerate the roll-out of a robust, replicable interurban charging network aligned with Spain's energy transition and sustainable mobility goals.

Keywords: Electric mobility, charging infrastructure, Interurban corridors, Battery electric vehicles (BEV), Territorial planning, Technical criteria, Governance models, Coverage gaps (*white spots*), Energy sustainability, CV-10 highway, Charging stations (*electrolineras*), Economic and financial feasibility

Contenido

1.	Introducción	1
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Objetivos	2
1.3.	Alcance	3
2.	Marco Teórico	4
2.1.	Movilidad sostenible y transición energética.....	4
2.2.	Evolución del mercado de vehículos eléctricos	5
2.3.	Infraestructura de recarga eléctrica:	7
2.3.1.	Definición y estructura básica	8
2.3.2.	Niveles de carga	8
2.3.3.	Tipo de conectores	9
2.4.	Normativa vigente en España en materia de movilidad eléctrica	10
2.5.	Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030	14
2.6.	Experiencias previas	16
2.6.1.	Actuaciones en Alemania.....	16
2.6.2.	Actuaciones en Países Bajos	20
2.6.3.	Actuaciones en Portugal	24
2.6.4.	Actuaciones en España.....	28
2.7.	Análisis comparativo y lecciones aprendidas	33
2.8.	Desafíos y tendencias en la gestión de redes de electrolineras	36
2.8.1.	Gestión conjunta público-privada.....	36
2.8.2.	Adaptación de la infraestructura a patrones de uso y demanda	37
2.8.3.	Coordinación interinstitucional	38
2.8.4.	Mantenimiento y actualización tecnológica de la infraestructura	39
3.	Factores y criterios - Metodología de implantación	41
3.1.	Priorización de Carreteras	42
3.2.	Infraestructura de carga eléctrica	43



3.3.	Evolución y proyección del parque automotor	45
3.3.1.	Evolución del parque de vehículos en España.....	45
3.3.2.	Proyección crecimiento parque automotor.....	48
3.3.3.	Proyección crecimiento de Vehículos eléctricos	50
3.4.	Criterios para la planificación de infraestructura de recarga	52
3.4.1.	Criterios de demanda	52
3.4.2.	Criterio de accesibilidad y distribución vial.....	54
3.4.3.	Criterios Técnicos	57
3.5.	Evaluación económica y de viabilidad financiera	61
3.6.	Consideraciones para la gestión y de operación de la red	62
3.6.1.	Rol de la administración pública.....	63
3.6.2.	Análisis de Modelos de gestión aplicables.....	63
4.	Propuesta de Actuación en la CV-10 de la Comunidad de Valencia	65
4.1.	Generalidades.....	65
4.2.	Intensidad Media Diaria (IMD)	67
4.3.	Cobertura y distribución vial estaciones de recarga	69
4.4.	Mejora en la cobertura del servicio de recarga	74
4.4.1.	Mejora de la potencia y tiempos de recarga	75
4.4.2.	Nueva estación de recarga - costado oriental	75
4.5.	Diseño técnico y viabilidad eléctrica estación de La Salzadella.	78
4.5.1.	Estimación de demanda específica y dimensionamiento de la estación 78	
4.5.2.	Escenarios operativos y alternativas de configuración.....	80
4.5.3.	Justificación de la elección	87
4.5.4.	Evaluación de la viabilidad económico-financiera	89
4.5.5.	Requisitos de implementación adicionales	92
4.5.6.	Gestión y operación de la red	103
5.	CONCLUSIONES.....	106
6.	RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	108



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	116

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Pirámide de la Movilidad Sostenible	4
Ilustración 2. Tipos de cargadores - Corriente Alterna	9
Ilustración 3. Resumen de Normativa Técnica Aplicable	12
Ilustración 4. Evolución de infraestructura de recarga en Nord Holland.	22
Ilustración 5. Evolución de ventas y parque automotor eléctrico en Portugal	25
Ilustración 6. Islas de carga rápida en Lisboa y puntos de carga en farolas.....	26
Ilustración 7. Estaciones de recarga en Cascaes	28
Ilustración 8. Mapa estudio red básica de recarga de vehículos eléctricos.....	29
Ilustración 9. Estaciones de recarga en la Comunidad Autónoma de Cataluña.	31
Ilustración 10. Evolución de puntos de recarga de vehículo eléctrico de acceso público en Navarra	33
Ilustración 11. Puntos de carga con potencias >45kW disponibles en la Comunidad de Valencia	44
Ilustración 12. Trazado de la Autovía CV-10 en el Contexto de la Red Viaria Local.....	66
Ilustración 13. Localización de la Infraestructura de Carga y Áreas de Servicio en la CV-10 (Radio 2km).....	72
Ilustración 14. Cobertura de las estaciones de recarga Existentes con Buffer de 50 km en la CV-10	73
Ilustración 15. Vista de la Estación Abandonada Propuesta en La Salzadella	76
Ilustración 16. Ficha catastral - Estación de servicio	77
Ilustración 17. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 1. Opción A	82
Ilustración 18. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 1. Opción B	84
Ilustración 19. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 2. Opción A	85
Ilustración 20. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 2. Opción B	87
Ilustración 21. Torre de media tensión próxima a la estación	93
Ilustración 22. Propuesta de adecuación de la estación en La Salzadella como punto de recarga rápida	95
Ilustración 23 Dimensiones señales de servicio Vertical y horizontal - S-105e y M-6.15	96



Índice de Tablas

Tabla 1. Nivel de relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS	15
Tabla 2. Resumen comparativo de casos	34
Tabla 3. Carreteras autonómicas con mayor tráfico acumulado anual en la Comunidad Valenciana (2023)	42
Tabla 4. Evolución del crecimiento del parque automotor vehicular en España	50
Tabla 5. IMD por tramos de conforme a la configuración	67
Tabla 6. Puntos de carga requeridos en cada escenario.....	68
Tabla 7 Cálculo de la IMD Promedio Ponderada de la CV-10 (2023)	70
Tabla 8 Estaciones de Recarga Existentes en el Corredor de la CV-10 (dentro del buffer de 2 km)	72
Tabla 9. Tiempos de recarga por tipo de carga	79
Tabla 10. Comparativa de costes entre Opción A y B (escenario moderado - 28,5%).	88
Tabla 11. Flujos de caja anuales y acumulados de la estación	90
Tabla 12. Trámites principales para la implementación de la estación de recarga en La Salzadella.....	102
Tabla 13. Trámites específicos para una instalación fotovoltaica	102



Índice de Gráficos

Gráfico 1. Evolución global de los últimos 5 años del parque de VE	5
Gráfico 2. Evolución de matriculación de nuevos BEV en España	6
Gráfico 3. Matriculación anual de vehículos en España por tipo de combustión	46
Gráfico 4. Evolución de matriculación de nuevos BEV en España	47
Gráfico 5. Matriculación de BEV por comunidad en 2023.....	48
Gráfico 6. Evolución del crecimiento del parque automotor en España.....	49
Gráfico 7. Estimación basada en datos históricos de matriculación de BEV (2015– 2023).....	51

1. Introducción

La transición hacia una movilidad más sostenible es uno de los ejes centrales en las agendas climáticas, energéticas y urbanas tanto a nivel europeo como nacional. Dentro de este proceso, la electrificación del transporte se ha posicionado como una de las principales herramientas para reducir emisiones contaminantes, mejorar la calidad del aire y disminuir la dependencia de combustibles fósiles. No obstante, su fortalecimiento no depende únicamente del desarrollo tecnológico de los vehículos eléctricos (VE), sino también de la existencia de una red de recarga accesible, eficiente y bien distribuida.

Mientras que en entornos urbanos los avances en infraestructura han sido más notorios, las zonas interurbanas siguen presentando desafíos importantes. La falta de puntos de recarga rápida en corredores regionales o nacionales, especialmente en zonas de baja densidad zonas rurales, limita la adopción del vehículo eléctrico para viajes de media y larga distancia, generando lo que se conoce como “zonas blancas” en la red de movilidad eléctrica.

En este marco, la Unión Europea ha fijado diferentes metas a través del Reglamento AFIR (2023/1804), que establece obligaciones mínimas de cobertura y potencia de recarga en las principales vías de transporte, mientras que en España el PNIEC 2023-2030 refuerza la necesidad de desplegar infraestructuras de recarga en todo el territorio. Estos marcos normativos sirven de base para desarrollar metodologías que permitan orientar la localización y el dimensionamiento de nuevas estaciones, especialmente en corredores interurbanos de carácter regional.

Este trabajo propone precisamente una metodología aplicada para la planificación estratégica de estaciones de recarga en entornos interurbanos, tomando como caso de estudio la autovía CV-10. A través de un análisis integral que combina criterios técnicos, territoriales, económicos e institucionales, se desarrolló un modelo de planificación replicable que permite: identificar zonas de déficit de cobertura, proyectar escenarios de demanda, formular y comparar alternativas técnicas de dimensionamiento, evaluar la viabilidad económico-financiera y analizar distintos modelos de gestión y operación.

La propuesta culmina con la selección del lugar más apropiada en el municipio de La Salzadella, donde se plantea la rehabilitación de una antigua estación de servicio en desuso para su conversión en nodo de recarga rápida y ultrarrápida. Este caso práctico

no solo permite validar la metodología, sino que demuestra cómo la reutilización de infraestructuras existentes, combinada con el acceso a ayudas públicas y esquemas de gestión adecuados, puede acelerar el despliegue de la movilidad eléctrica en zonas rurales e intermedias.

1.1. Planteamiento del problema

A pesar del elevado crecimiento del parque de vehículos eléctricos en los últimos años, la falta de infraestructura de recarga en el ámbito interurbano sigue siendo una de las principales barreras para su adopción masiva. Las carreteras secundarias, los tramos con baja intensidad de tráfico y las zonas rurales presentan una cobertura irregular, lo que genera a los usuarios la llamada “ansiedad de autonomía” que limita el uso de los vehículos eléctricos más allá de entornos metropolitanos.

Esta situación refleja la necesidad de una planificación territorial específica que permita anticiparse a la demanda futura y garantizar una red de recarga bien distribuida, funcional y económicamente viable. Sin embargo, las metodologías existentes se han centrado principalmente en el ámbito urbano o en los grandes corredores transeuropeos (TEN-T), dejando un vacío en la planificación adaptada a redes autonómicas o corredores regionales, que presentan características de tráfico y distribución territorial muy diferentes.

Por tanto, se plantea el desarrollo de una propuesta metodológica que permita seleccionar ubicaciones estratégicas para nuevas estaciones de recarga en entornos interurbanos, incorporando criterios técnicos (potencia, conectividad, accesibilidad), proyecciones de demanda, el marco normativo vigente y posibles modelos de gestión.}

1.2. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo general diseñar y aplicar una propuesta metodológica para la planificación de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en corredores interurbanos, que no solo sirva de apoyo a la toma de decisiones en materia de localización, características técnicas y modelo de gestión, sino que también permita evaluar la viabilidad técnica y económica de una estación de recarga en un caso práctico.

Para alcanzar este objetivo general, se han definido los siguientes objetivos específicos.

- Analizar los marcos normativos y referencias internacionales en materia de movilidad eléctrica y redes de recarga.
- Establecer criterios técnicos, espaciales y económicos para la priorización de ubicaciones en vías interurbanas.
- Aplicar la metodología propuesta en una vía representativa de la red de carreteras de titularidad de la Generalitat Valenciana.
- Proponer soluciones técnicas y de gestión, identificando la ubicación más adecuada para un nuevo punto de recarga.
- Evaluar la viabilidad técnica, económico-financiera y de gestión de la alternativa seleccionada.

1.3. Alcance

El presente trabajo se centra en el análisis, diseño y aplicación de una metodología de planificación para estaciones de recarga rápida y ultrarrápida en entornos interurbanos. Aunque el caso práctico se desarrolla en un tramo específico de la autovía CV-10 (Comunidad Valenciana), el enfoque metodológico tiene un carácter replicable en otros corredores regionales con condiciones de tráfico y distribución territorial semejantes.

El análisis integra dimensiones técnicas (intensidad media diaria, potencia requerida, tipología de conectores), espaciales (cobertura, conectividad, accesibilidad), económicas (costes estimados de inversión y operación, programas de ayudas públicas disponibles) e institucionales (modelos de gestión y esquemas de gobernanza). No forman parte del alcance estudios detallados de impacto ambiental ni diseños de ingeniería civil, puesto que el objetivo principal es disponer de una herramienta estratégica que sirva de apoyo a la toma de decisiones en materia de planificación, localización y gestión de la infraestructura de recarga.

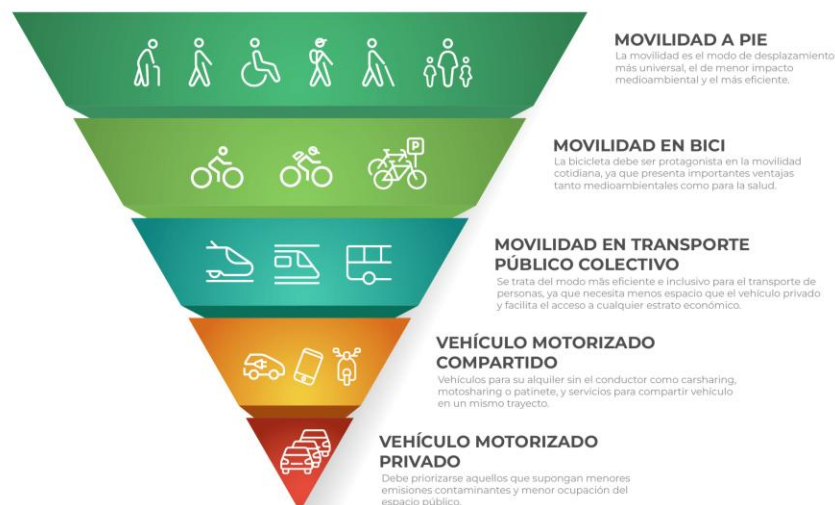
2. Marco Teórico

2.1. Movilidad sostenible y transición energética

Las Naciones Unidas han definido la movilidad sostenible como la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y mercancía, que impulsen el desarrollo económico y social de manera segura, asequible y eficiente, al tiempo que reduce el impacto ambiental y las emisiones de carbono. En este contexto, surge la necesidad de reducir la dependencia del vehículo privado y promover modos de transporte más amigables con el medio ambiente sin dejar de ser seguros para la población.

La pirámide de movilidad representa un marco conceptual que prioriza las formas de transporte más eficientes al tiempo que promueve el cuidado con el medio ambiente. En la cima de la pirámide se encuentra la movilidad activa que incluye todos los desplazamientos que se realizan a pie o en bicicleta, seguida por el transporte público, cuya eficiencia y accesibilidad es esencial para reducir la dependencia del vehículo privado, seguida por el transporte compartido incluido el vehículo eléctrico por su menor impacto al medio ambiente comparado con vehículos de combustión tradicional quienes por su alto impacto ambiental y social se ubican en la parte más baja de la pirámide de la movilidad.

Ilustración 1. Pirámide de la Movilidad Sostenible



Fuente: (Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible , 2023)

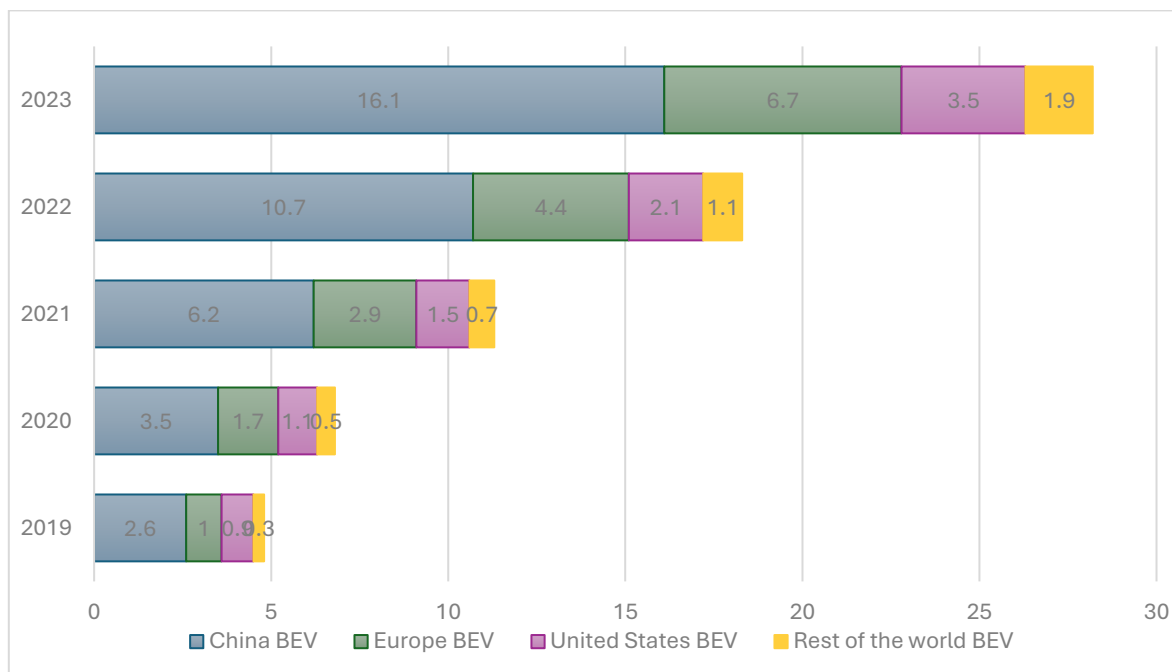
En este sentido, los vehículos eléctricos más allá de presentarse como una alternativa más sostenible del transporte privado y reducir la contaminación local, desempeña un

papel importante en la descarbonización del sector transporte, quien en la actualidad representa cerca del 25% de las emisiones globales de gases efecto invernadero. Al sustituir los vehículos de combustión interna por alternativas eléctricas, se reduce la dependencia de los combustibles fósiles, reduciendo de esta forma las emisiones de gases efecto invernadero. Sin embargo, para que esta transición se efectiva, será necesario mejorar la gestión del ciclo de vida de las baterías y expandir la red de infraestructura de carga de modo que se genere confianza a los usuarios que optan por el uso de vehículos eléctricos en sus desplazamientos de corta y larga distancia.

2.2. Evolución del mercado de vehículos eléctricos

En los últimos años, el mercado global de vehículos eléctricos (VE) ha experimentado un crecimiento sostenido impulsado por la innovación tecnológica, la conciencia ambiental y las políticas públicas orientadas a la descarbonización. Según el informe Global EV Outlook 2024 de la Agencia Internacional de Energía (IEA), el parque automotor eléctrico superó los 40 millones de unidades en 2023, frente a los 7 millones registrados en 2019. China lidera esta transformación con cerca del 50 % del total global, seguida por Europa y Estados Unidos.

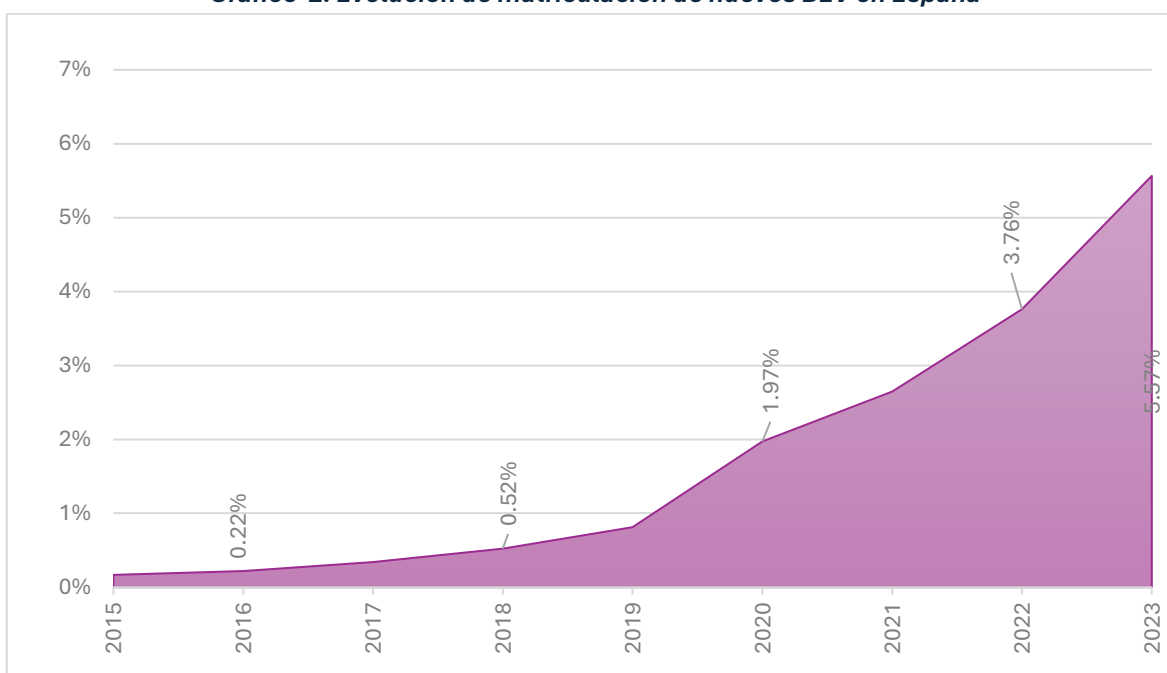
Gráfico 1. Evolución global de los últimos 5 años del parque de VE



Fuente: Elaboración propia a partir de informe "Global EV Outlook 2024" (International Energy Agency, 2024)

Dentro del contexto europeo, países como Noruega, Países Bajos, Suecia, Alemania y Francia alcanzan cifras de mercado de VE superiores al 20%, mientras que España en comparación avanza a un ritmo más moderado pero creciente. Según ANFAC (2023), en el último año las matriculaciones de vehículos eléctricos puros (BEV) crecieron un 72,4 % respecto al año anterior, alcanzando más de 60.000 unidades, lo que representó el 5,4 % del mercado nacional. Esta evolución marca un punto de inflexión en la transición hacia una movilidad más sostenible, aunque aún lejos de las metas establecidas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), que fija como objetivo superar los 5 millones de vehículos eléctricos en circulación para 2030.

Gráfico 2. Evolución de matriculación de nuevos BEV en España



Fuente: Elaboración propia a partir de Informes Anuales (ANFAC, 2017-2023)

El crecimiento de los vehículos eléctricos, sin embargo, plantea nuevos desafíos en términos de infraestructura. Uno de los principales obstáculos identificados para la adopción masiva de estos vehículos es la limitada cobertura de puntos de recarga, especialmente fuera de los grandes núcleos urbanos. A septiembre de 2024, España contaba con aproximadamente 37.800 puntos de carga de acceso público, concentrados principalmente en áreas metropolitanas como Madrid, Barcelona y Valencia, dejando así una brecha territorial en las zonas rurales e interurbanas con acceso limitado, alimentando la llamada “ansiedad por la autonomía”, es decir, el temor de los usuarios a quedarse sin batería durante trayectos de media o larga distancia.

La situación es especialmente compleja en carreteras secundarias y autonómicas, donde las estaciones de recarga son escasas, y muchas de las existentes ofrecen potencias por debajo de los 22 kW, para viajes interurbanos que requieren tiempos de carga más cortos. Esto pone en evidencia la necesidad de desplegar una red de infraestructura de recarga más homogénea, rápida y accesible, alineada con los objetivos europeos establecidos en el Reglamento AFIR (2023), que exige una cobertura mínima de puntos de carga cada 60 km en dirigido a carreteras de la red Transeuropea (TEN-T) y un ratio de un punto por cada 10 vehículos eléctricos.

En este contexto, el presente estudio busca aportar una metodología replicable para la planificación de estaciones de carga en vías interurbanas, tomando como caso de estudio la carretera CV-10 en la Comunidad Valenciana, con el fin de mejorar la conectividad energética, anticiparse al crecimiento del parque eléctrico y contribuir a una transición más equitativa y sostenible del sistema de movilidad regional.

2.3. Infraestructura de recarga eléctrica:

En el contexto de la transición energética y la descarbonización del transporte, el despliegue de una red de infraestructura de recarga sólida y bien distribuida representa uno de los pilares estratégicos para garantizar la adopción masiva del vehículo eléctrico. Más allá de la disponibilidad de vehículos, es la cobertura territorial, la interoperabilidad de los sistemas, y la velocidad de recarga lo que determinará el éxito de la movilidad eléctrica, especialmente en entornos interurbanos donde las distancias y la planificación del viaje cobran mayor relevancia.

La infraestructura de recarga no solo se compone de los puntos de carga propiamente dichos, sino también de sistemas de gestión energética, conectores compatibles con diversos modelos de vehículos, e incluso elementos físicos como señalización, accesibilidad y entornos de espera seguros. La diversidad tecnológica y normativa en este campo ha dado lugar a una amplia variedad de soluciones, desde instalaciones domésticas de baja potencia hasta hubs de recarga ultrarrápida en autopistas.

A continuación, se describen los principales componentes técnicos que configuran esta infraestructura, desde los niveles de carga y los modos de conexión hasta los distintos tipos de conectores y configuraciones habituales de estaciones de recarga.

2.3.1. Definición y estructura básica

Según el Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos, un punto de recarga es una interfaz —fija o móvil— que permite la transferencia de electricidad a un vehículo eléctrico. Aunque un mismo punto puede tener varios terminales o conectores, solo puede cargar un vehículo a la vez. La agrupación de varios puntos en una misma localización da origen a una estación de recarga o hub, más conocida como electrolinera, y puede ubicarse tanto en entornos urbanos como interurbanos, en espacios públicos o privados, como estaciones de servicio, aparcamientos, centros comerciales o áreas de descanso.

2.3.2. Niveles de carga

Para adaptarse a las diferentes necesidades de los usuarios, las electrolineras suelen estar equipadas con diferentes niveles y modos de carga. Para comprender mejor su funcionamiento, es clave diferenciar los niveles de carga, que se refieren a la potencia de suministro y por tanto a la velocidad de recarga, y los modos de Carga, que definen el método de conexión y las características de seguridad según la normativa internacional.

En cuanto a los Niveles de carga (clasificados según su potencia), se encuentra: la carga lenta (generalmente entre 3.7 - 7 kW), ideal para recargas nocturnas o de larga duración; la carga rápida (entre 7 - 50 kW para AC, o entre 50 -150 kW para DC) que reduce significativamente los tiempos de espera; y la carga ultrarrápida (más de 150 kW), diseñada para recargas en viajes largos.

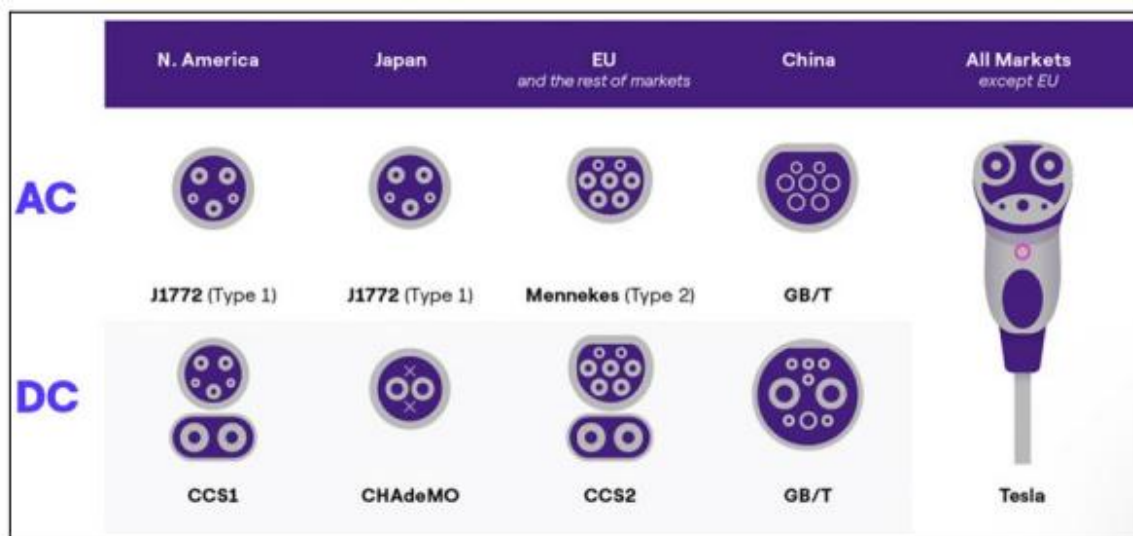
Por otro lado, los Modos de Carga (según la normativa IEC 61851-1) se refieren al tipo de conexión y las medidas de seguridad incorporadas:

- Modo 1: Carga AC sin comunicación ni protección activa. No se utiliza para la recarga de vehículos eléctricos modernos por razones de seguridad.
- Modo 2: Carga AC que incorpora un dispositivo de control y protección en el cable (IC-CPD). Se usa comúnmente con tomas de corriente domésticas.
- Modo 3: Carga AC a través de un punto de recarga dedicado (estación de carga o wallbox) con comunicación y control bidireccional.
- Modo 4: Carga de corriente continua (DC), donde la conversión de AC a DC se realiza en la propia estación de carga a alta potencia.

2.3.3. Tipo de conectores

De igual forma, para el correcto funcionamiento, la infraestructura de recarga debe ser compatible con los distintos tipos de conectores que se emplean actualmente, tanto en corriente alterna (AC) como en corriente continua (DC). La existencia de múltiples estándares, en lugar de uno universal, se debe a una combinación de factores tecnológicos, económicos, regulatorios y a la evolución temprana de la industria.

Ilustración 2. Tipos de cargadores - Corriente Alterna



Fuente: Tipos de conectores de carga - (UNECE , 2025)

- **Conectores para Corriente Alterna (AC)**

Estos conectores se utilizan principalmente para la carga lenta o semi-rápida, donde la conversión de corriente alterna a continua (la que usa la batería del coche) la hace el propio cargador interno del vehículo. Son los más comunes para la carga en casa o en muchos puntos públicos de uso diario.

- SAE J1772 (Tipo 1): Este conector es mayormente utilizado en Norteamérica y Japón. Es un enchufe monofásico de hasta 7.4 kW.
- Mennekes (Tipo 2 / IEC 62196): Conocido simplemente como "Tipo 2", este conector es el estándar en Europa. Permite carga monofásica y trifásica, hasta 43 kW.
- GB/T (AC): Este conector es el estándar oficial en China. Aunque puede parecer similar al Tipo 2, no son compatibles entre sí.

- **Conectores para Corriente Continua (DC) - Carga Rápida y Ultrarrápida**

Estos conectores permiten cargas de mayor velocidad, ya que suministran corriente continua directamente a la batería del vehículo. Son fundamentales para reducir los tiempos de espera y optimizar los viajes largos.

- CHAdeMO: Desarrollado en Japón. Permite carga rápida de hasta 100 kW. Utilizado en vehículos Nissan y Mitsubishi. Actualmente está en desuso progresivo en Europa
- Combined Charging System (CCS): El Sistema de Carga Combinado (CCS) es el estándar de mayor crecimiento y adopción en el mundo para la carga rápida.
 - CCS1 (Norteamérica): Combina la parte AC del conector SAE J1772 (Tipo 1) con los pines de DC. Es el conector más común para carga rápida en Norteamérica.
 - CCS2 (Europa y Global): Combina la parte AC del conector Mennekes (Tipo 2) con los pines de DC. Es el estándar en Europa

Ambas versiones de CCS pueden ofrecer potencias que van desde los 50 kW hasta más de 350 kW, lo que permite cargas muy rápidas.

- GB/T (DC): Como ocurre con los conectores AC, China tiene su propio estándar para la carga rápida con corriente continua, el GB/T (DC).

- **Conector Tesla (NACS - North American Charging Standard)**

Estos conectores, desarrollados por Tesla integra la carga AC y DC en un único puerto. Es el conector estándar dominante para sus vehículos en Norteamérica y su uso se está extendiendo a otras marcas en esa región. Sin embargo, en Europa Tesla se ha adapta a los estándares Tipo 2 y CCS2 en sus puntos de recarga.

2.4. Normativa vigente en España en materia de movilidad eléctrica

La instalación de una electrolinera en España, especialmente con integración fotovoltaica, está sujeta a un complejo y detallado marco normativo que garantiza la seguridad, la eficiencia y la interoperabilidad. El cumplimiento de estas regulaciones es fundamental para la viabilidad y legalización del proyecto.

El pilar fundamental es el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por el Real Decreto 842/2002, que establece las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de baja tensión. Dentro del REBT, la

Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT-52 es específica para "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos". Esta ITC, aprobada por el Real Decreto 1053/2014, tiene como objetivo principal garantizar la seguridad de las instalaciones y la protección de personas y bienes. La ITC BT-52 especifica requisitos técnicos detallados, incluyendo la ubicación segura y accesible de los puntos de recarga, la vigilancia y defensa contra contactos directos e indirectos, la señalización adecuada, y la obligatoriedad de una preinstalación de canalizaciones y elementos de soporte en aparcamientos nuevos o reformados. Además, el Real Decreto Ley 29/2021 refuerza la obligación de que todos los aparcamientos con más de 20 plazas deberán disponer con al menos una estación de recarga, y que a partir de 40 plazas, se exigirá un punto de carga adicional por cada 40 plazas o fracción. Para asegurar el cumplimiento, es imprescindible contar con la ayuda de un instalador autorizado que se encargue del estudio técnico, diseño, ejecución y puesta en marcha.

Más allá de la instalación física, la operación de la electrolinera se enmarca en el Real Decreto 647/2011, que regula la actividad de los "Gestores de cargas del sistema". Estos gestores, que pueden ser sociedades mercantiles de servicios de recarga, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para VE. Este decreto establece sus derechos y obligaciones, como la adquisición de la energía necesaria, la contratación y abono del peaje de acceso a la red, la información a los clientes sobre el origen de la energía y el fomento de un uso racional, así como el suministro de información a la Administración. Este aspecto normativo es crucial para la viabilidad comercial y operativa del proyecto, ya que define el marco en el que la electrolinera interactúa con el mercado eléctrico y los usuarios.

A nivel europeo, el Reglamento (UE) 2023/1804 (AFIR) establece un marco común para la implantación de una infraestructura de combustibles alternativos en la Unión Europea. Esta directiva define requisitos mínimos para la construcción de estaciones de carga, promoviendo la interoperabilidad y el acceso universal para todos los usuarios de VE. La interoperabilidad es un factor clave para la experiencia del usuario y la adopción de VE, y debe ser una consideración primordial en el diseño de la electrolinera.

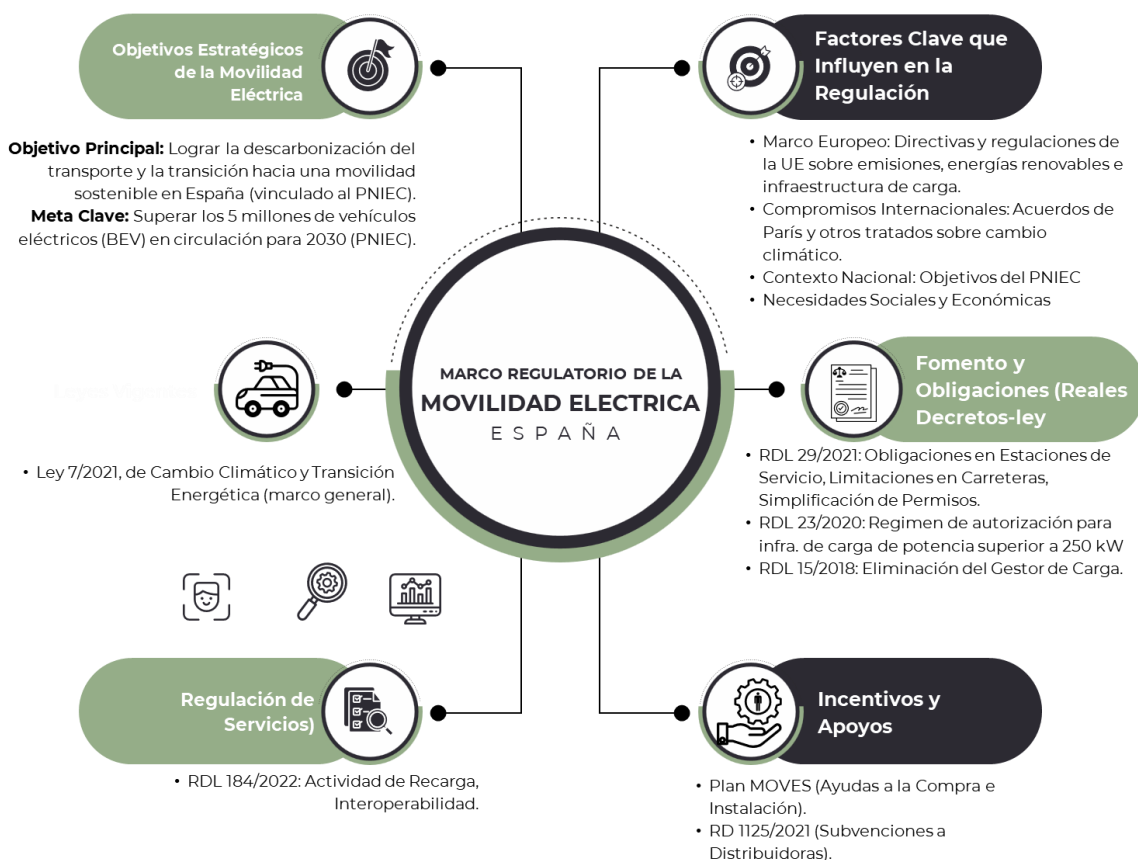
Para la integración de los paneles solares, el Real Decreto 244/2019 es la normativa fundamental que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica en España. Este decreto clasifica las modalidades de autoconsumo en "sin excedentes" (con mecanismo antivertido) y "con excedentes" (con posibilidad de inyectar energía a la red). Para las instalaciones con excedentes, se distingue entre las acogidas a compensación simplificada (para fuentes renovables, potencia total no superior a 100 kW, y contrato de compensación) y las no acogidas a compensación (donde los excedentes se venden en el mercado eléctrico). Este Real Decreto también permite la instalación de elementos de almacenamiento (baterías) y define el concepto de "instalaciones próximas" para autoconsumo colectivo. La posibilidad de compensación de excedentes o su venta al mercado es un factor económico determinante que influye directamente en la rentabilidad de la inversión fotovoltaica. La capacidad de monetizar la energía solar no consumida en la electrolinera transforma el sistema fotovoltaico de una medida de ahorro a una fuente de ingresos adicional.

La complejidad y el volumen de la normativa actual requieren una gestión experta y una planificación detallada. La necesidad de cumplir con todas estas directrices no solo garantiza la seguridad y eficiencia del proyecto, sino que también asegura su plena conformidad con las regulaciones nacionales y europeas. Esto implica que el diseño técnico debe ir más allá de los estándares básicos de seguridad eléctrica, abordando también los requisitos funcionales y de integración en el mercado. La interoperabilidad, por ejemplo, es fundamental para una experiencia de usuario positiva y una amplia accesibilidad, lo que a su vez favorece la escalabilidad futura del negocio.

Ilustración 3. Resumen de Normativa Técnica Aplicable

Nombre de la Regulación	Alcance/Propósito Clave	Requisitos Relevantes para Electrolineras/FV
REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión)	Marco fundamental para instalaciones eléctricas de baja tensión en España.	Seguridad general, requisitos técnicos para componentes eléctricos.

Nombre de la Regulación	Alcance/Propósito Clave	Requisitos Relevantes para Electrolineras/FV
ITC BT-52 (Infraestructura para la Recarga de VE)	Prescripciones específicas para instalaciones de recarga de vehículos eléctricos.	Ubicación segura y accesible, protecciones contra contactos directos/indirectos, sobrecargas y sobretensiones, señalización, preinstalación, instalador autorizado, 1 cargador por cada 40 plazas.
Real Decreto 1053/2014	Aprobación e implementación de la ITC BT-52.	Establece la obligatoriedad de la ITC BT-52.
Real Decreto Ley 29/2021	Medidas urgentes para la transición energética y movilidad eléctrica.	Refuerza la obligación de dotación de puntos de recarga en aparcamientos.
Real Decreto 647/2011	Regula la actividad de los gestores de cargas del sistema.	Derechos y obligaciones de las empresas que suministran energía para recarga (adquisición de energía, peajes, información a clientes).
Reglamento (UE) 2023/1804 (AFIR)	Marco común para la infraestructura de combustibles alternativos en la UE.	Requisitos mínimos para estaciones de carga, interoperabilidad y acceso público.
Real Decreto 244/2019 (Autoconsumo)	Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.	Modalidades de autoconsumo (con/sin excedentes), compensación simplificada de excedentes, integración de almacenamiento, definición de "instalaciones próximas".



Fuente: Elaboración propia

2.5. Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establecidos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, representan un plan de acción global para abordar de manera integral los grandes retos económicos, sociales y ambientales que enfrenta el planeta. Estos 17 objetivos buscan promover un modelo de desarrollo más equitativo, inclusivo y sostenible.

En este marco, la electrificación del parque automotor y el desarrollo de infraestructuras de recarga son elementos clave para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos avances contribuyen directamente al cumplimiento de diferentes metas planteadas en los ODS, impulsando un modelo de transporte más eficiente, menos contaminante y alineado con los principios de movilidad sostenible.

Particularmente, el presente proyecto guarda una relación alta con el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) al proponer una metodología para la expansión de la red de recarga para vehículos eléctricos en zonas interurbanas. Asimismo, mantiene una relación a menor escala con el ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante), el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 13 (Acción por el Clima).

La siguiente tabla detalla el grado de relación de este estudio con cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), identificando las áreas donde existe una contribución directa, indirecta o donde no procede.

Tabla 1. Nivel de relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.		✓		
ODS 4. Educación de calidad.			✓	
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.	✓			
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		✓		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	✓			
ODS 10. Reducción de las desigualdades			✓	
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	✓			
ODS 12. Producción y consumo responsables.		✓		
ODS 13. Acción por el clima.	✓			
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.			✓	
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.		✓		

Fuente: Elaboración propia

2.6. Experiencias previas

Con el objetivo de identificar lecciones aprendidas y mejores prácticas para el despliegue de la infraestructura de recarga en zonas interurbanas de España, se analizarán a continuación las experiencias de diversos países europeos referentes en movilidad sostenible. La elección de los casos se basa en el hecho de que, como miembros de la Unión Europea, sus políticas y estrategias de implementación están alineadas con los lineamientos generales establecidos por la Directiva sobre el despliegue de la infraestructura de combustibles alternativos (Directiva AFI).

2.6.1. Actuaciones en Alemania

Alemania se ha posicionado como uno de los líderes europeos en la adopción de vehículos eléctricos, con un crecimiento exponencial en los últimos años. Según datos de la Agencia Federal de Vehículos Motorizados (KBA), a principios de 2021 circulaban aproximadamente 309.000 vehículos eléctricos, cifra que incrementó en 2023 hasta alcanzar más de 1.013.000, superando en 2024 los 1,4 millones de vehículos. Este aumento representa un crecimiento de más del 78,1% en tan solo cuatro años (KBA, 2024). En respuesta a esta creciente demanda, el gobierno alemán ha establecido una de las redes de recarga más extensas de Europa. En marzo de 2024, el registro de carga de la Agencia Federal de Redes registraba 128.517 puntos de carga, de los cuales 25.291 estaban equipados con tecnología de carga rápida. Estos puntos se encuentran ubicados, principalmente en el centro y oeste del país, en las principales ciudades y a lo largo de las vías interurbanas con mayor tráfico vehicular. Con una capacidad de suministro simultáneo de hasta 4,52 GW de potencia de carga, Alemania busca asegurar que la infraestructura sea suficiente para la creciente flota de vehículos eléctricos en todo el territorio nacional (Bundesnetzagentur, 2024).

- **Baviera**

En la actualidad, Baviera cuenta con cerca de 14.500 estaciones con más de 26.130 puntos de recarga, de los cuales 5.345 son de carga rápida (tanto en áreas urbanas como rurales), ofreciendo en promedio una potencia nominal de 200 kW por dispositivo (Bundesnetzagentur, 2024). Esta potencia es especialmente relevante para facilitar la recarga de vehículos eléctricos durante viajes interurbanos.

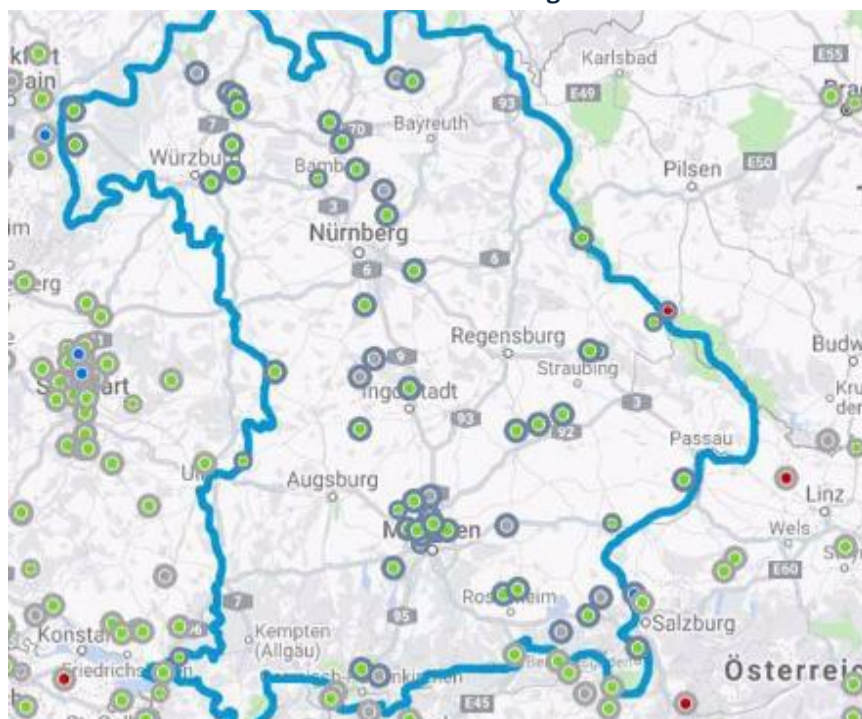
La experiencia del estado de Baviera en el despliegue de su infraestructura de recarga para vehículos eléctricos se basa en crear una cobertura de carga principalmente en

zonas interurbanas y rurales, enfocándose en reducir las llamadas “zonas blancas”, que son aquellas áreas que carecen de acceso a infraestructura de recarga o que se encuentran muy alejadas de zona urbanas. A través de programas como el Deutschlandnetz, se ha trabajado en la instalación de estaciones de carga en corredores interurbanos de gran tráfico y en áreas rurales.

En este sentido, uno de los criterios que tiene en cuenta para el despliegue de sus puntos de carga ha sido la ubicación en entornos de alto tráfico, además de su proximidad a estaciones de servicio tradicionales, situándolas a lo largo de las principales autopistas y rutas interurbanas para asegurar una fácil accesibilidad y aprovechando su cercanía a las infraestructuras de combustibles existentes para facilitar la transición hacia la movilidad eléctrica.

Adicionalmente el plan de despliegue se ha centrado en la instalación de puntos de carga rápida y ultrarrápida con capacidades que alcanzan hasta los 400 kW, permitiendo recargar hasta 400 km de autonomía en tan solo 15 minutos, un aspecto clave en trayectos de larga distancia en entornos interurbanos.

Ilustración 8. Estaciones de carga en Baviera



Fuente: (Bayer Innovati, s.f.)

El modelo de gestión adoptado en Baviera es híbrido, donde el gobierno regional lidera la planificación y provee incentivos, mientras que la ejecución, operación y

mantenimiento son responsabilidad de operadores privados mediante licitaciones. Esta colaboración ha acelerado la expansión de la red, beneficiándose de subvenciones y exenciones fiscales dirigidas a incentivar la inversión del sector privado.

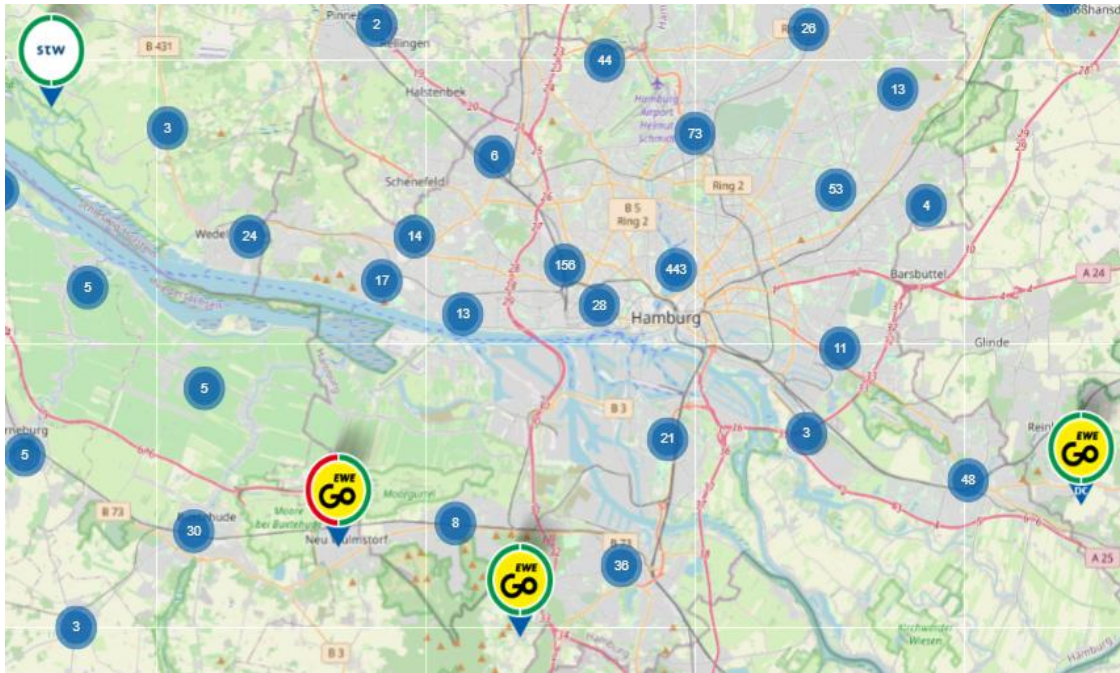
- **Hamburgo**

Hamburgo se ha consolidado como una de las ciudades alemanas referentes en movilidad eléctrica, con un parque automotor que supera los 30.000 vehículos eléctricos y más de 2.700 puntos de recarga (Bundesnetzagentur, 2024). En este contexto la ciudad ha adoptado una estrategia de gestión principalmente pública de su red de puntos de recarga, con la empresa pública HenW Mobil liderando el despliegue de la infraestructura. Este modelo no solo abarca estaciones de recarga para vehículos particulares, sino que también incluye la electrificación de la flota pública, con estaciones de carga dirigidas específicamente a autobuses eléctricos.

El modelo de gestión pública ha permitido un desarrollo planificado y estructurado de la red por parte de la administración local, sin embargo, la ciudad ha venido integrando paulatinamente la colaboración con empresas privadas, especialmente a través de licitaciones para proyectos específicos, lo que ha permitido, una expansión de la infraestructura de carga de forma más rápida permitiendo que Hamburgo cubra tanto las necesidades actuales como los retos futuros en términos de movilidad eléctrica.

Hamburgo se ha establecido la meta de alcanzar 5.000 puntos de recarga en funcionamiento para 2030 por lo que, para su despliegue, ha establecido como uno de sus criterios más relevantes la ubicación de las estaciones, priorizando vías con mayor tráfico vehicular y zonas clave para la movilidad de los usuarios. Dentro de sus requisitos está la integración de energías renovables en su red de recarga, fomentando de esta forma, no solo una movilidad más limpia, sino, de forma implícita reduce la dependencia de combustibles fósiles.

Il·lustració 9. Estacions de carga en Hamburgo



Fuente: (Hamburger Energiewerke, s.f.)

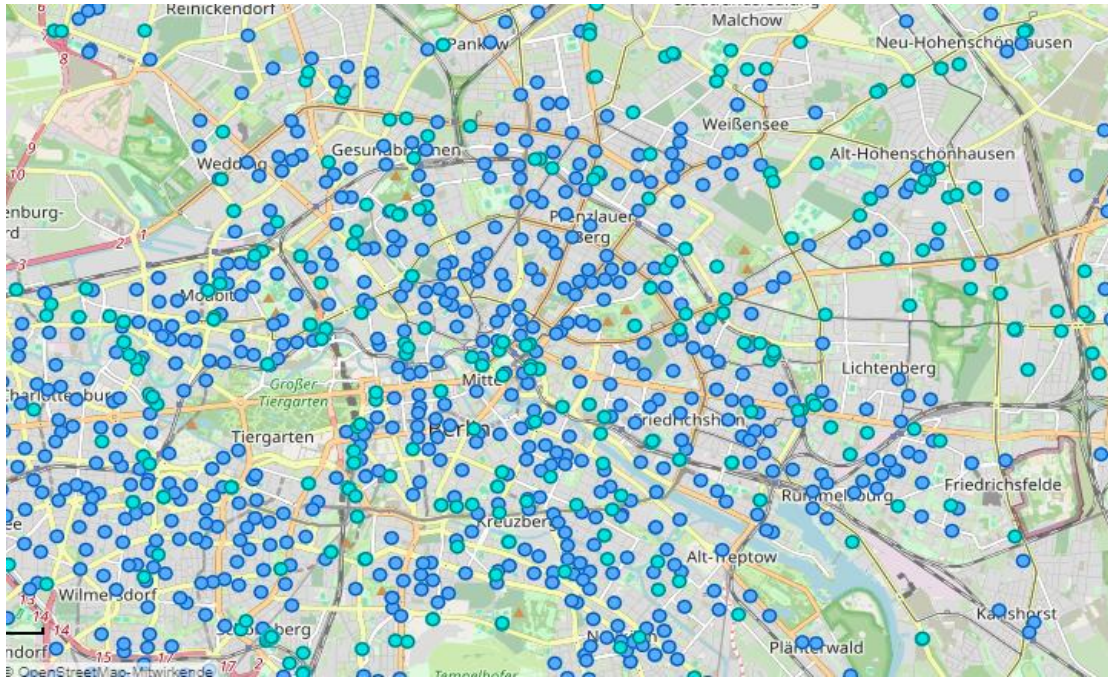
Como complemento a la infraestructura de recarga para vehículos ligeros y el transporte público, la administración ha impulsado el desarrollo de cargadores de muy alta potencia con capacidades de hasta cinco megavatios (5 MW), dirigido principalmente a vehículos eléctricos pesados.

Este modelo híbrido de gestión pública y colaboración público-privada ha permitido a Hamburgo el despliegue más eficiente de la infraestructura de carga lo que ha llevado a expandir su modelo no solo en áreas urbanas sino en áreas interurbanas y rurales de la región, por medio de programas como Deutschlandnetz.

- **Berlín**

Berlín se ha posicionado como una de las principales ciudades en Alemania en cuanto a movilidad eléctrica, con más de 35.815 vehículos eléctricos en circulación y más de 4.700 puntos de carga de acceso público en funcionamiento, de los cuales más de 2.500 estaban ubicados en vías y plazas públicas. (für, s.f.)

Ilustración 10. Estaciones de carga en Berlín



Fuente: (Bayer Innovati, s.f.)

A diferencia de otras ciudades alemanas, Berlín ha apostado por un enfoque de gestión híbrida, donde el gobierno local lidera la planificación y supervisión de la infraestructura, pero también abre espacio para la participación de empresas privadas, quienes se encargan de la instalación, operación y mantenimiento de los puntos de recarga.

Al igual que Hamburgo, uno de los criterios en la planificación de la infraestructura ha sido la ubicación de las estaciones, donde se ha optado por priorizar áreas con alto tráfico vehicular y zonas comerciales y residenciales. Además, la ciudad se ha centrado en impulsar la interoperabilidad entre estaciones y vehículos para garantizar que las estaciones sean compatibles con el mayor número de vehículos del mercado, y la integración de energías renovables en sus estaciones.

2.6.2. Actuaciones en Países Bajos

Con un 53% de su población utilizando vehículos sostenibles como la bicicleta y una de las redes ferroviarias más densas del mundo, Países Bajos se ha consolidado como uno de los países líderes en sostenibilidad y descarbonización del transporte a nivel mundial. Por tanto, los retos que afronta el país en términos de movilidad son: la

transición energética del consumo de combustibles fósiles hacia los alternativos (eléctricos e hidrógeno), y mejoras en la micromovilidad en general

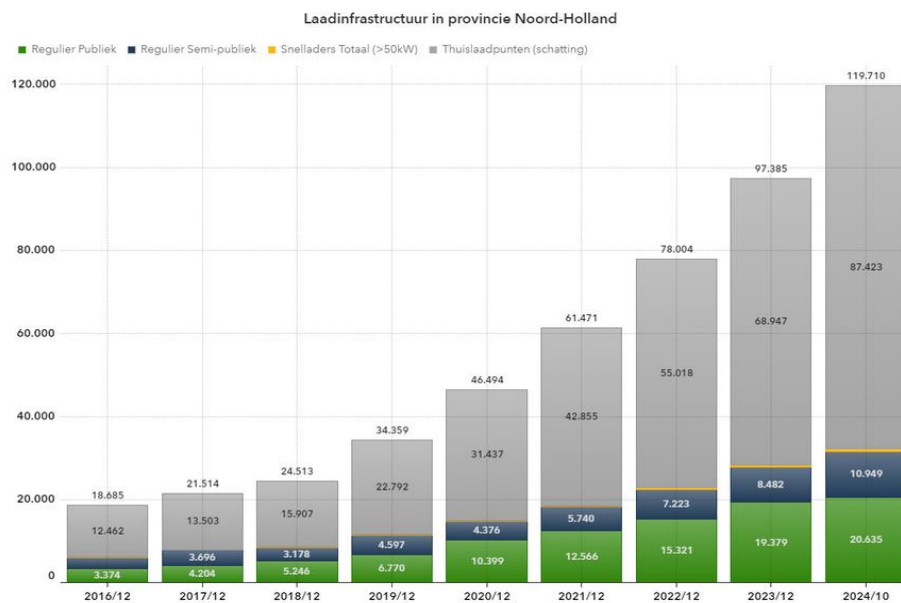
En la actualidad, Países Bajos cuenta con una de las redes de carga de vehículo más densas de Europa y es líder Europeo en conducción eléctrica, a finales de 2023 se registraban más de 1.030.000 vehículos en el territorio neerlandés impulsados bajo combustibles alternativos, de los cuales 720.804 eran eléctricos. En cuanto a infraestructura de recarga, se registran 793.350 puntos de recarga, de estos, el 78% pertenecen a recarga en hogares, el 14% a recarga pública, el 8% a recarga semipública y menos del 1% cargadores rápidos. (Noord Holland, 2024)

La gestión de la electromovilidad a nivel nacional destaca por la participación del Gobierno, las empresas y las universidades, quienes trabajan articuladamente para resolver los retos que plantea este sector. Una de las estrategias es el impulso de nuevas tecnologías mediante proyectos de asociación. Uno de ellos, es *Metropolitan Region Amsterdam Electric (MRA-E)*, un proyecto de colaboración entre los Gobiernos de Flevoland, Nord-Holland y Utrecht, que trabajan en conjunto para promover el transporte eléctrico y realizar una red de puntos de recarga públicos densa en el noroeste del país.

- **Holanda Septentrional**

La provincia de Holanda Septentrional con una superficie de 2.665 km² y una población de 2.974.487 habitantes en 2024 (Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos, 2024), se ha consolidado como una de las regiones con mayor penetración de vehículos eléctricos en los Países Bajos, gracias a un modelo de despliegue técnicamente avanzado donde bajo una estrategia híbrida, los municipios son responsables de la planificación y ubicación de los puntos de recarga, mientras que la instalación, operación y mantenimiento se delegan a operadores privados mediante concesiones.

Ilustración 4. Evolución de infraestructura de recarga en Nord Holland.



Fuente: Extraído del informe del progreso 2024 - Agenda Nacional de Infraestructura de recarga (NAL, 2024)

A diferencia de otros lugares, esta provincia ha desarrollado el “derecho al cargador” (*right to charge*), donde los propietarios de vehículos eléctricos pueden solicitar la instalación de estaciones de recarga públicas a menos de 250 metros de su domicilio. Sin embargo, para la selección de zonas de instalación se debe cumplir con criterios técnicos mínimos como la capacidad de conexión a la red eléctrica, la cercanía a zonas con alta densidad de vehículos eléctricos, la disponibilidad de espacio público y la accesibilidad para todos los usuarios.

En paralelo, la provincia ha apostado por el uso de carga inteligente (*smart charging*), que permite que los puntos de recarga se comuniquen con la red eléctrica para ajustar automáticamente la potencia y el horario de carga según la disponibilidad de energía renovable, la demanda de la red o los precios de la electricidad.

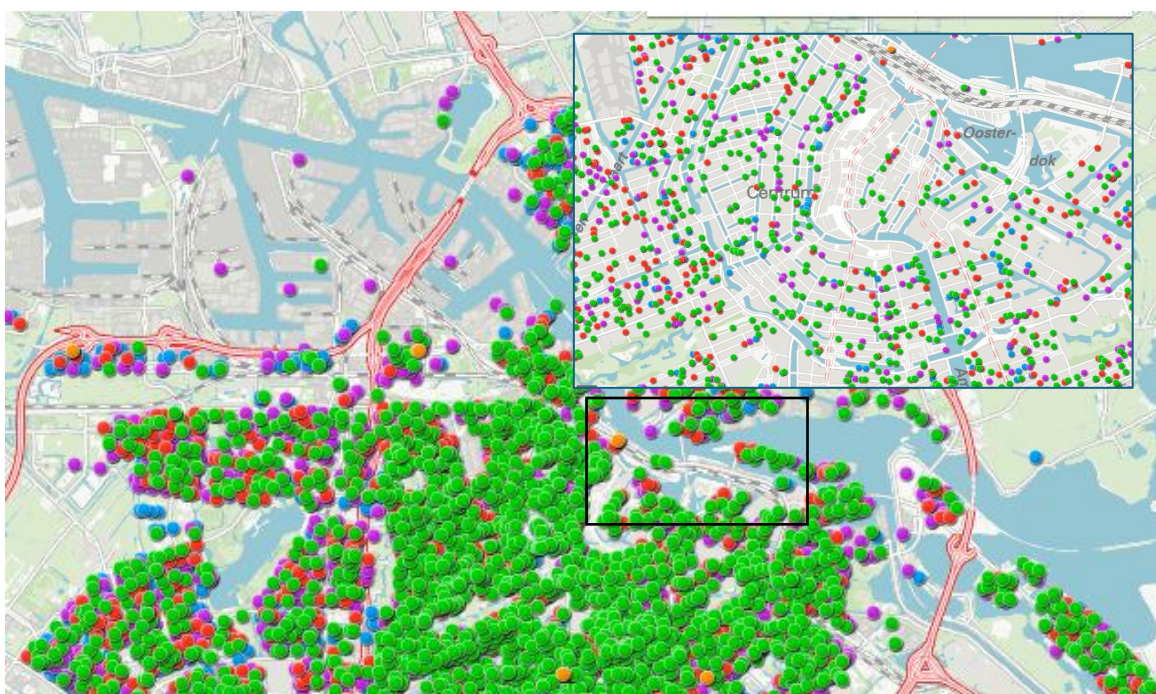
Además de estos aspectos técnicos, la provincia ha aplicado medidas normativas que obligan a instalar puntos de recarga en edificios no residenciales con más de 10 plazas de aparcamiento desde enero de 2024, extendiéndose esta obligación a edificios con más de 20 plazas a partir de 2025.

- **Ámsterdam**

Ámsterdam se ha consolidado como un centro clave de la movilidad eléctrica en Países Bajos, con una infraestructura pública de más de 13 400 puntos de recarga (NAL, 2024). La ciudad opera bajo un modelo de gestión híbrido, donde el Ayuntamiento lidera la planificación y supervisión del despliegue, mientras que empresas privadas como Vattenfall, EVBox y TotalEnergies se encargan de la instalación, operación y mantenimiento de los puntos de carga, tras procesos de licitación pública.

Al igual que en la provincia de Holanda Septentrional, Ámsterdam ha adoptado un enfoque de planificación basado en la demanda, a través del mecanismo “right to charge”, donde permite a cualquier residente que no cuente con plaza de aparcamiento privada solicitar la instalación de un punto de recarga público a menos de 250 metros de su domicilio.

Ilustración 12. Estaciones de carga en Ámsterdam



Fuente: (Gemeente Amsterdam, 2024)

Al mismo tiempo, Ámsterdam ha apostado por incorporar tecnologías que permitan una gestión más inteligente y sostenible de la recarga. En este sentido, la ciudad se ha destacado por ser una de las primeras en Europa en desarrollar un programa de *Smart charging* a gran escala, con el objetivo de gestionar más de 3 000 puntos de recarga mediante un sistema que ajusta automáticamente la velocidad y el momento de la carga según la disponibilidad de energías renovables, el estado de la red eléctrica y las

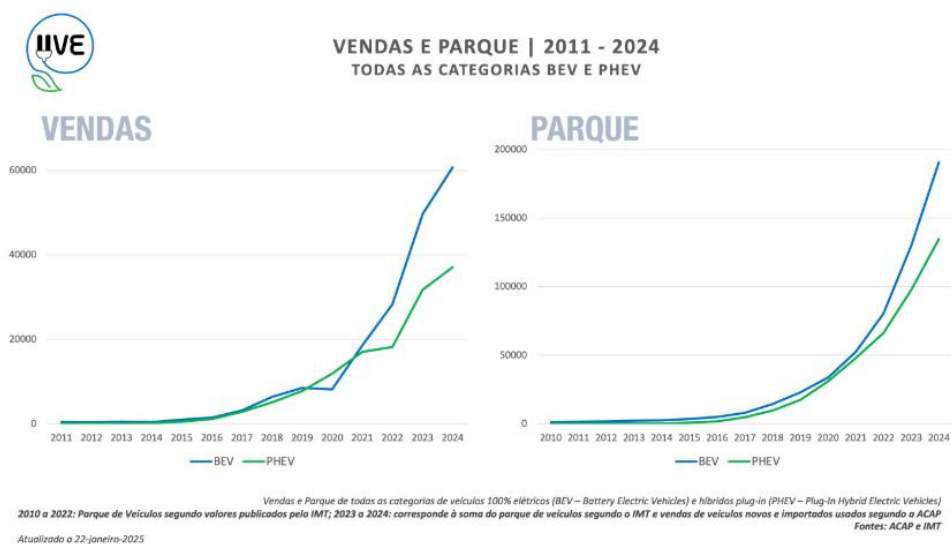
variaciones en los precios de la electricidad. Además, este sistema contempla incentivos para los usuarios que optan por recargar en horas de menor demanda, lo que favorece un uso más eficiente de la infraestructura y contribuye a reducir la presión sobre el sistema eléctrico.

Como parte de su estrategia para mejorar la cobertura interurbana, Ámsterdam ha iniciado un proceso de adecuación de antiguas estaciones de servicio en desuso, en electrolineras de alta capacidad. Esta iniciativa ha permitido aprovechar ubicaciones previamente destinadas al suministro de combustibles fósiles, muchas de ellas situadas en corredores de alto tráfico, para ampliar la red de cobertura del servicio de recarga. Para esto, la administración local ha definido una serie de criterios técnicos, entre los que destacan la proximidad a zonas densamente pobladas, la accesibilidad desde arterias principales, la disponibilidad de espacio físico para la instalación de múltiples cargadores y la demanda estimada en función del crecimiento del parque vehicular eléctrico.

2.6.3. Actuaciones en Portugal

A pesar de no ser un líder europeo en movilidad sostenible, Portugal ha mostrado un crecimiento constante en la adopción de vehículos eléctricos, lo que ha motivado el desarrollo de su infraestructura de recarga. En 2024, el número de vehículos eléctricos en circulación alcanzó los 190.000, un aumento del 46,74% respecto a los casi 130.000 vehículos registrados el año anterior (UVE – Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos, 2025). Este crecimiento ha estado acompañado del fortalecimiento de su infraestructura de recarga, centrada en la red nacional **Mobi.E**, un sistema público que opera bajo principios de acceso universal y neutralidad tecnológica.

Ilustración 5. Evolución de ventas y parque automotor eléctrico en Portugal



Fuente: Extraído de artículo de Parque de vehículos eléctricos en Portugal | Evolución hasta 2024 (UVE – Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos, 2025)

La red Mobi.E cuenta con más de 4.815 postes y 10.208 enchufes distribuidos en más de 1.695 estaciones, de las cuales cerca del 36 % corresponde a puntos de carga rápida o ultrarrápida. Uno de los elementos claves en el modelo portugués es su compromiso con la interoperabilidad total, lo que permite a los usuarios acceder a cualquier estación del sistema mediante una sola tarjeta, sin importar el operador o la ubicación geográfica, incluyendo las regiones autónomas.

En cuanto a la planificación de la red interurbana, Portugal ha priorizado la cobertura de los corredores de mayor tráfico, en especial a lo largo de las principales autopistas nacionales. Para ello, se han considerado criterios técnicos como la capacidad de la red eléctrica, la proximidad a infraestructuras logísticas y turísticas, la disponibilidad de espacio físico y la proyección de demanda con base en el crecimiento del parque automotor eléctrico. Asimismo, el país ha simplificado los trámites administrativos mediante un marco regulatorio que permite acelerar la concesión de licencias y establece modelos comunes para las instalaciones.

La gestión de esta infraestructura se articula bajo un modelo híbrido, en el que la red pública es gestionada por el Estado, pero se apoya en la participación de empresas privadas para la instalación y operación de estaciones, promoviendo así la eficiencia operativa.

- **Lisboa**

La estrategia de Lisboa para la movilidad eléctrica se ha centrado en combinar la electrificación del transporte público con el despliegue gradual de una red de recarga urbana, aprovechando infraestructuras existentes y promoviendo colaboraciones público-privadas en línea con el modelo nacional de interoperabilidad establecido por la red Mobi.E. Como parte de esta estrategia, el Ayuntamiento asume la responsabilidad de identificar las ubicaciones más adecuadas para la instalación de nuevos puntos de recarga y supervisar el despliegue de la infraestructura; mientras que operadores privados seleccionados mediante licitaciones públicas, se encargan de la instalación, operación y mantenimiento.

Un ejemplo de este enfoque es el caso del *Infinity Building*, un complejo residencial con más de 200 puntos de recarga gestionados mediante el sistema VersiCharge, que permite controlar y modular la potencia de carga de forma automática. Esta instalación, desarrollada en el marco de la colaboración público-privada impulsada por el municipio, ajusta el suministro eléctrico según la demanda energética del edificio, la disponibilidad de energía renovable y los precios dinámicos del mercado, optimizando así el uso de recursos y minimizando los picos de carga en la red.

Ilustración 6. Islas de carga rápida en Lisboa y puntos de carga en farolas



Fuente: (UVE – Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos, 2025)

De igual forma, Lisboa está explorando nuevos modelos de innovación para mejorar la cobertura de la red de recarga, especialmente en áreas residenciales con acceso limitado a estacionamiento privado. Una de estas iniciativas es la instalación de

puntos de carga en farolas públicas, en alianza con empresas proveedoras de energía (Ramón Roca, 2024). Como complemento, y de forma alineada con el sistema nacional Mobi.E, la ciudad prioriza la interoperabilidad como eje de su estrategia de despliegue, permitiendo a los usuarios acceder a cualquier punto de recarga público del país mediante una única credencial.

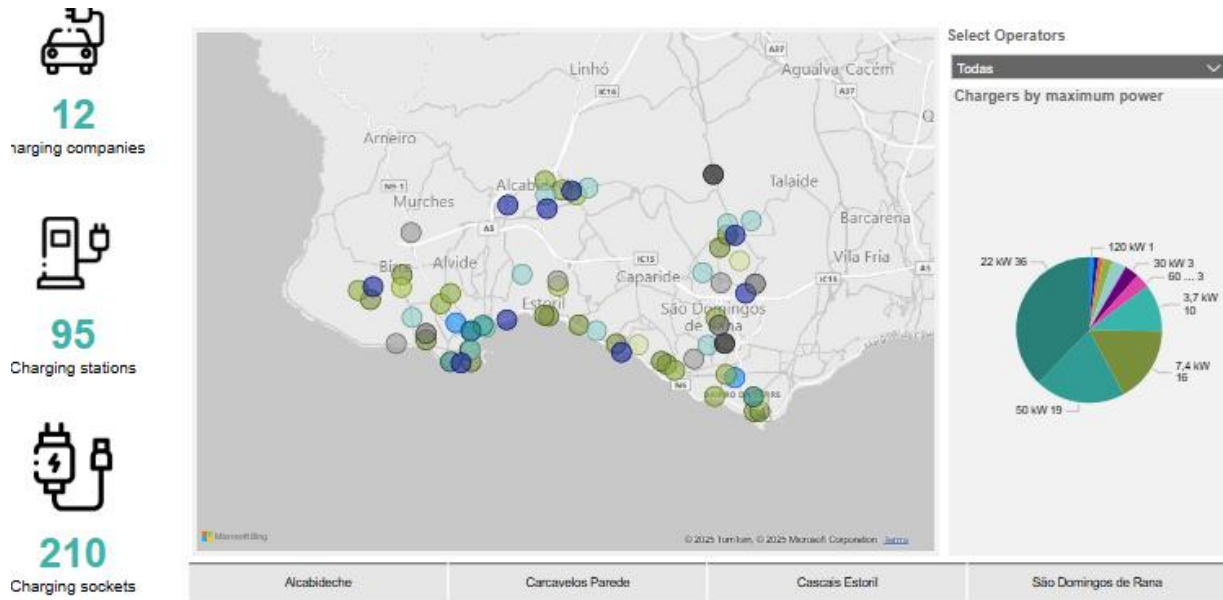
- **Cascaes**

Cascais se ha posicionado como un municipio referente en movilidad sostenible tanto a nivel nacional como europeo, destacando por su enfoque que combina la infraestructura de recarga, la promoción de vehículos eléctricos, la movilidad compartida y la innovación tecnológica. Con una superficie de aproximadamente 97,4 kilómetros cuadrados y una población cercana a los 215.000 habitantes (Cámara Municipal de Cascais, 2025), el municipio ha logrado consolidar una estrategia ambiciosa y alineada a los objetivos de transición energética y descarbonización del transporte.

Su estrategia de despliegue se basa en el desarrollo del sistema MobiCascais, una plataforma de movilidad inteligente que centraliza los distintos modos de transporte urbano, incluyendo el transporte público, bicicletas eléctricas compartidas, estacionamiento, y puntos de recarga para vehículos eléctricos. Este sistema permite a los usuarios planificar trayectos, consultar la disponibilidad de estaciones y conocer su huella de carbono, integrando en tiempo real la gestión operativa (Cámara Municipal de Cascais, s.f.).

En términos de infraestructura, Cascais cuenta con una red de puntos de recarga pública amplia y en constante expansión, priorizando la instalación en zonas de alta demanda como estacionamientos municipales, centros comerciales y zonas turísticas. La planificación y gestión de esta red responde a un modelo público-privado, en el cual la administración local define las zonas de despliegue con base en criterios técnicos como la densidad poblacional, el flujo vehicular y la capacidad de la red eléctrica local. La operación e instalación de los puntos de recarga está a cargo de operadores privados, seleccionados mediante licitaciones públicas, garantizando la interoperabilidad con la red nacional Mobi.E.

Ilustración 7. Estaciones de recarga en Cascaes



Fuente: Imagen extraída del visor de puntos de carga Cascaes - (Mobi. Cascais, s.f.)

Asimismo, el municipio ha impulsado la incorporación de tecnologías inteligentes en su infraestructura, como la monitorización en tiempo real del estado de los cargadores, la implementación de sistemas de reserva digital y el pago mediante aplicaciones móviles y la incorporación de energías renovables.

2.6.4. Actuaciones en España

España ha venido desarrollando una estrategia nacional para el impulso de la movilidad eléctrica alineada en los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030) y el Marco Estratégico de Energía y Clima, que como se mencionó anteriormente, busca alcanzar cinco millones de vehículos eléctricos en circulación y más de 100.000 puntos de recarga pública para 2030. A finales de 2023, el país contaba con cerca de 30.000 puntos de recarga de acceso público, de los cuales aproximadamente un 20 % correspondía a cargadores rápidos o ultrarrápidos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

El despliegue de esta infraestructura se articula bajo un modelo de gobernanza multinivel, donde el Gobierno central diseña los marcos regulatorios y canaliza financiación a través de programas como el Plan MOVES III, mientras que las comunidades autónomas y entidades locales son responsables de su implementación. Este esquema ha promovido la adopción de modelos mixtos de

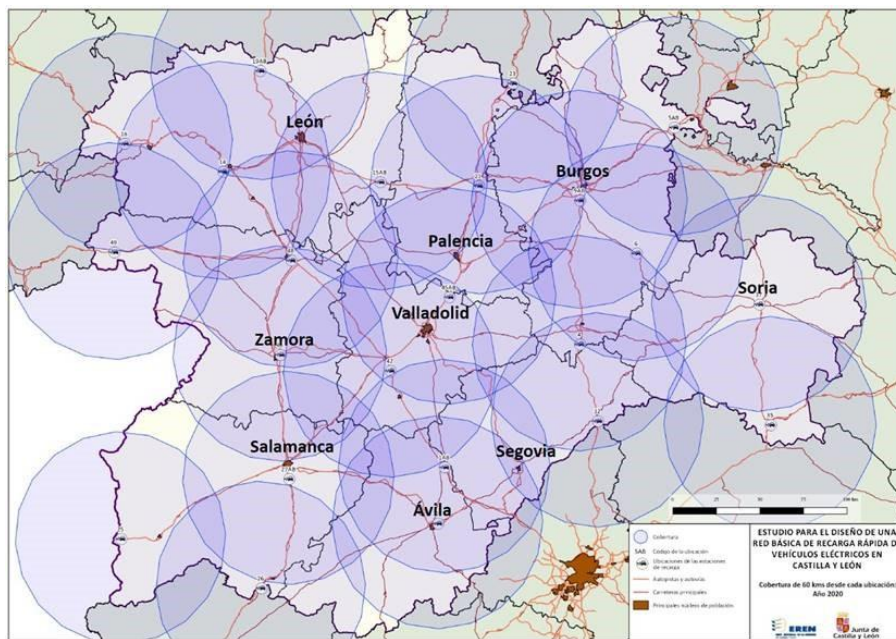
gestión público-privada, en los que las administraciones determinan criterios de planificación y operadores privados desarrollan la infraestructura mediante concesiones.

- **Castilla y León**

La comunidad autónoma de Castilla y León ha desarrollado un modelo de despliegue interurbano que combina planificación estratégica, criterios técnicos y alianzas público-privadas. Uno de los proyectos más relevantes es el diseñado por la Junta de Castilla y León junto con el Ente Regional de la Energía (EREN), cuyo objetivo es transformar antiguas estaciones de servicio en electrolineras rápidas, aprovechando su localización sobre ejes de alto tráfico.

El plan partió de un estudio técnico que evaluó 795 estaciones de servicio, de las cuales se seleccionaron 28 ubicaciones iniciales con base en criterios como el volumen de tránsito, la accesibilidad desde ambos sentidos de circulación, la cercanía entornos urbanos y proximidad a infraestructuras eléctricas de alta tensión capaz de soportar carga de alta potencia (Junta de Castilla y León, 2024).

Ilustración 8. Mapa estudio red básica de recarga de vehículos eléctricos



Fuente: Extraído del informe de “Diseño de una red básica de recarga rápida de vehículos eléctricos en Castilla y León” - (Junta de León y Castilla, 2018)

En cuanto a infraestructura, el despliegue contempla cargadores entre 50 kW y 350 kW, bajo un modelo de implementación paulatino: puntos de 50 kW en la fase inicial, estaciones de 150 kW para 2025 y cargadores ultrarrápidos de hasta 350 kW hacia 2030. Esta planificación busca asegurar que ningún punto del territorio quede a más de 120 kilómetros de una estación rápida, garantizando así una cobertura continua en los principales corredores interurbanos. El modelo de gestión responde a un esquema concesional, en el que los operadores privados asumen la instalación, operación y mantenimiento de las estaciones, mientras que el gobierno regional se encarga de definir los lineamientos técnicos, facilitar el acceso a suelo público y simplificar los procesos administrativos necesarios.

Sin embargo, a pesar de los avances del proyecto, actualmente varios procesos enfrentan cuellos de botella normativos, especialmente en lo relativo a licencias de obra y conexión a la red, lo que ha generado demoras de hasta tres años en algunos casos (Cinco Días, 2024). Sin embargo, la experiencia de Castilla y León se perfila como un caso base de planificación interurbana, por su enfoque territorial, la priorización de nodos estratégicos y su alineación con los objetivos de descarbonización del transporte en zonas de baja densidad poblacional.

- **Cataluña - España**

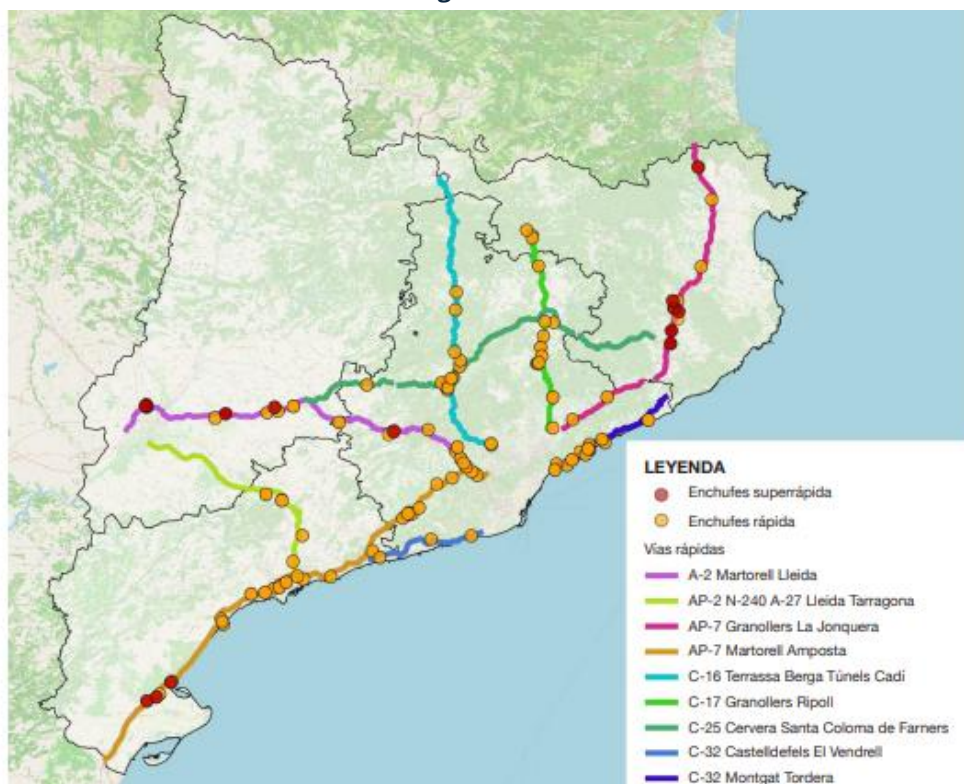
Cataluña se distingue por ser una de las comunidades autónomas con mayor avance en la implementación de la movilidad eléctrica en España, es por esto que, dada la necesidad de fomentar una transición hacia un transporte más sostenible, la región elaboró y puso en marcha en 2016 el Plan Estratégico de Infraestructura de Recarga para Vehículos Eléctricos (PIRVEC). Este plan se creó con el objetivo de establecer una hoja de ruta para el desarrollo de una red de puntos de recarga robusta y accesible en el territorio catalán. Este plan no solo considera la cantidad de puntos de carga, sino que también aborda aspectos como la ubicación de las estaciones de forma que facilite el acceso a los usuarios y permita la intermodalidad.

El despliegue de esta infraestructura se basa en un modelo de gestión descentralizado y mixto, donde la Generalitat de Cataluña define los lineamientos generales y coordina con los municipios, que tienen autonomía para planificar y gestionar los puntos en su territorio. La instalación, operación y mantenimiento de los puntos de recarga se lleva a cabo mediante concesiones a empresas privadas seleccionadas por licitación pública, permitiendo contar con estándares técnicos mínimos en toda la red.

En cuanto a la infraestructura de recarga, Cataluña cuenta con 2.904 estaciones de recarga, representando aproximadamente el 20% del total en España (Electromaps, 2024). Estas estaciones están repartidas en todas sus provincias, con una mayor presencia en Barcelona (1.785), seguida de Girona (559), Tarragona (360) y Lérida (200). La red incluye diferentes niveles de potencia desde carga semi-rápida (22 kW) hasta carga rápida y ultrarrápida y más de 7.300 puntos de recarga con conectores como CCS, CHAdeMO y Mennekes.

De esta forma, el plan de despliegue ha intentado evitar zonas sin cobertura, por lo que en la actualidad solo el 6% de la red principal de carretas tiene tramos de más de 60 km sin estaciones, mientras que el 55% tiene puntos cada 10 km o menos (Gencat, 2024), asimismo, en cuanto a la infraestructura de alta potencia, el 63 % de los tramos están cubiertos por estaciones separadas por menos de 60 km, lo que refleja una cobertura bastante buena, especialmente comparada con la media nacional que actualmente está sobre el 78%.

Ilustración 9. Estaciones de recarga en la Comunidad Autónoma de Cataluña.



Fuente: Infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en España (ECODES, 2023).

La Generalitat de Cataluña también ha trabajado en la interoperabilidad de la red pública de recarga a través de la creación de una Alianza de Municipios en 2017, que

permite a los usuarios acceder a cualquier estación de recarga utilizando las tarjetas emitidas por los ayuntamientos miembros, que actualmente son 82. Además, se han implementado medidas a nivel municipal para impulsar la movilidad eléctrica, como bonificaciones fiscales, políticas de estacionamiento favorables y la ampliación de la red de puntos de recarga.

Las medidas que ha adelantado la Generalitat han promovido al aumento del parque de vehículos eléctricos en la comunidad, que en la actualidad supera los 95.000 vehículos en circulación (ICAEN, 2024), consolidando a Cataluña como una de las regiones más avanzadas en la transición hacia una movilidad sostenible y como la comunidad referente en el país en materia de electrificación.

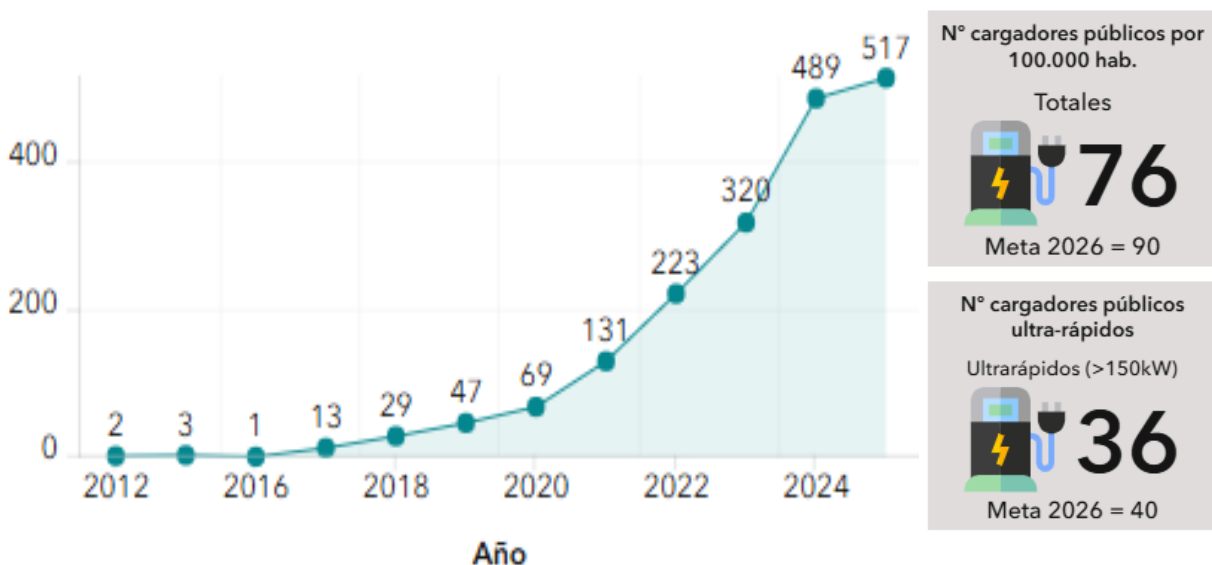
- **Navarra**

Dentro de los referentes en materia de movilidad eléctrica se destaca la comunidad de Navarra, por su planificación en el despliegue de nueva infraestructura de recarga eléctrica en entornos interurbanos, gracias a una estrategia que busca asegurar el acceso a la movilidad eléctrica en todo su territorio, incluidas zonas rurales y de baja densidad poblacional. Su modelo de gestión tiene un enfoque público-privada, liderado por el Gobierno de Navarra en colaboración con la sociedad pública NASUVINSA, encargada de impulsar el desarrollo territorial y sostenible.

Según la Agenda de Movilidad Eléctrica (Gobierno de Navarra, 2024), en marzo de 2024 la comunidad contaba con 375 puntos públicos de recarga, lo que representa una ratio de 50 cargadores por cada 100.000 habitantes, con el objetivo de llegar a 90 por 100.000 (600 puntos) en 2026. Uno de los ejes principales de su estrategia ha sido la ampliación progresiva de la red de puntos de recarga rápida y ultrarrápida, priorizando entornos de mayor afluencia y nodos intermedios entre áreas urbanas y rurales, con criterios como cercanía a subestaciones eléctricas existentes, accesibilidad desde vías principales y cobertura territorial.

A partir de este enfoque, Navarra ha logrado asegurar que ningún núcleo urbano quede a más de 30 km de un punto de carga rápida (Gobierno de Navarra, 2024). De igual forma, en cuanto a las características técnicas de la infraestructura, se ha optado por cargadores de potencia igual o superior a 50 kW, especialmente en municipios con alto volumen de tráfico vehicular, con un aumento de la potencia de los cargadores progresivamente a 2026.

Ilustración 10. Evolución de puntos de recarga de vehículo eléctrico de acceso público en Navarra



Fuente: Puntos de recarga (Gobierno de Navarra , 2024)

Además, el despliegue de esta infraestructura la comunidad se apoya en un sistema interoperable, mediante la plataforma “*Navarra te recarga*”, que permite a los usuarios acceder a los cargadores públicos gestionados por entidades locales desde una única aplicación, facilitando el uso y la gestión en tiempo real (Gobierno de Navarra, 2024).

Sin embargo, a pesar de los avances, el proceso ha presentado cuellos de botella, especialmente relacionadas con los permisos de instalación y conexión a red, lo que ha generado retrasos en la ejecución de varios proyectos.

2.7. Análisis comparativo y lecciones aprendidas

A partir del análisis de las experiencias descritas anteriormente, fue posible identificar una serie de elementos comunes que han resultado clave en la planificación del despliegue de infraestructura de recarga en contextos interurbanos. Aunque cada caso responde a necesidades específicas de cada territorio, todos en cierto modo comparten enfoque que priorizan la continuidad de la cobertura, la eficiencia del servicio de recarga, la cooperación institucional y la adecuación técnica de los puntos de recarga.

Tabla 2. Resumen comparativo de casos

Caso	Distancia mín. entre estaciones	Potencia instalada típica	Modelo de gestión	Interoperabilidad / Smart charging
Navarra (ES)	≤30 km	≥50 kW	Público-privado	Alta
Castilla y León (ES)	≤60 km	≥150 kW	Público-privado	Baja
Cataluña (ES)	≤10 km (55% red)	≥150 kW	Público-privado	Alta
Ámsterdam (NL)	≤250 m (urbano)	Carga lenta a rápida	Híbrido	Alta + Smart charging
Holanda Septentrional (NL)	≤250 m (urbano)	Carga lenta a rápida	Híbrido	Alta + Smart charging
Lisboa (PT)	≤60 km	≥150 kW	Híbrido	Alta
Cascaes (PT)	≤60 km	≥150 kW	Público-privado	Alta
Baviera (DE)	≤60 km	Hasta 400 kW	Híbrido	Alta, + energía renovable
Hamburgo (DE)	≤60 km	Hasta 5 MW	Público + privado	Alta, + energía renovable
Berlín (DE)	≤60 km	≥150 kW	Híbrido	Alta, + energía renovable

Fuente: Elaboración propia

Esta línea permite extraer criterios adaptables a las necesidades y objetivos del territorio de Valencia, que sirvan como base para estructurar una propuesta metodológica. Entre los aspectos más relevantes se destacan:

- **Criterios técnicos de localización**

En todos los casos analizados, la ubicación de los puntos de recarga responde a criterios técnicos definidos previamente, que consideran factores como el flujo de tráfico (IMD), accesibilidad desde vías principales, cercanía a subestaciones eléctricas, y presencia de servicios complementarios (estaciones de servicio, áreas de descanso, nodos logísticos). Navarra y Castilla y León destacan por usar estudios técnicos para priorizar localizaciones con alto tránsito y viabilidad eléctrica. En Ámsterdam y Lisboa, se da especial énfasis a la integración con zonas densamente

pobladas o de uso mixto, maximizando el aprovechamiento del espacio y la infraestructura existente.

- **Cobertura y distancia entre estaciones**

En cuanto a la cobertura, la mayoría de los casos se alinean con los estándares establecidos por la Directiva Europea AFIR, que establece una distancia máxima de 60 km entre estaciones de carga rápida. Sin embargo, algunas regiones van más allá: Navarra establece una distancia máxima de 30 km, garantizando acceso incluso en zonas rurales, mientras que en Cataluña, más del 55% de la red principal dispone de estaciones cada 10 km o menos, lo que refleja una densidad superior al promedio nacional.

- **Potencia instalada**

Como se observó, los países y regiones más avanzados en temas de movilidad eléctrica, le están apostando por un despliegue de carga rápida y ultrarrápida (≥ 50 kW y ≥ 150 kW), especialmente en corredores interurbanos. Castilla y León prevén puntos de 350 kW hacia 2030; Navarra ya implementa estaciones con puntos de recarga con más de 50 kW. Este criterio responde principalmente a la necesidad de replicar la experiencia de recarga de vehículos a combustión fósil, reduciendo los tiempos de espera y haciendo más viable el uso del vehículo eléctrico en trayectos de larga distancia.

- **Interoperabilidad y tecnología**

Un factor destacable dentro de los modelos de mayor expansión ha sido la inclusión de sistemas de interoperabilidad de recarga pública y el desarrollo de nuevas tecnologías. En Portugal, la red Mobi.E permite a los usuarios acceder con un solo título a todo el sistema nacional, al igual que Cataluña que ha promovido una alianza entre municipios para integrar sus estaciones con tarjetas únicas, por su parte, Ámsterdam dentro sus condiciones de licitación, exige exista compatibilidad técnica entre operadores como condición de licitación. A esto se suma el uso de gestión inteligente de carga (smart charging), como en el Infinity Building de Lisboa, que permite optimizar el consumo energético en función de la demanda y el precio del mercado.

- **Modelo de gestión:**

Finalmente, dentro de los casos revisados se evidencia una preferencia por modelos de gobernanza colaborativa, donde la administración pública mantiene un rol de

planificación, regulación y supervisión, mientras que la ejecución, operación y mantenimiento es delegada directamente a operadores privados mediante concesiones o licitaciones. En Ámsterdam, por ejemplo, el municipio lidera la selección de ubicaciones, pero son empresas privadas quienes operan los puntos. En Lisboa, se replica este esquema en torno a la red interoperable Mobi.E, mientras que, en Navarra y Castilla y León, las administraciones autonómicas lideran la planificación y ceden la operación a través de contratos público-privados. Solo en contextos con baja rentabilidad, como zonas rurales o de baja densidad, se han adoptado modelos de gestión directa o con mayor participación pública.

Como se observa, el éxito en el despliegue de infraestructura de carga no solo depende de criterios técnicos y de ubicación, sino también de cómo se articulan los actores involucrados en la toma de decisiones y que mecanismos de gobernanza se establecen para la coordinación entre inversores y gestores.

2.8. Desafíos y tendencias en la gestión de redes de electrolineras

Tras revisar las experiencias internacionales y los distintos criterios aplicados para el despliegue de infraestructura de recarga, se hace necesario analizar los diferentes desafíos que enfrenta la gestión y operación de estas redes. Lo que se busca en este capítulo es analizar las principales tendencias que están redefiniendo el modelo de operación, así como los obstáculos comunes que surgen durante la fase de consolidación y/o ampliación de la infraestructura.

2.8.1. Gestión conjunta público-privada

Uno de los principales desafíos identificados en la gestión de redes de recarga se centra en el diseño de un modelo de gobernanza que combine la planificación estratégica del sector público con la eficiencia operativa y capacidad inversora del sector privado. Como se analizó en el capítulo anterior, muchos de los países europeos han adoptado modelos mixtos en los que las administraciones públicas son las encargadas de definir los objetivos estratégicos, la planificación y las licitaciones de instalación y operación, mientras que las empresas privadas asumen la inversión, operación, mantenimiento y gestión de los puntos de recarga.

La ventaja de este modelo es que permite combinar la planificación del sector público con la eficiencia y capacidad técnica del sector privado. Sin embargo, su implementación no está exenta de retos, especialmente en lo que respecta a la coordinación interinstitucional, la definición de estándares técnicos, y el aseguramiento de la sostenibilidad financiera en zonas con baja demanda inicial.

En Países Bajos, por ejemplo, los gobiernos locales tienen autonomía para organizar la infraestructura de carga, pero cuentan con el apoyo técnico y financiero del Estado Central a través de planes como la *Agenda Nacional e Infraestructura de Carga* (NAL), permitiendo adaptar la red a las necesidades locales, sin perder la coherencia a nivel nacional.

Por su parte, Francia y Alemania han optado por desarrollar un enfoque donde el Estado desempeña un rol más centralizado en la planificación de la red, sobre todo en autopista y zonas rurales. Sin embargo, aunque la operación la asumen entes privados, es el Estado quien interviene para garantizar la cobertura mínima y definir los estándares técnicos base.

En general, en todos los modelos, la sostenibilidad del sistema a largo plazo depende de equilibrar tres factores, por un lado, la rentabilidad para los operadores, la accesibilidad para los usuarios y finalmente la cobertura territorial.

2.8.2. Adaptación de la infraestructura a patrones de uso y demanda

Dentro del análisis realizado, se identificó que uno de los principales desafíos que enfrentan las administraciones en la gestión de redes es lograr una adaptación de la infraestructura a los patrones reales de uso y evolución de la demanda. A medida que crece el parque automotor de vehículos eléctricos también se diversifican los perfiles de los usuarios y las necesidades de carga.

En países referentes como Países Bajos, se ha demostrado que una planificación basada únicamente en objetivos de cobertura geográfica puede ser insuficiente, si no se incorporan modelos predictivos que combina datos de tráfico (IMD), proyecciones de crecimiento del parque automotor eléctrico y patrones de movilidad que anticipen la demanda y adicional optimicen la ubicación de nuevos puntos de recarga. Sin embargo, incorporar este tipo de planificación representa un desafío para las algunas

administraciones, especialmente en regiones que aún no cuentan con sistemas de recolección de datos que sirvan como análisis técnico en la toma de decisiones.

Por tanto, uno de los retos centrales en esta etapa de expansión de las redes de recarga es lograr una planificación que responda a las necesidades reales y proyectadas de los usuarios, evitando tanto los cuellos de botella como la infrautilización de recursos.

2.8.3. Coordinación interinstitucional

Como complemento, se evidenció que uno de los desafíos más recurrentes en la gestión de redes de carga, es la coordinación entre los distintos niveles de gobierno involucrados, ya que la implementación de infraestructura y planificación en general requiere tanto de estrategias de alcance nacional y regional, como de planes de acción a nivel local, lo que al final se traduce en una articulación interinstitucional.

En varios de los países europeos, esta coordinación se enmarca en líneas de acción y marcos regulatorios definidos por el gobierno central, mientras que son los gobiernos locales los responsables de adaptar y ejecutar aquellas directrices conforme a sus necesidades. Este es el caso de Países Bajos, donde la estrategia nacional NAL, ha definido una hoja de ruta que establece lineamientos base para asegurar una coherencia en estándares técnicos, de interoperabilidad y de cobertura de la red. Al mismo tiempo, ofrece lineamientos flexibles que permiten a los municipios responder a demandas locales específicas, sin perder de vista los objetivos globales de movilidad sostenible.

En contraste, en algunos contextos donde esta coordinación ha sido débil, se observan problemas como:

- Duplicación de inversiones en zonas y ausencia de cobertura en otras.
- Dificultades para compartir información y datos entre autoridades locales, organismos reguladores y operadores privados.
- Desarticulación entre las políticas nacionales de movilidad eléctrica y los planes de ordenamiento o movilidad urbanos.
- Falta de una guía clara para solicitar la autorización de instalación de nuevos puntos de carga, especialmente en zonas interurbanas.

Este tipo de coordinación también debe incluir a actores no gubernamentales, como operadores privados, distribuidores eléctricos, propietarios de suelo, empresas de

transporte centros logísticos y empresas de transporte; que permitan contar con una red de actores articulados y que a su vez reduzcan problemas de sobredimensionamiento de estaciones y/o subutilización. Así, la gestión requiere estructuras de gobernanza que no solo distribuyan responsabilidades, sino que también alineen objetivos, herramientas de planificación y mecanismos de seguimiento entre administraciones públicas y los diferentes actores de la movilidad eléctrica.

2.8.4. Mantenimiento y actualización tecnológica de la infraestructura

Finalmente, dentro de los desafíos identificados se evidenció uno de los problemas más frecuentes en la operación de redes de carga es la falta de mantenimiento adecuado de los puntos instalados. En muchos casos, los usuarios se enfrentan con estaciones fuera de servicio, con tiempos de carga más lentos de lo esperado o con tecnologías obsoletas que no son compatibles con sus vehículos o con los sistemas de pago actuales. Esta situación suele ser el resultado de una planificación enfocada únicamente en la instalación inicial de los puntos de carga, sin prever los recursos ni los mecanismos necesarios para su operación continua.

Por esta razón se plantea la necesidad de adaptar las redes a nuevas tecnologías, como:

- Cargadores ultrarrápidos, que requieren mayores capacidades eléctricas (comparada con las estaciones convencionales) e infraestructura especializada.
- Sistemas de carga bidireccional (V2G), que permiten a los vehículos devolver energía a la red.
- Pagos digitales interoperables, que demandan estandarización y modernización de los sistemas de gestión.
- Integración con energías renovables y almacenamiento local, que implica una planificación más compleja y coordinada.

En este sentido, varios países han comenzado a implementar requisitos de actualización tecnológica en sus marcos regulatorios y licitaciones públicas, para

asegurar que las redes de carga permanezcan funcionales y alineadas con los avances del sector.

Así, el reto no solo es técnico, sino también económico y de gobernanza. El mantenimiento y la actualización suponen costos recurrentes que deben ser cubiertos por los modelos de negocio existentes o, en su defecto, por mecanismos de apoyo público. Esto refuerza la necesidad de contar con un sistema de monitoreo y evaluación permanente, que permita tomar decisiones informadas sobre cuándo y cómo intervenir la red.

3. Factores y criterios - Metodología de implantación

El despliegue de infraestructura de recarga en entornos interurbanos representa uno de los mayores desafíos para la consolidación de la movilidad eléctrica, especialmente en territorios con baja densidad poblacional o grandes extensiones geográficas. A diferencia del entorno urbano, donde los patrones de movilidad son más estables y la demanda puede preverse con mayor precisión, los trayectos interurbanos exigen una planificación que garantice continuidad de cobertura, tiempos de recarga razonables y una adecuada integración con la red vial y energética existente.

Los casos analizados en capítulos anteriores han demostrado que, para lograr una red eficiente y funcional, no basta con establecer objetivos cuantitativos de cobertura o potencia instalada. Es indispensable definir criterios técnicos, espaciales y operativos que orienten la selección de ubicaciones, así como un marco metodológico que permita priorizar inversiones en función de la demanda proyectada, la viabilidad técnica y el impacto territorial.

En este contexto, se plantea una propuesta metodológica adaptada a la Comunidad Valenciana, orientada a guiar el despliegue de puntos de recarga en la red de carreteras de titularidad autonómica. Esta propuesta metodológica se basa en:

- Un análisis detallado de la demanda actual y proyectada de vehículos eléctricos, teniendo en cuenta patrones de tráfico interurbano y evolución del parque automotor.
- Una evaluación técnica y territorial de la infraestructura de recarga existente, considerando no solo la cantidad de puntos, sino su ubicación, capacidad, accesibilidad y cobertura sobre la red vial.
- La definición de criterios de priorización, que permitan optimizar las inversiones públicas y privadas, maximizar el impacto territorial y garantizar el acceso al servicio en todas las comarcas.

Este enfoque busca crear una planificación técnica con una visión estratégica de sostenibilidad y conexión territorial, generando bases para un modelo de despliegue replicable y escalable.

3.1. Priorización de Carreteras

Uno de los primeros pasos para la planificación estratégica del despliegue de infraestructura de recarga en entornos interurbanos consiste en identificar aquellas vías donde la instalación de puntos de carga tendría mayor impacto, por lo que se ha optado por clasificar las carreteras de titularidad de la Generalitat de Valencia en función de su participación porcentual en el tráfico anual acumulado de la red autonómica. Como punto de partida, se ha extraído de la *Memoria Anual de Aforos 2023* el listado de carreteras ordenadas de mayor a menor volumen de circulación.

Este indicador, que resulta de multiplicar la Intensidad Media Diaria (IMD) por los 365 días del año y por la longitud total de la vía, refleja la presión vehicular global que soporta cada carretera. Esta metodología permite delimitar un conjunto de vías prioritarias para el análisis detallado posterior, considerando las particularidades del tráfico a nivel de cada tramo.

Tabla 3. Carreteras autonómicas con mayor tráfico acumulado anual en la Comunidad Valenciana (2023)

Carretera	Tr. Acumulado	% Total
CV-35	820.341.329	14,42%
CV-10	376.993.009	6,63%
CV-50	292.705.376	5,15%
CV-36	193.937.251	3,41%
CV-60	141.317.380	2,48%
CV-500	127.035.733	2,23%
CV-30	125.783.651	2,21%
CV-91	117.002.968	2,06%
CV95	107.730.987	1,89%
CV-905	104.308.461	1,83%
CV-81	101.304.777	1,78%
CV-33	98.669.384	1,73%
CV-70	92.840.593	1,63%
CV-20	89.699.729	1,58%
CV-725	86.410.889	1,52%
CV-18	81.911.349	1,44%
CV-32	77.645.153	1,37%
CV-309	77.305.310	1,36%
CV-41	69.412.572	1,22%
CV-715	67.972.824	1,20%

Fuente: Memoria Anual de aforos - (Generalitat de Valencia , 2023)

Como segundo paso, dado que las carreteras están subdivididas en tramos con diferentes valores de IMD resultado de factores como la cercanía a entornos urbanos, variación en la configuración de la carretera, la existencia de accesos, intersecciones, zonas industriales o puntos de interés logístico, una vez elegida la carretera a analizar se procede a desagregar cada vía prioritaria en sus respectivos tramos.

Esta desagregación permite observar el comportamiento real del tráfico a nivel micro, ya que la distribución de vehículos no es homogénea a lo largo de toda la carretera.

A partir de esta clasificación inicial, el siguiente paso consistirá en analizar la oferta actual de infraestructura de recarga existente en estos corredores, con el fin de identificar las necesidades específicas y establecer criterios para su refuerzo o expansión.

3.2. Infraestructura de carga eléctrica

La viabilidad del vehículo eléctrico en desplazamientos de media y larga distancia, como se ha mencionado antes, depende en gran medida de la disponibilidad y distribución de los puntos de recarga a lo largo de la red viaria. Para que la experiencia de los usuarios sea igual o, al menos, comparable a la de los vehículos de combustión interna, la infraestructura de carga disponible debe permitir tomar decisiones sobre dónde recargar durante el trayecto, sin necesidad de una planificación previa detallada. Esto implica contar con una red de puntos de carga bien distribuida, accesible y visible desde la carretera.

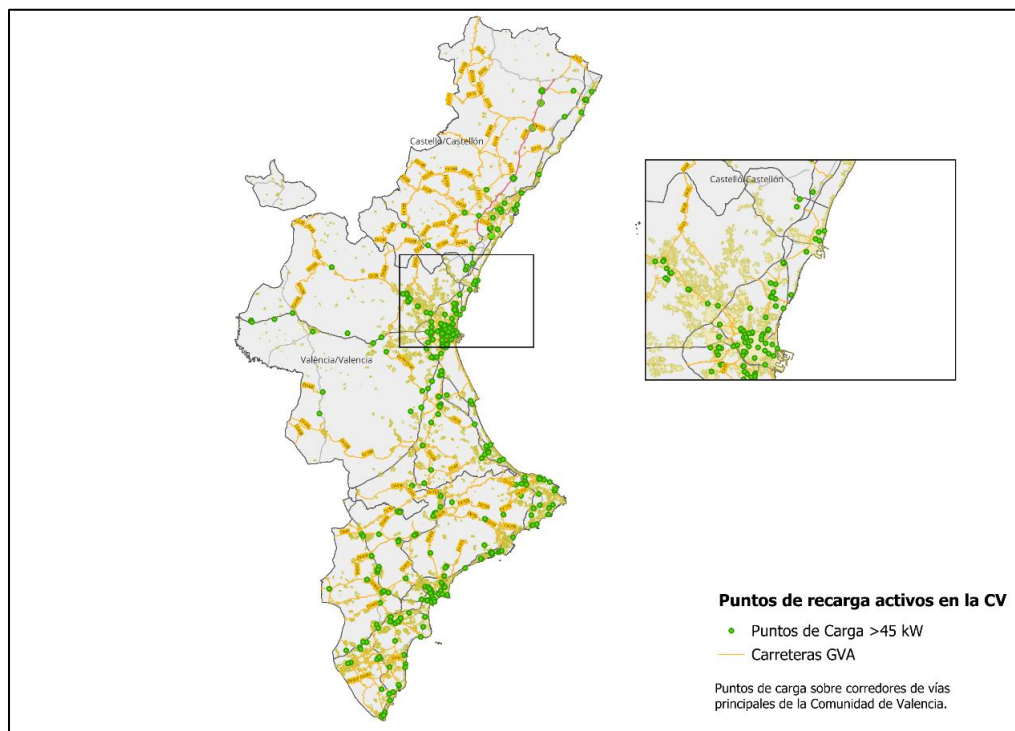
En este sentido, aunque las carreteras de titularidad autonómica de la Comunidad de Valencia no forman parte de la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T), las directrices europeas pueden servir como referencia técnica útil. Estas establecen la necesidad de disponer de al menos un punto de recarga cada 60 km en las vías principales.

Según los datos recientes de la ANFAC, en la Comunidad de Valencia existen aproximadamente 1.727 puntos de recarga accesibles al público, lo que representa una base de partida importante para facilitar la movilidad eléctrica de mediana y larga distancia en la comunidad. La distribución geográfica de estos puntos analizada mediante QGIS, confirma que existe una mayor concentración de estaciones de carga en la provincia de Alicante, con cerca de 840 puntos, seguida por Valencia con más de 730, mientras que Castelló dispone de tan solo 180 puntos de recarga. (Barómetro de la electromovilidad, 2024).

Estos datos han sido obtenidos a partir de dos fuentes principales: el visor cartográfico de la Generalitat de Valencia y la base de datos pública de estaciones de recarga disponible en ArcGIS (“Public EV Charging Stations”), que ofrece información geolocalizada sobre los puntos de carga públicos en toda España. A partir de ambas fuentes se ha recopilado información como la ubicación geográfica, la potencia de carga y el tipo de conector, permitiendo un análisis más detallado de la infraestructura disponible.

Además, si bien la cantidad total de puntos es significativa, no todos ellos presentan las características adecuadas para la recarga eficiente en desplazamientos interurbanos. Por ello, se ha prestado especial atención a aquellos puntos que ofrecen potencias superiores a 45 kW, considerados técnicamente como carga rápida. La siguiente ilustración muestra su distribución geográfica en el territorio valenciano, lo que permite visualizar de forma más clara las zonas con mayor capacidad para atender la demanda de recarga en rutas de media y larga distancia:

Ilustración 11. Puntos de carga con potencias >45kW disponibles en la Comunidad de Valencia



Fuente: Elaboración propia a partir de datos descargados del Directorio de servicios REST de ArcGIS

Adicionalmente, con el fin de evaluar la cobertura actual de la infraestructura de carga sobre la red de carreteras interurbanas, se aplicó una metodología basada en el uso de sistemas de información geográfica (SIG). Como primer paso, se ha adoptado un radio

de 2 kilómetros como área de influencia inmediata de cada punto de recarga. Esta distancia se fundamenta en estudios sobre el comportamiento del conductor medio, que indica que es poco probable que un usuario se desvíe más allá de 2 km de su ruta para repostar o recargar su vehículo, (Área de Políticas Públicas y Gobernanza Climática, ECODES, 2022). Así mediante la intersección entre los radios de cobertura y el trazado de la red viaria, se identifica que tramos de carretera se encuentran cubiertos por al menos un punto de carga accesible.

Una vez determinados los puntos accesibles desde la red, se procede al análisis de cobertura a escala territorial, mediante el criterio de los 60 kilómetros de distancia. Pero ello se buscó comprobar si entre los puntos existía una distancia menor o igual al umbral de referencia recomendado por las directrices europeas. Inicialmente esta evaluación se realiza mediante buffers o zonas de cobertura teórica, pero para lograr un diagnóstico más detallado y real, se considera necesario avanzar hacia el análisis de distancias efectivas por carretera, ya que las mediciones en línea recta pueden dar lugar a sobre estimaciones de la cobertura real.

Es importante señalar que, en la práctica existen tramos de carretera cuya longitud no alcanzan los 60, 25 o incluso 10 km, por lo que, en estos casos, es posible que, aunque se cumpla el criterio de los 60 km de distancia entre puntos de carga, la longitud real del tramo entre la ubicación de la estación de recarga y el siguiente punto de carga disponible sea superior. Esto llevó a replantear la metodología inicial y priorizar el uso de análisis de red sobre trazado vial para medir distancias reales de recorrido entre puntos de carga. De este modo, se puede identificar con mayor precisión que zonas del territorio presentan vacíos de cobertura y cuáles, por el contrario, ofrecen una experiencia continua y segura para el usuario de vehículo eléctrico

3.3. Evolución y proyección del parque automotor

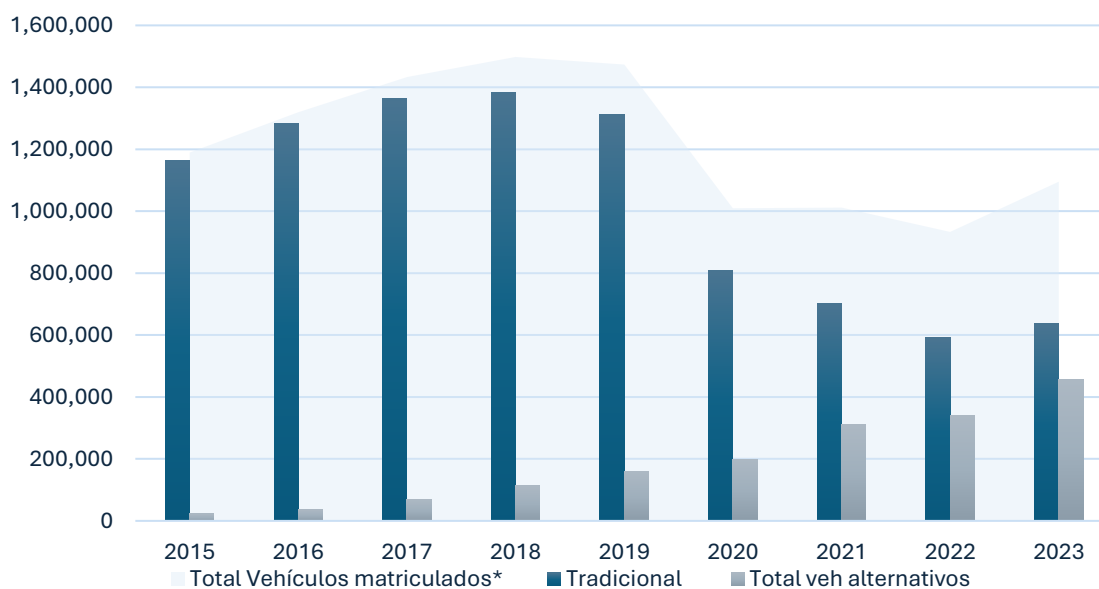
3.3.1. Evolución del parque de vehículos en España

En los últimos años, el panorama de la movilidad en España ha experimentado una transformación significativa, marcada por un creciente interés en tecnologías más sostenibles. Aunque los vehículos de combustión interna siguen representando la mayor parte del parque automotor, desde 2015 se observa una incorporación paulatina de modelos eléctricos e híbridos, que responde tanto a los avances tecnológicos como a una creciente sensibilidad ambiental.

Durante los primeros años, los vehículos de cero y bajas emisiones apenas representaban una mínima porción del mercado, debido principalmente al coste de adquisición, la limitada infraestructura de recarga, la incertidumbre y la baja conciencia. No obstante, entre 2015 y 2019 se registró un crecimiento constante en la matriculación total de vehículos incluyendo un avance progresivo en la cuota de BEV.

La llegada de la COVID-19 en 2020 interrumpió temporalmente esta evolución, provocando una fuerte caída en la matriculación de vehículos debido a las restricciones de movilidad y la incertidumbre en la economía, sin embargo, los BEV lograron mantener su crecimiento relativo frente al total de matriculaciones. A partir de 2021, los modelos eléctricos —especialmente los BEV— comenzaron a registrar incrementos notables, tanto en volumen como en cuota de mercado.

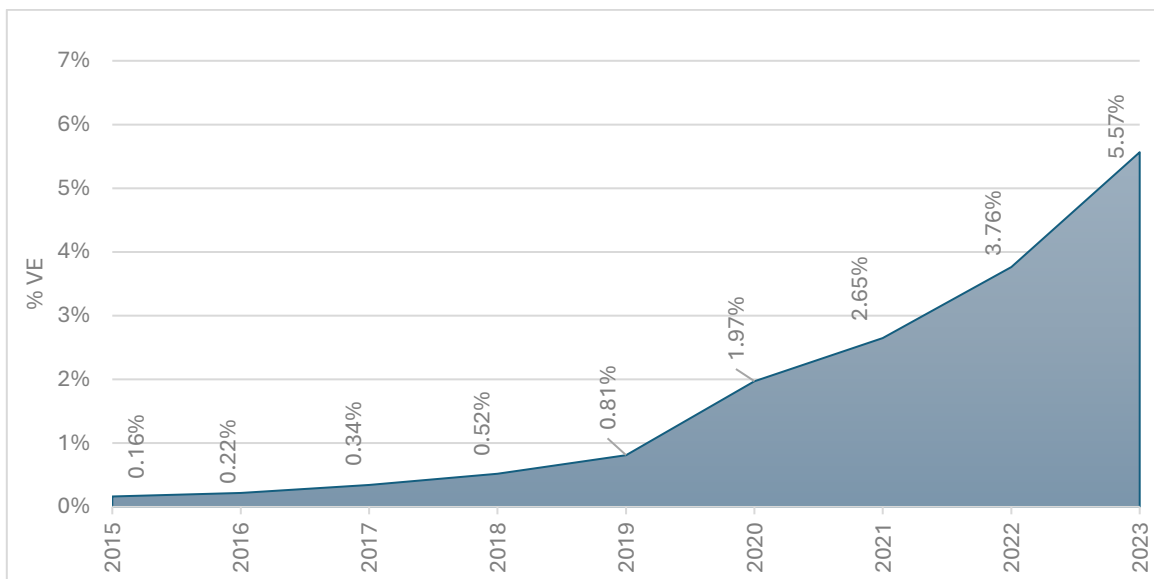
Gráfico 3. Matriculación anual de vehículos en España por tipo de combustión



Fuente: Elaboración propia a partir de Informes Anuales (ANFAC, 2017-2023)

Este crecimiento ha sido evidente especialmente en los últimos dos años, cuando la oferta de modelos se diversificó y las ayudas comenzaron a generar mayor impacto. En 2023 los vehículos de tecnologías alternas representaron más de un tercio del total de matriculaciones, en particular los BEV alcanzaron una cuota del 5,41% llegando a ser una opción más viable incluso fuera de entornos urbanos.

Gráfico 4. Evolución de matriculación de nuevos BEV en España

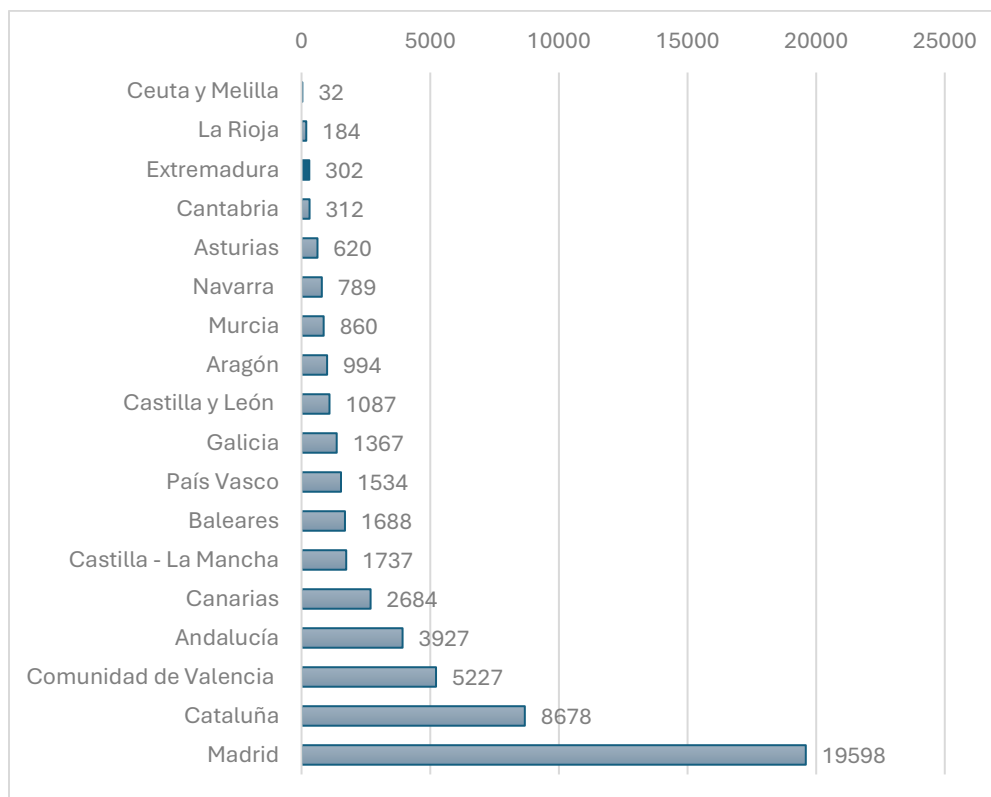


Fuente: Elaboración propia a partir de Informes Anuales (ANFAC, 2017-2023)

Sin embargo, el ritmo de crecimiento y adopción de vehículos de nuevas tecnologías no ha sido homogéneo en todo el territorio nacional, lo que se evidencia en los indicadores nacional de movilidad eléctrica, donde Madrid lidera el listado seguida por Cataluña y en tercer lugar la comunidad de Valencia, todas por encima de la media nacional. El crecimiento en estas regiones se ha visto favorecido principalmente por políticas autonómicas, como el plan Reinicia Auto+ que ha incentivado la renovación del parque automotor o el despliegue progresivo de infraestructura de recarga impulsado en Cataluña.

En este contexto, la necesidad de crear enfoques específicos para la planificación de la infraestructura considerando factores como la densidad de la población, la extensión, las características propias de la red vial y las metas en materia de movilidad sostenible. Por ejemplo, regiones densamente pobladas o con alta concentración urbana requiere mayor densidad de puntos de recarga rápidos en entornos urbanos (sin descuidar arterias interurbanas) mientras que territorios extensos donde predominan vías interurbanas es clave garantizar corredores de recarga rápida y ultrarrápida que permitan la conectividad entre núcleos urbanos.

Gráfico 5. Matriculación de BEV por comunidad en 2023



Fuente: Elaboración propia a partir de Informe Anual de vehículo electrificado (ANFAC, 2017-2023)

En general, la experiencia europea demuestra que la planificación debe ser dinámica y adaptativa, no solo a la evolución del parque automotor, sino también a las expectativas de los usuarios, que demandan cada vez más infraestructura de recarga rápida. La coordinación entre administraciones, la colaboración público-privada y el ajuste de incentivos a las realidades locales serán fundamentales para acelerar la transición y reducir la brecha territorial en materia de movilidad eléctrica.

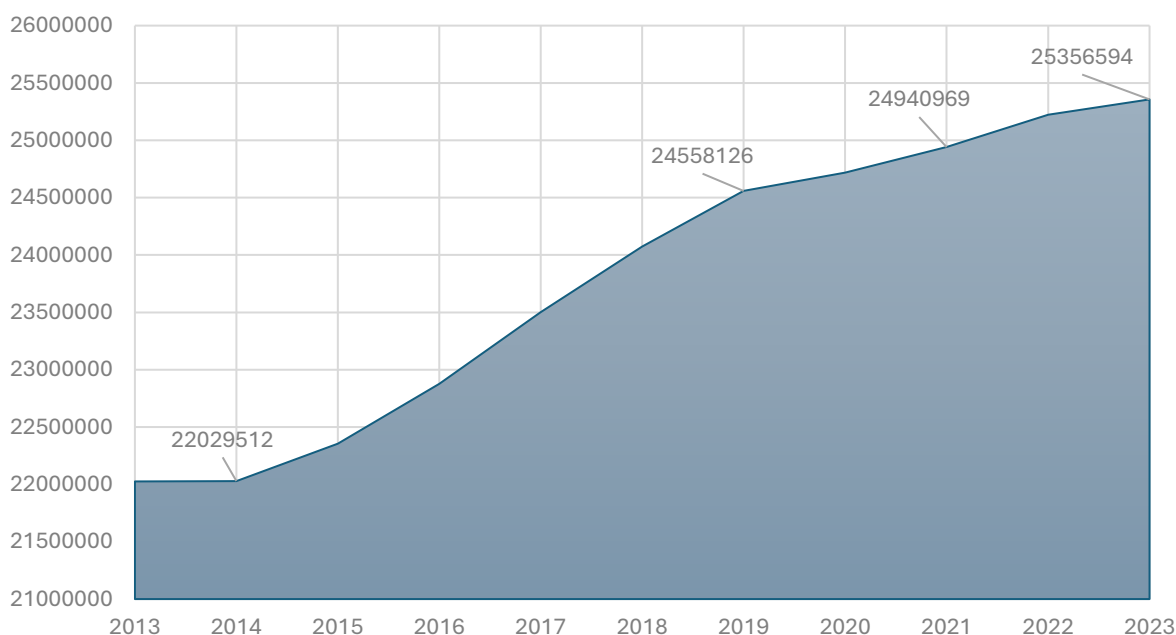
3.3.2. Proyección crecimiento parque automotor

Con el fin de anticipar la demanda de infraestructura asociada al crecimiento del parque automotor, particularmente de vehículos eléctricos, se ha desarrollado un modelo de proyección con horizonte 2032. Este modelo parte de los datos históricos de los últimos diez años y estima tanto el tamaño total del parque como la participación futura de los vehículos eléctricos en la circulación vial.

Para ello, se recopilaron datos oficiales del Observatorio de Transporte y Logística en España (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible), así como registros del portal estadístico de la Generalitat Valenciana. La serie incluye tanto las altas por matriculación como las bajas definitivas, con el fin de obtener una estimación neta real del parque en circulación.

El análisis, muestra que el crecimiento anual del parque automotor ha presentado una variación moderada, con crecimientos máximos de poco más de dos puntos porcentuales y una tasa media de crecimiento del 1,42% en la última década. Con base en estos datos, se aplicó un análisis de regresión que evaluó tres modelos de ajuste (lineal, exponencial y polinómico de segundo grado), seleccionando el más representativo en función del coeficiente de determinación - R^2 .

Gráfico 6. Evolución del crecimiento del parque automotor en España



Fuente: Elaboración propia partir de Informes Anual de vehículo electrificado (ANFAC, 2017-2023)

El modelo que demostró mejor ajuste resultó ser el polinómico de segundo grado, con un R^2 del 97,67%, lo que indica una alta capacidad explicativa del comportamiento histórico. Según este modelo, el parque de turismos en circulación alcanzaría los 26.317.971 vehículos en 2032, lo que representa un crecimiento moderado y continuo en comparación con los valores actuales, representando una **tasa de crecimiento**

frente a 2023 de 0.413%. Este aumento estará condicionado por factores como el ritmo de nuevas matriculaciones, las políticas de renovación del parque, el avance de tecnologías sostenibles y las restricciones normativas que limitan la circulación de vehículos contaminantes.

Finalmente, para validar el modelo, se compararon los valores proyectados con los valores reales del parque automotor correspondientes a los años previos incluidos en el histórico, donde se observó que las variaciones fueron mínimas, lo que refuerza la confiabilidad del modelo y respalda la fiabilidad de los resultados obtenido para el horizonte 2032.

3.3.3. Proyección crecimiento de Vehículos eléctricos

Una vez estimado el crecimiento total del parque automotor, se hace necesario analizar la evolución de la participación de los vehículos eléctricos, considerando su papel en la transición hacia una movilidad más sostenible. Para ello, se analizará la evolución histórica de las matriculaciones anuales de BEV y su participación dentro del total de vehículos de turismo matriculados en el país durante el periodo 2015 – 2023 identificando las tendencias de crecimiento y los factores que han influido en ellas.

Tabla 4. Evolución del crecimiento del parque automotor vehicular en España

Año	Total Vehículos matriculados*	BEV* matriculados	% BEV
2015	1.188.997	1957	0.165%
2016	1.319.115	2854	0.216%
2017	1.433.735	4897	0.342%
2018	1.498.050	7807	0.521%
2019	1.473.168	11966	0.812%
2020	1.009.330	19903	1.972%
2021	1.011.300	26762	2.646%
2022	932.902	35093	3.762%
2023	1.095.411	60963	5.565%

* No se tienen en cuenta vehículos Industriales, microbuses y autobuses

Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos

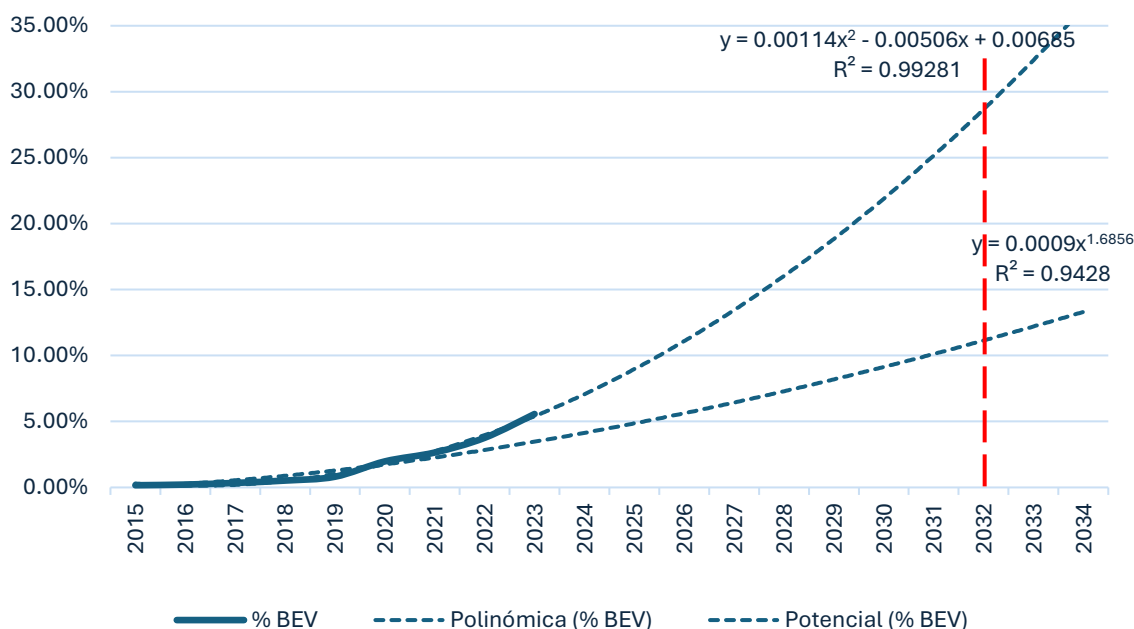
Con base en esta evolución, se construyó un modelo de proyección que permitió estimar la partición futura de los BEV dentro del parque de turismo en circulación. Al

igual que en la estimación del parque automotor total, se evaluaron distintos modelos de ajuste (lineal, exponencial y polinómico).

En un escenario base, se seleccionó el modelo potencial, por su comportamiento estable y su capacidad para reflejar una evolución progresiva sin grandes interrupciones. Según esta proyección, los BEV alcanzarían una participación del 12,1% del parque de turismos en circulación en 2032.

Por otro lado, en un escenario más ambicioso, alineado con las metas nacionales e internacionales —como la estrategia del Gobierno de España de alcanzar los 5,5 millones de BEV en circulación para 2030—, se optó por el modelo exponencial, que describe una curva de crecimiento acelerado en la adopción de esta tecnología. Este modelo estima que los BEV podrían representar hasta un 28,5% del parque de turismos en circulación para 2032, si se mantienen políticas activas de impulso, mejora de la infraestructura de recarga y apoyo al consumidor.

Gráfico 7. Estimación basada en datos históricos de matriculación de BEV (2015–2023)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos

No obstante, como toda proyección, el modelo está sujeto a ciertos niveles de incertidumbre asociados a factores externos como la evolución de las políticas públicas, los avances tecnológicos, el comportamiento del mercado y las decisiones de inversión en infraestructura. Por ello, las estimaciones deben interpretarse como

una referencia orientativa que permite anticipar escenarios y necesidades, más que como predicciones exactas.

3.4. Criterios para la planificación de infraestructura de recarga

La determinación del número y la ubicación más apropiada de los puntos de carga para vehículos eléctricos en la red de carreteras interurbana requiere un enfoque estructurado basado en las experiencias previas. Más allá de los objetivos generales de cobertura establecidos por las directrices europeas o nacionales, la planificación de esta infraestructura requiere criterios técnicos adaptados a las particularidades del territorio, la demanda proyectada y el comportamiento de los usuarios.

Los criterios propuestos a continuación vienen del análisis de las carreteras prioritarias de la Generalitat de Valencia, el estado actual de la infraestructura de recarga y las proyecciones del parque automotor eléctrico en la región. Su propósito es orientar una planificación más precisa y eficaz, adaptada a las necesidades reales de la Comunidad Valenciana.

3.4.1. Criterios de demanda

I. Criterio basado en la Intensidad Media Diaria (IMD):

La Intensidad Media Diaria, entendida como el número promedio de vehículos que circulan diariamente por un tramo de vía, constituye un indicador clave, en general, en la planificación del transporte. Por lo que, considerar la IMD como un criterio en la planificación de la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos permitirá cuantificar la demanda potencial de infraestructura en una vía determinada.

Este criterio se basa en la hipótesis de que, a medida que crezca la adopción de vehículos eléctricos, las vías con mayor volumen de tráfico concentrarán también una mayor necesidad de puntos de carga. En este sentido, priorizar el despliegue de puntos en los corredores con mayor IMD no solo responde a la eficiencia operativa, sino también a la lógica de rentabilidad a largo plazo.

Para la aplicación de este criterio, se utilizarán datos de IMD anual proporcionados por la Generalitat de Valencia, específicamente de la “Memoria Anual de Aforos”. A partir de estos datos, se estimará el volumen diario de vehículos eléctricos (BEV) que

transitarían por cada tramo, utilizando los dos escenarios de adopción de BEV con horizonte a 2032 derivados del análisis de la evolución del parque automotor en la última década (detallado anteriormente):

- Escenario 1 (conservador): 12,1% de BEV sobre el parque total
- Escenario 2 (moderado): 28,5%, en línea con los objetivos nacionales

La demanda específica de recarga se estimará multiplicando la IMD de cada tramo de carretera por el porcentaje de vehículos eléctricos (BEV) del total del parque automotor en circulación.

$$BEV_{día} = IMD * \% BEV$$

Ahora bien, para traducir esta demanda diaria en necesidades operativas reales, se considera aplicar esta necesidad a la hora punta entendida como el periodo con mayor concentración de tráfico diario, donde se considera habrá mayor necesidad de recarga. Según practicas comunes en estudios de tráfico, se asume que esta hora representa aproximadamente entre el 8% y 12% de la IMD. Para simplificar se asume un valor medio del 10% del total de la IMD.

$$IMD_{hp} = IMD * 10\%$$

A partir de esta cifra se podrán calcular cuantos de los BEV estarían potencialmente en circulación en esta hora. Sin embargo, es importante considerar que no todos los vehículos eléctricos en tránsito requerirán una recarga en ese momento, por lo que se adopta una estimación intermedia del 8% de los BEV en circulación como potenciales usuarios de los puntos de recarga en esa franja horaria. Este valor se encuentra dentro del rango entre 5% y 10% usado comúnmente en estudios de planificación de infraestructura de recarga (Weipeng Zhan, 2025) y se ve respaldado por lo expuesto por la Agencia Internacional de la Energía (IEA), que destaca la importancia de considerar un porcentaje realista de demanda de tránsito para evitar tanto una sobredimensión como una sobreestimación de la infraestructura necesaria

Finalmente, como referencia adicional, se incorpora la recomendación establecida por la Directiva Europea sobre la Infraestructura para Combustibles Alternativos (AFIR, 2023), la cual sugiere contar con mínimo un punto de carga por cada 10 vehículos eléctricos en circulación.

3.4.2. Criterio de accesibilidad y distribución vial

A partir de la estimación de la demanda potencial de recarga derivada del análisis de la Intensidad Media Diaria (IMD) y la proyección de adopción de vehículos eléctricos, se vuelve necesario complementar este enfoque con un criterio que garantice el acceso equitativo y funcional a la infraestructura. En este sentido, la cobertura y la ubicación de los puntos de recarga juegan un papel clave en la proyección de la demanda en la red de carreteras.

I. Criterio de Cobertura

Si bien los tramos con mayor volumen de tráfico concentran una mayor necesidad de puntos de carga, esta demanda debe ser distribuida de forma que asegure la continuidad del servicio en todo el territorio. El criterio de cobertura se centra, por tanto, en garantizar que exista una distancia razonable entre puntos de carga, especialmente en corredores interurbanos, permitiendo así la conectividad efectiva entre municipios, nodos logísticos, zonas turísticas o áreas de servicio clave.

Asimismo, la ubicación se orienta a maximizar la utilidad de cada instalación, priorizando espacios que combinen accesibilidad, visibilidad y servicios complementarios, como estaciones de servicio, áreas de descanso o zonas comerciales. Desde una perspectiva normativa, este enfoque está alineado con las directrices de la Directiva Europea sobre la Infraestructura para Combustibles Alternativos (AFIR), que establece requisitos mínimos de cobertura territorial en redes transeuropeas (TEN-T). En concreto, el AFIR obliga a que, para el año 2025, todas las vías principales de la red TEN-T cuenten con estaciones de recarga rápida (≥ 150 kW) cada 60 km por sentido de circulación (Art. 4, (AFIR, 2023)).

Aunque esta obligación aplica específicamente a la red TEN-T, puede adoptarse como referencia mínima para planificar la cobertura en otras carreteras de carácter interurbano, dado que refleja los estándares europeos sobre continuidad de servicio y autonomía del usuario.

Para su aplicación práctica, con el objetivo de reforzar las zonas de mayor demanda y evitar el sobredimensionamiento en tramos con baja circulación, se propone establecer una distancia máxima entre estaciones en función del volumen de tráfico de cada tramo, de la siguiente manera:

- **Tramos de baja intensidad de tráfico ($IMD \leq 10.000$ vehículos):** estación cada **60 km**, en línea con el estándar mínimo AFIR.

- **Tramos de intensidad media ($10.000 < \text{IMD} \leq 20.000$ vehículos):** estación cada 50 km
- **Tramos de alta intensidad de tráfico ($\text{IMD} > 20.000$ vehículos/día):** punto de carga rápida (≥ 150 kW) cada 40 km.

De esta forma para determinar el número mínimo de estaciones requeridas por tramo se propone la siguiente fórmula;

$$\text{No. estaciones} = \frac{L}{D}$$

Donde:

- L: longitud del tramo de carretera (en km)
- D: distancia máxima entre estaciones, según clasificación de intensidad

II. Criterio de ubicación funcional

A partir del análisis de la demanda proyectada a través de la Intensidad Media Diaria (IMD) y del criterio de cobertura territorial mínima, se hace necesario incorporar un enfoque que permita identificar los puntos más apropiados para ubicar la infraestructura de recarga. Este criterio lo que busca es asegurar que los puntos de recarga no solo estén bien distribuidos, sino que estén ubicados en lugares que maximicen su utilidad, accesibilidad y viabilidad operativa.

Desde una perspectiva normativa y estratégica, este enfoque también se alinea con los principios de la Directiva Europea sobre Infraestructura para Combustibles Alternativos (AFIR), que no solo establece exigencias sobre la cobertura territorial mínima, sino que pone especial énfasis en la integración funcional de los puntos de recarga con los principales ejes de transporte, nodos multimodales y áreas de servicio.

Para su aplicación práctica, se proponen los siguientes principios y parámetros:

- **Proximidad a la vía principal:** se establece como criterio obligatorio que los puntos de recarga estén localizados a una distancia máxima de 2 km desde el eje de la carretera. Esta condición responde a estudios sobre el comportamiento del conductor medio, los cuales indican que los usuarios muestran una baja disposición a desviarse más de 2 km de su ruta para acceder a servicios de repostaje o recarga, especialmente en trayectos interurbanos

(Área de Políticas Públicas y Gobernanza Climática, ECODES, 2022). Una desviación superior implica pérdida de tiempo y genera incertidumbre, lo que disminuye significativamente la probabilidad de uso de la infraestructura.

- **Existencia de servicios complementarios:** se priorizan aquellas localizaciones que ya cuentan con instalaciones que mejoran la experiencia del usuario durante la recarga, como tiendas, cafeterías, restaurantes, aseos o espacios de descanso. La presencia de estos servicios no solo incrementa la comodidad durante los tiempos de espera, sino que también aumenta el atractivo de la ubicación y la rentabilidad del punto de recarga.
- **Ubicación en áreas de servicio o estaciones de servicio existentes:** estas localizaciones suelen contar con acceso controlado, buena visibilidad, infraestructura eléctrica básica y facilidades logísticas para la instalación de nuevos equipos. Además, aprovechan flujos de usuarios ya existentes, lo que reduce los riesgos de infrautilización.
- **Cercanía a núcleos urbanos intermedios o turísticos:** se consideran óptimas aquellas ubicaciones cercanas a municipios medianos (entre 10.000 y 50.000 habitantes), zonas turísticas, parques naturales o lugares de alto valor paisajístico, siempre que se mantenga el criterio de distancia máxima desde la vía. Estos destinos, además de generar tráfico propio, pueden inducir paradas planificadas para recarga vinculadas a actividades recreativas o de descanso.
- **Conexión con nodos logísticos o multimodales:** también se consideran prioritarias las ubicaciones cercanas a plataformas logísticas, polígonos industriales, estaciones intermodales o aparcamientos disuasorios conectados al transporte público. Estas áreas permiten captar tanto a usuarios particulares como a flotas comerciales o profesionales, ampliando el espectro de demanda potencial.

En términos metodológicos, el proceso de identificación se basa en el cruce espacial de capas de información georreferenciada que incluyan: trazado de la red viaria, áreas de servicio existentes, estaciones de combustible, nodos logísticos, núcleos de población, servicios turísticos y equipamientos de transporte. A través de un análisis con Sistemas de Información Geográfica (SIG), se delimitan zonas de oportunidad (buffers de 2 km a cada lado de la vía) y se clasifican los puntos potenciales según su nivel de prioridad, considerando los factores anteriormente descritos.

Esta priorización se plantea en cuatro niveles:

- **Prioridad 1:** Áreas de servicio o estaciones existentes dentro del radio de 2 km que cuenten con al menos tres servicios complementarios (ej. tienda, restaurante y aseos).
- **Prioridad 2:** Localizaciones cercanas a salidas de carretera que conduzcan a municipios medianos o polígonos industriales con servicios básicos.
- **Prioridad 3:** Accesos a zonas de valor turístico o nodos de transporte interurbano (ej. estaciones de autobús o tren con aparcamiento).
- **Prioridad 4:** Otras áreas funcionales o espacios infrautilizados que cumplan el criterio de proximidad y accesibilidad, pero sin servicios adicionales.

3.4.3. Criterios Técnicos

El despliegue de infraestructura de recarga no puede limitarse a la ubicación geográfica o el volumen de tráfico; también debe considerar las capacidades técnicas mínimas de los equipos, su adecuación a las condiciones reales de uso y la eficiencia operativa que al final depende de aspectos relacionados con la potencia de carga y la rotación estimada, los cuales deben considerarse para garantizar un diseño funcional alineado a los lineamientos europeos. Este criterio garantiza que cada estación instalada sea operativa, compatible con los vehículos actuales y capaces de adaptarse al crecimiento futuro.

I. Tiempos de recarga y rotación diaria

El tiempo de recarga asociado a cada nivel de potencia, condiciona directamente la rotación de los puntos de recarga y por tanto su capacidad para atender la demanda diaria. Para una estación situada en una vía interurbana donde los vehículos permanecen conectados durante el menor tiempo posible, resulta ser más recomendable usar cargadores de carga rápida (≥ 50 kW) y ultrarrápida (≥ 150 kW).

La siguiente tabla resume la relación entre potencia de carga, tiempo estimado para alcanzar el 80% de carga (considerando una batería entre 10% y 20% al inicio y el número de recargas posibles en 24 horas:

Tipo de carga	Potencia nominal (kW)	Tiempo estimado (80 %)	Recargas por jornada (24 h)
Lenta (AC)	$\leq 7,4$	6-10 h	2-3
Semi-rápida (AC)	7,4 -22	4-8 h	4-8

Tipo de carga	Potencia nominal (kW)	Tiempo estimado (80 %)	Recargas por jornada (24 h)
Rápida (DC)	50 -150	40 -75 min	20-30
Ultrarrápida (DC)	150-400	15 -30 min	48-96

Fuente: Elaboración propia a partir de IDAE (2023), AVERE (2024), EV Database (2024)

De esta forma, es posible estimar de forma más próxima la rotación esperada de cada estación y ajustar así el número de puntos de recarga por tramo en función de la IMD y el porcentaje proyectado de vehículos eléctricos que requerirán recarga en hora punta. Asimismo, refuerza la necesidad de planificar no solo cantidad, sino también calidad y potencia de los puntos, para garantizar la eficiencia del servicio y evitar cuellos de botella o el sobredimensionamiento de las estaciones.

II. Capacidad de carga en vehículos eléctricos

El despliegue de infraestructura de recarga en corredores interurbanos debe anticiparse no solo a la cantidad proyectada de vehículos eléctricos, sino también a las características técnicas que estos presentaran a mediano y corto plazo. Uno de los aspectos clave es la capacidad de carga de los vehículos, determinada por el sistema de carga y su compatibilidad con diferentes potencias. Actualmente, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2023) y EV Database (2024), aproximadamente el 85 % de los modelos nuevos disponibles en España permiten carga rápida (≥ 50 kW) y cerca del 40 % son compatibles con potencias superiores a 150 kW.

Esta tendencia responde a la incorporación de baterías con mayor capacidad y mejoras en la gestión térmica, que han permitido reducir los tiempos de carga, de hecho, varios modelos comercializados en 2024 y previstos para 2025 ya alcanzan potencias máximas superiores a los 200 kW, es por esta razón por la que es necesario que las nuevas estaciones, especialmente en entornos interurbanos con tramos de alta demanda o con crecimiento proyectado, ya integren cargadores ultrarrápidos (150 kW y 300W, capaces de responder a requerimientos futuros.

La siguiente tabla muestra algunos de los modelos de vehículos eléctricos más vendidos en España durante 2023 y 2024, incluyendo su potencia máxima de carga, capacidad útil de batería y el tiempo estimado para alcanzar el 80 % de carga (desde un 10–20 %), tanto con cargadores de 50 kW como de 150 kW, en condiciones óptimas de operación (temperatura ambiente adecuada, batería precalentada y cargador compatible):

Modelo	Capacidad batería útil (kWh)	Potencia máxima (kW)	Autonomía WLTP (km)	Tiempo estimado 80 % (50 kW)	Tiempo estimado 80 % (150 kW)
Tesla Model Y	75	250	533	60 min	20-25 min
MG4 Electric	64	135	435	75 min	35 min
Hyundai IONIQ 5	72,6	220	507	60 min	18 min
Volkswagen ID.4	77	135	517	70-75 min	30-35 min
Kia EV6	77,4	240	528	55-60 min	18-20 min
Peugeot e-208	50	100	362	70-80 min	30-40 min
Renault Megane E-Tech	60	130	450	65 min	30 min
Cupra Born	58	120	422	75 min	35-40 min
Ford Mustang Mach-E	88	150	600	60-70 min	35 min
BMW i4	80,7	200	590	60-65 min	30 min

Fuente: Elaboración propia a partir de datos descargados de (Electric Vehicle Data , s.f.)EV Database (2024), Electromaps (2024), IDAE (2023)

Con esto, se evidencia que los tiempos de carga efectivos para llegar al 80 % varían entre 20 y 70 minutos según el tipo de cargador, a lo que se suma el tiempo requerido para maniobras y conexión. Esto implica que el tiempo total de ocupación de un punto puede situarse en torno a 30 minutos para cargadores ultrarrápidos (150 kW) y 80 minutos para cargadores rápidos (50 kW).

III. Características técnicas mínimas:

La planificación técnica de estaciones de recarga en entornos interurbanos debe basarse en una serie de criterios normativos, operativos y constructivos que permitan asegurar la viabilidad del diseño, su operación futura y la adaptación a escenarios de crecimientos. En este apartado se establecen los pasos fundamentales para definir una estación técnicamente viable, con base en normativa vigente y referencias técnicas como el Reglamento AFIR (UE 2023/1804), la ITC-BT-52, y estudios de referencia como el de ECODES (2021).

En este sentido, uno de los primeros elementos que se debe considerar es la potencia total de diseño para cada estación, que estará condicionada por la Intensidad Media Diaria (IMD) del tramo donde se ubique. Para esto el AFIR establece que para 2025 cada estación de recarga ubicada a lo largo de la red básica de carreteras de la red TEN-T debe contar con una potencia disponible mínima de 400 kW con al menos un punto de recarga de 150kW. Sin embargo, esta exigencia debe aumentar a 600 kW disponibles con al menos dos puntos de recarga de 150kW para 2027 (AFIR, 2023). Si bien la red autonómica no está sujeta a estas obligaciones, se propone que estos requisitos técnicos se adopten como estándar para los tramos con mayor intensidad de tráfico, por su similitud funcional y nivel de demanda.

De acuerdo con la clasificación de tramos establecida en el criterio de cobertura, se propone la siguiente adaptación de capacidades mínimas por estación de recarga:

- Tramos de baja intensidad de tráfico ($IMD \leq 10.000$ vehículos/día): Potencia mínima sugerida disponible: 150 kW, que puede concentrarse en un único punto de recarga rápida. Esta capacidad se considera suficiente para atender la demanda ocasional y garantizar continuidad del servicio.
- Tramos de intensidad media ($10.000 < IMD \leq 20.000$ vehículos/día): Potencia total mínima disponible: 300 kW, con al menos un punto de 150 kW. Esto permite mantener la interoperabilidad y atender tanto a vehículos ligeros como a flotas comerciales en trayectos de media distancia.
- Tramos de alta intensidad de tráfico ($IMD > 20.000$ vehículos/día): Alineado con el AFIR, para 2025, cada estación deberá ofrecer una potencia disponible mínima de 400 kW, incluyendo al menos un punto de 150 kW. A partir de 2027, se elevará a 600 kW, con al menos dos puntos de 150 kW.

En todos los casos se deberá asegurar la compatibilidad con conectores tipo CCS (Combined Charging System) Combo 2, obligatorios para carga rápida, y la integración con sistemas de gestión inteligente de la red (Smart Charging), que permiten monitorizar en tiempo real el estado operativo de los puntos de recarga, facilitar la planificación de rutas y, en algunos casos, habilitar la reserva anticipada de estaciones disponibles, conforme a lo establecido en la normativa UNE-EN IEC 61851 y otras disposiciones técnicas aplicables. Además, se recomienda que las instalaciones estén preparadas para una posible futura ampliación de capacidad, de acuerdo con los escenarios de adopción creciente del vehículo eléctrico.

Asimismo, aunque no se aborda en detalle en este documento, toda la infraestructura deberá cumplir con los requisitos técnicos eléctricos exigidos por la normativa vigente en materia de instalación, conexión a red y seguridad. Además, se recomienda que las instalaciones estén preparadas para una posible futura ampliación de capacidad, de acuerdo con los escenarios de adopción creciente del vehículo eléctrico.

3.5. Evaluación económica y de viabilidad financiera

Una vez definidos los criterios de planificación (IMD, Cobertura y Ubicación Estratégica, y Criterios Técnicos), es fundamental reconocer que la materialización de esta infraestructura dependerá en gran medida de su viabilidad económica y sostenibilidad a largo plazo. Aunque no constituyen criterios de decisión directos para la localización o el número de puntos, se recomienda que toda propuesta de implantación esté acompañada de un análisis básico de costes, incluyendo aspectos como la inversión inicial, los costes de conexión a red y las posibles fuentes de financiación pública o privada.

En este sentido, diversos estudios de viabilidad han estimado que el coste medio de instalación de un punto de recarga rápida (≥ 50 kW) varía entre los 30.000 y 60.000 €, mientras que los puntos de carga ultrarrápida (≥ 150 kW) pueden requerir inversiones superiores a 100.000 €, especialmente en entornos donde se requiera infraestructura eléctrica adicional como transformadores o acometidas de alta tensión (IEA, 2022; ICCT, 2021). A estos costes iniciales se suman los gastos recurrentes de operación y mantenimiento, que varían entre 1.000 y 3.000 € anuales por punto, según el nivel de servicio, monitorización remota y atención al usuario¹.

La evaluación económica cobra mayor relevancia en tramos con baja intensidad de tráfico o en zonas rurales, donde la demanda potencial puede no ser suficiente para garantizar el retorno económico de la inversión únicamente mediante tarifas de uso. En estos casos, es recomendable evaluar el equilibrio entre el coste estimado por punto y la demanda proyectada, utilizando indicadores como el número mínimo de recargas diarias necesarias para alcanzar el punto de equilibrio o el coste nivelado por kWh suministrado (LCOC). Este tipo de análisis permite priorizar tramos donde el

¹ Según datos de ICCT, los costes de explotación representan aproximadamente entre el 1,2 % y 1,5 % del CAPEX anual, variando en función de la potencia contratada. (ICCT, 2019)

impacto territorial o social justifique una inversión, aunque la rentabilidad directa sea limitada.

Además, conviene considerar las posibles fuentes de financiación pública y privada disponible, por ejemplo, a nivel europeo, fondos como el Mecanismo Conectar Europa (CEF), el FEDER o el programa NextGenerationEU han incluido líneas específicas para el desarrollo de infraestructura de recarga, tanto en corredores estratégicos como en zonas rurales. En el contexto nacional, programas como MOVES III han ofrecido ayudas de financiación de hasta el 70 % del coste en municipios de menos de 5.000 habitantes.

3.6. Consideraciones para la gestión y de operación de la red

De igual modo, además de los criterios técnicos, espaciales y de demanda que orientan el despliegue de infraestructura de recarga, es necesario incorporar una dimensión institucional que defina cómo será gestionada y operada la red una vez implementada. La experiencia internacional demuestra que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente de su diseño físico, sino también de un modelo de gobernanza que garantice su buen funcionamiento, su mantenimiento a largo plazo y su integración con las políticas públicas de movilidad y energía.

Este contexto, la planificación debe incluir la identificación y evaluación de los modelos de gestión más adecuados para la red interurbana de recarga de la Generalitat Valenciana, considerando tanto las capacidades institucionales existentes como el contexto territorial y los objetivos de cobertura y equidad.

La elección del modelo de gestión no solo debe responder a criterios de viabilidad económica, sino también a factores como la eficiencia operativa, la capacidad de mantenimiento, y el nivel de alineación con las estrategias públicas regionales y nacionales. Para ello, se propone una metodología rápida de análisis que permita evaluar y seleccionar el modelo de gestión más adecuado en función a las características territoriales, institucionales y de demanda de cada tramo o carretera. Sino que la decisión debe basarse en una metodología de análisis multicriterio, que considere tanto las capacidades del sector público como las oportunidades de participación privada.

3.6.1. Rol de la administración pública

La primera decisión clave consiste en definir el grado de implicación de la administración en el desarrollo, financiación y operación de la red. En función de los objetivos estratégicos, las capacidades internas y la distribución territorial de la demanda, la administración puede adoptar alguno de los siguientes roles:

- Rol de Promotor y Supervisor: En este punto la administración define el marco normativo y regulador, establece los estándares de calidad y servicio, promueve la inversión privada mediante licitaciones e incentivos, y vela por la interoperabilidad del sistema. Este rol implica una actuación orientada al mercado, sin participación directa en la operación ni en la propiedad de los puntos de recarga.
- Rol de inversor o cooperador: Implica una participación más activa por parte de la administración en cuanto a la financiación o despliegue de la infraestructura básica (conexiones de red, obra civil, terrenos), especialmente en zonas de baja rentabilidad privada. Requiere mayor capacidad inversora y de gestión pública, pero tiene como ventaja que, al estar a cargo de la administración, hay más control en la cobertura territorial.
- Rol mixto de coordinación: Combina la planificación, el apoyo técnico o financiero, y supervisión de calidad del servicio, sin asumir directamente la operación. Favorece esquemas de colaboración público-privada más flexibles.

3.6.2. Análisis de Modelos de gestión aplicables

Para la selección de un modelo de gestión adecuado, debe considerarse factores como nivel de inversión pública disponible, madurez del mercado de operadores privados, objetivos de cobertura territorial y capacidad institucional de la administración autonómica. Los tres modelos más comunes de gestión y operación que se identificaron en las experiencias previas fueron:

- Gestión pública directa: En este modelo, la Generalitat (o entidad pública dependiente) asume la titularidad, financiación y operación de la infraestructura de carga. La administración controla todos los aspectos, desde la instalación de puntos hasta su mantenimiento y explotación comercial.



Este modelo puede ser adecuado en zonas rurales, de baja densidad de tráfico o con baja rentabilidad comercial, donde la intervención pública es un factor importante para asegurar la prestación del servicio.

- Concesión a operadores privados (Alianzas Público – Privadas – APP): Para la operación de la red de recarga bajo esta alianza, la administración licita la construcción, explotación y mantenimiento de los puntos de recarga a empresas privadas por un periodo determinado.

Este modelo permite a las administraciones mantener cierto nivel de control como ubicaciones, cobertura, estándares de calidad y/o tarifas máximas, sin tener que asumir directamente la operación o los costes de mantenimiento. Puede ser más adecuado en corredores con alta demanda, áreas metropolitanas o zonas logísticas.

- Modelo híbrido o de colaboración técnica y financiera: Este modelo es más flexible que las APP, ya que combina elementos del control público con la participación del sector privado. En este punto la administración puede encargarse de construir la infraestructura básica (como puntos eléctricos y acometidas) o ceder el uso de terrenos públicos, mientras que el operador privado asume la instalación, operación y mantenimiento de los puntos. Este modelo suele ser mayormente útil en tramos interurbanos, corredores regionales o zonas de transición urbano -rural, donde es necesario combinar intereses públicos y privados

4. Propuesta de Actuación en la CV-10 de la Comunidad de Valencia

Como ejercicio de aplicación de la metodología desarrollada en los capítulos anteriores, se ha seleccionado la carretera CV-10 para la elaboración de una propuesta de planificación de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos. Esta elección se basa en los resultados del análisis realizado previamente, en el que se evaluó la red de carreteras de titularidad autonómica de la Generalitat Valenciana en función de su impacto potencial en la electrificación del transporte interurbano.

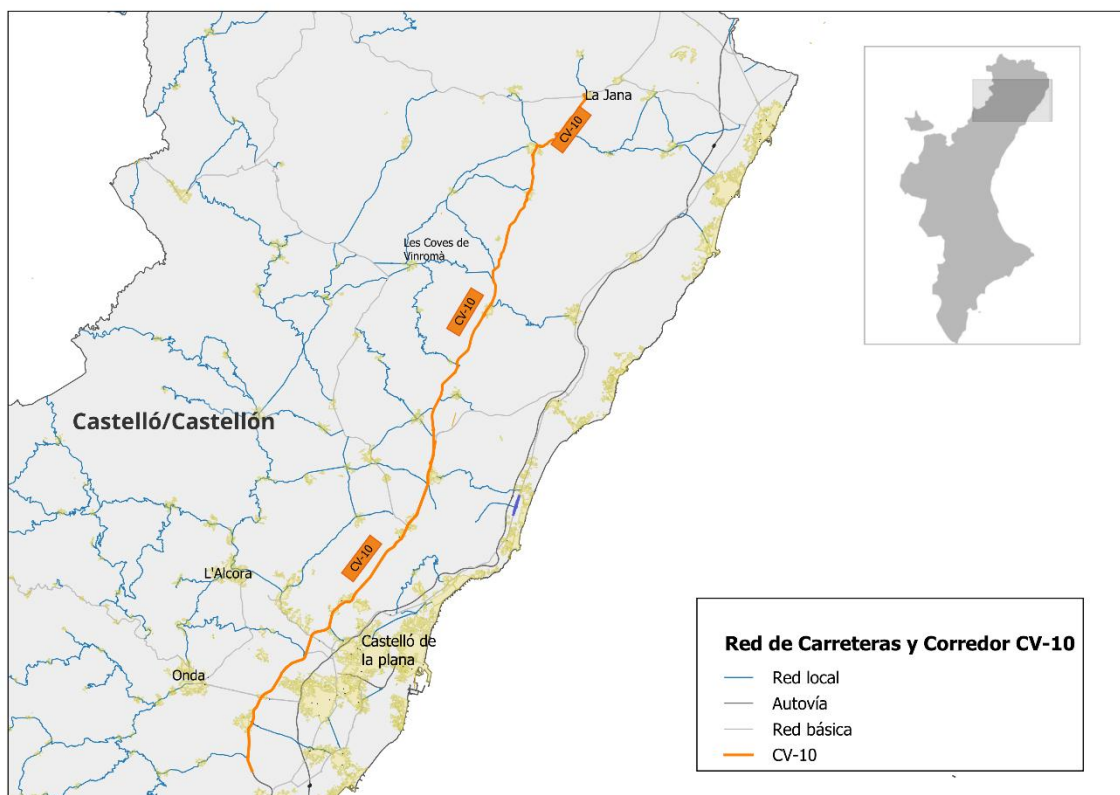
Para priorizar los corredores más estratégicos, se utilizó como principal criterio la participación porcentual de cada vía en el tráfico anual acumulado de la red, según los datos de la Memoria Anual de Aforos 2023, en el que la CV-10 ocupó el segundo lugar concentrando un 6,63% del total de tráfico anual registrado en la red de carreteras.

4.1. Generalidades

La CV-10 también conocida como Autovía de la Plana, es una de las vías con mayor relevancia de la Comunitat de Valencia, ya que recorre la provincia de Castellón de sur a norte, actuando como vía alterna a la autopista AP-7 y a la carretera N-340, especialmente en tramos cercanos a la costa. Su trazado inicia al norte de la ciudad de Valencia en la conexión con la autovía A-7 a la altura de Vilavella, pasa por municipios como Betxí, Borriol, Cabanes, La Salzadella, San Mateo hasta finalizar en el municipio de La Jana.

Por su ubicación, permite una conexión directa entre las ciudades de Valencia y Castellón de la Plana con la zona más norte de la comunidad, además de actuar como un conector entre las industrias y los puertos de ciudades intermedias. Su trazado bordea las zonas más industrializadas de la provincia de Castellón, al tiempo que atraviesa áreas de interés, como el aeropuerto de Castelló.

Il·lustració 12. Trazado de la Autovía CV-10 en el Contexto de la Red Viaria Local



Fuente: Elaboración propia a partir del Visor Cartográfico de la

(Generalitat Valenciana , s.f.)

La vía cuenta con una longitud aproximada de **88,5 kilómetros** y presenta una configuración mixta que combina tramos de autovía con doble calzada y tramos de calzada única. Desde su inicio en la intersección con la A-7 hasta el enlace con la CV-13 (a la altura de Cabanes), cuenta con dos carriles por sentido y velocidades máximas permitidas de 120 km/h. A partir de ese punto, se convierte en una vía de calzada única hasta La Jana donde finaliza, con velocidades máximas que varían entre los 40 y 80 km/h, dependiendo del tramo.

Según los datos recogidos en la *Memoria Anual de Aforos 2023*, esta vía soporta un tráfico medio diario (IMD) de 24.488 veh/día en sus tramos de autovía y 13.976 veh/día en los tramos de calzada sencilla, lo que confirma su posición dentro de las vías más concurridas en la red de carreteras. Esta vía responde tanto a desplazamientos de tipo

interurbano de largo recorrido (por su conexión con la A-7 y proximidad a la AP-7), como a flujos de carácter local e industrial entre los municipios del eje Castellón y La Jana.

4.2. Intensidad Media Diaria (IMD)

Como se ha mencionado, la CV-10 cuenta con una configuración variable a lo largo de su recorrido: inicia como autovía con dos carriles por sentido y posteriormente se convierte en una vía de calzada única a partir del enlace con la CV-13. Esta variabilidad también se refleja en los niveles de tráfico que soporta cada tramo.

Para reflejar con más claridad el comportamiento del tráfico, se tomaron los datos de la Memoria Anual de Aforos 2023 por tramos específicos, donde se puede detallar la variación de la IMD.

Tabla 5. IMD por tramos de conforme a la configuración

Tramo (km)	Municipios Principales	Tipo de vía	IMD aprox. (veh/día)	Observaciones
0 – 8	Vilavella – Betxí	Autovía (doble calzada)	23.800	Alta intensidad, entorno periurbano
8 – 20	Betxí – Borriol	Autovía (doble calzada)	26.600	Zona de alta intensidad, cercano a Castellón
20 – 33	Borriol – La Pobla Tornesa	Autovía (doble calzada)	20.300	Tramo de transición hacia el interior
33 – 42	La Pobla Tornesa - Cabanes	Autovía (doble calzada)	8.200	Descenso acusado de tráfico
42 – 55	Cabanes – La Salzadella	Convencional (calzada única)	5.000	Calzada única, entorno rural
55 – 67	La Salzadella – San Mateo	Convencional (calzada única)	3.900	Tráfico muy bajo, entorno agrícola
67 – 90	San Mateo – La Jana	Convencional (calzada única)	2.400	Tramo final, tráfico mínimo

Fuente: Elaboración propia a partir de la Memoria Anual de Aforos 2023 de la Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructura y Territorio. (Generalitat Valenciana, 2023)

De esta forma se logra tener la base para establecer el primer criterio de dimensionamiento en función a la proyección de la demanda por tráfico, relacionado directamente con el volumen de vehículos en circulación, donde conforme a mayor sea la IMD en un tramo, mayor será la probabilidad de presencia de vehículos eléctricos y mayor será la frecuencia de uso de los puntos de recarga.

Con base en la clasificación de intensidad Media Diaria (IMD) establecida en el Capítulo 3. **Factores y criterios - Metodología de implantación** - Criterios de

demanda, se proyecta la demanda de recarga en cada tramo considerando dos escenarios de adopción de vehículos eléctricos con horizonte a 2032:

- Escenario 1 (conservador): 12,1 % de BEV sobre el parque total de vehículos.
- Escenario 2 (moderado): 28,5 % de BEV, en línea con los objetivos nacionales de electrificación

Para detallar el análisis, la IMD de cada tramo se proyectó al 2032 aplicando una tasa de crecimiento anual compuesta del 0,413 %, calculada a partir de datos oficiales del parque automotor publicados en 2023. En este sentido, dado que los automóviles de turismo representan el mayor volumen de usuarios potenciales de puntos de recarga en áreas interurbanas, la tasa de crecimiento del 0,413 % fue calculada exclusivamente a partir de la evolución histórica de este tipo de vehículos, excluyendo expresamente los vehículos pesados, permitiendo estimar con mayor precisión la demanda esperada de vehículos eléctricos por tramo.

A partir de ahí se calcula cuántos BEV podrán requerir recarga simultánea en hora punta, asumiendo que esta hora representa un 10% de la IMD, y que el 8% de los BEV en tránsito en esa franja horaria requerirán acceso a un punto de recarga.

- $BEV \text{ día} = IMD \times \% \text{ BEV}$
- $IMD \text{ hp} = IMD \times 10 \% \text{ (hora punta)}$
- $BEV \text{ hp} = BEV \text{ día} \times 10 \%$
- $Recargas \text{ hp} \approx BEV \text{ hp} \times 8 \%$

De esta forma a continuación, con base en lo establecido por el Reglamento AFIR, que recomienda un punto de carga por cada 10 BEV en circulación, es posible conocer cuál será el número mínimo de puntos necesario en cada escenario.

Tabla 6. Puntos de carga requeridos en cada escenario

Tramo (km)	IMD 2032	BEV hp (12,1 %)	BEV hp (28,5 %)	Recargas hp 12,1%	Recargas hp 28,5%	Puntos AFIR 12,1%	Puntos AFIR 28,5%
0 – 8	24.740	299	704	24	56	2	6
8 – 20	27.613	334	786	27	63	3	6
20 – 33	21.064	255	600	20	48	2	5
33 – 42	8.504	103	242	8	19	1	2
42 – 55	5.186	63	148	5	12	1	1

Tramo (km)	IMD 2032	BEV hp (12,1 %)	BEV hp (28,5 %)	Recargas hp 12,1%	Recargas hp 28,5%	Puntos AFIR 12,1%	Puntos AFIR 28,5%
55 – 67	4.045	49	115	4	9	0	1
67 – 90	2.488	30	71	2	6	0	1
Total						9	22

Fuente: Elaboración propia a partir de la Memoria Anual de Aforos 2023 de la Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructura y Territorio. (Generalitat Valenciana, 2023)

Los resultados de esta proyección muestran que la demanda de infraestructura de recarga en la CV-10 aumentará significativamente para el 2032 en ambos escenarios. En el escenario con crecimiento del 12,1% de BEV, será necesario contar con al menos 9 puntos de recarga en total a lo largo de la vía, mientras que el escenario con crecimiento del 28,5% de BEV, la cifra se eleva a 22 puntos necesarios.

4.3. Cobertura y distribución vial estaciones de recarga

Una vez analizada la demanda potencial de recarga a partir del volumen de tráfico (IMD) y proyectada la necesidad de puntos de recarga conforme al crecimiento del parque de vehículos eléctricos, se hace necesario aplicar un segundo criterio que asegura existe una continuidad del servicio a lo largo del trazado.

Este segundo enfoque se articuló en torno al **Criterio de Cobertura**, en el cual no se toma como referencia la intensidad de uso esperada, sino el acceso al servicio de recarga, especialmente en tramos interurbanos y corredores de conexión interprovincial. Su objetivo como tal es asegurar que independientemente de la intensidad de tráfico, exista una distancia máxima entre estaciones de recarga.

Para aplicar este principio de forma adaptada al contexto de la CV-10, se propone establecer distancias máximas entre estaciones según la intensidad del tráfico:

- Tramos de baja intensidad ($IMD \leq 10.000$ vehículos/día): estación cada 60 km
- Tramos de intensidad media ($10.000 < IMD \leq 20.000$): estación cada 50 km
- Tramos de alta intensidad ($IMD > 20.000$): estación cada 40 km

De esta forma el número mínimo de estaciones de recarga requeridas para la CV-10 se obtiene con la siguiente formula:

$$No. estaciones = \frac{L}{D}$$

Donde:

- L: longitud de la carretera (en km)
- D: distancia máxima entre estaciones, según clasificación de intensidad

Para el caso de la CV-10, con una longitud de 88,5 kilómetros dividida en 16 tramos con distintos valores de IMD y longitudes, se calcula la IMD promedio ponderada considerando la longitud de cada tramo:

$$IMD_{promedio} = \frac{\sum(IMD_i \times L_i)}{\sum L_i}$$

Donde:

- IMD i= Intensidad Media Diaria del tramo i
- Longitud i= es la longitud del tramo i

Con los datos disponibles (longitudes y IMD 2023), el cálculo es el siguiente:

Tabla 7 Cálculo de la IMD Promedio Ponderada de la CV-10 (2023)

Tramo	Longitud (km)	IMD 2023 (veh/día)	IMD × Longitud
1	1,65	23.371	38.566
2	3,35	23.962	80.298
3	3,00	24.075	72.225
4	7,00	31.775	222.425
5	2,00	22.099	44.198
6	2,00	21.646	43.292
7	4,70	24.990	117.453
8	6,80	19.859	134.501
9	2,40	18.174	43.618
10	5,10	9.867	50.352
11	4,60	6.602	30.369
12	6,98	4.967	34.678
13	15,76	3.920	61.739
14	14,58	3.081	44.909
15	3,66	1.185	4.337
16	4,94	823	4.062
IMD Promedio			11.608

Fuente: Elaboración propia a partir de la Memoria Anual de Aforos 2023 de la Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructura y Territorio. (Generalitat Valenciana, 2023)

Obteniendo así una IMD promedio de **11.608 vehículos /día**, lo que permite ubicar a la CV-10 en el rango de intensidad media ($10.000 < \text{IMD} < 20.000$) por lo que el criterio de distancia máxima entre estaciones es $D=50\text{km}$. Aplicando la fórmula para toda carretera, tendríamos que:

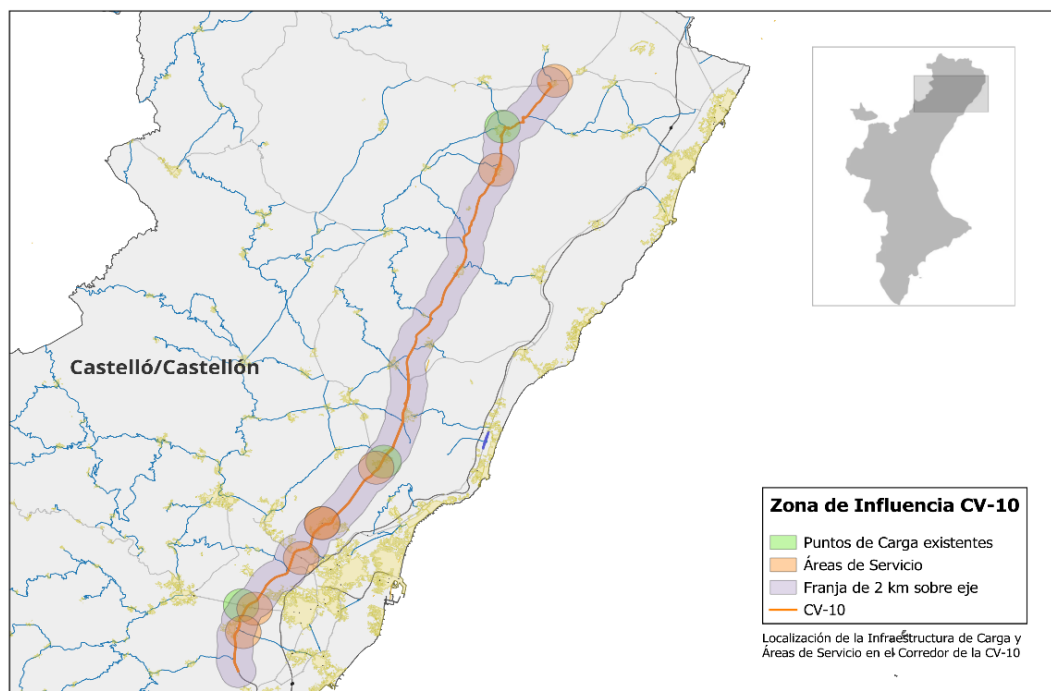
$$\text{No. estaciones} = \frac{88,52}{50} = 1,77 \sim 2 \text{ estaciones mínimas de recarga rápida por sentido}$$

Lo que sugiere que para que exista un servicio de recarga sin limitaciones es necesario contar con al menos dos estaciones de recarga distanciadas 50 km una de la otra a lo largo de la CV-10.

I. Diagnóstico de la Cobertura y Distribución Actual de Estaciones de Recarga

Ahora bien, con el objetivo de analizar la situación actual de la CV-10 en cuanto a cobertura de infraestructura de recarga, se llevó a cabo una identificación de las áreas de servicio y puntos de recarga públicos existentes a lo largo del corredor. Este análisis se desarrolló mediante un Sistema de Información Geográfica (QGIS), siguiendo la metodología descrita en el capítulo anterior, específicamente en lo referente a el “*Criterio de accesibilidad y distribución vial*”. Para ello, se estableció como umbral de accesibilidad una distancia máxima de 2 kilómetros en línea recta desde el eje de la vía. Con base a este criterio, se generó un buffer de 2 km a ambos costados de la CV-10, dentro del cual se identificaron todas las estaciones de servicio y puntos de recarga que se encuentran dentro del área de influencia.

Ilustración 13. Localización de la Infraestructura de Carga y Áreas de Servicio en la CV-10 (Radio 2km)



Fuente: Elaboración propia a partir del CNIG e IDEA

Con la información del Directorio de servicios REST de ArcGIS (IDAE), validada mediante la plataforma Mapareve del Ministerio para la Transición Ecológica, se localizaron un total de tres estaciones de recarga que suman 12 puntos de recarga rápida. Todas estas instalaciones están situadas en estaciones de servicio o son puntos municipales y disponen de conectores CCS2 y CHAdeMO de 50 kW, además de conectores Tipo 2 de menor potencia (43–43,6 kW).

Las estaciones identificadas se distribuyen a lo largo del corredor de la siguiente manera:

Tabla 8 Estaciones de Recarga Existentes en el Corredor de la CV-10 (dentro del buffer de 2 km)

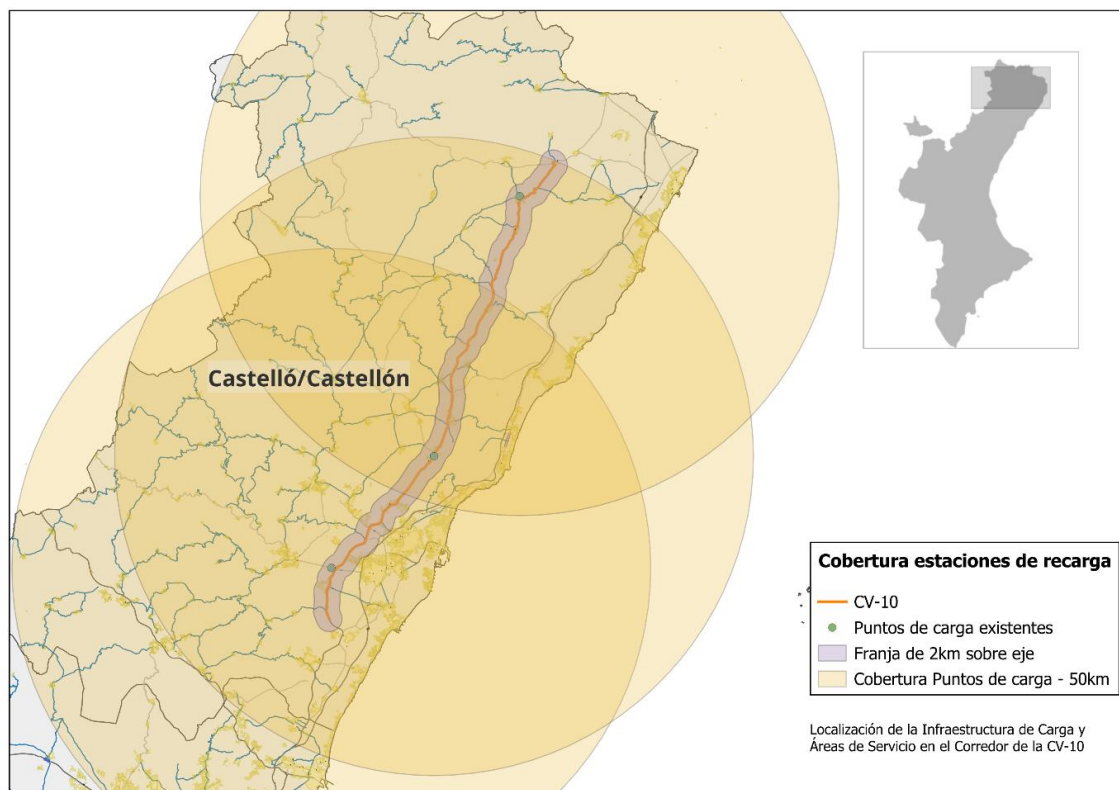
Localización	Código estación	Potencias (kW)	Tipo de conectores	Observaciones
Intersección CV-20	ESREPE10276	43,6 – 50	Tipo 2, CCS2, CHAdeMO	Estación Repsol, costado norte
Pobla Tornesa	ESREPE12139	43,6 – 50	Tipo 2, CCS2, CHAdeMO	Estación Repsol, costado sur
San Mateo (Iberdrola)	ESIBDE7490 / E7491	43 – 50	Tipo 2, CCS2, CHAdeMO	Punto de recarga municipal, costado norte

Fuente: Elaboración propia a partir de datos descargados del Directorio de servicios REST de ArcGIS (IDAE) y MapaReve (Ministerio para la Transición Ecológica).

II. Evaluación de la Cobertura con Buffer de 50 km

Para verificar si las estaciones de carga actuales cumplen con el criterio anteriormente establecido (mínimo 2 estaciones por sentido separadas por un máximo de 50 km), se realizó nuevamente un análisis espacial generando buffers de 50 km desde cada una de las estaciones identificadas.

Ilustración 14. Cobertura de las estaciones de recarga Existentes con Buffer de 50 km en la CV-10



Fuente: Elaboración propia a partir del CNIG e IDEA

Al analizar la cobertura en detalle y considerando los sentidos de circulación, se observa que, la cobertura en sentido norte-sur (dirección La Vilavella) es completa, con dos estaciones de carga, mientras que el sentido sur- norte (dirección La Jana), solo cuenta con una estación de recarga operativa, por lo que se hace necesario incorporar una nueva estación en este sentido.

4.4. Mejora en la cobertura del servicio de recarga

Tal como se indicó anteriormente en el apartado 4.2 Intensidad Media Diaria (IMD), el análisis de la IMD y la proyección de demanda al 2032 permitieron establecer la demanda mínima de puntos de recarga que garantizaran un servicio adecuado en la CV-10, sin provocar déficit o sobredimensionamiento. Las necesidades identificadas fueron:

- Escenario 1 (conservador) 12,1 % de BEV sobre el parque total: necesidad de 9 puntos de recarga
- Escenario 2 (moderado) 28,5 % de BEV sobre el parque total: necesidad de 22 puntos de recarga

Actualmente, la infraestructura existente sobre la CV-10 está conformada por tres estaciones de recarga, ubicadas en los municipios de San Mateo, Pobla Tornesa y en la intersección con la CV-20, que, con un total de 12 puntos de recarga con potencias entre los 43 y 50 kW, solo cubriría la demanda prevista en el escenario 1, sin necesidad de ampliaciones en cuanto a número de puntos. Sin embargo, para el escenario 2 se identifica un déficit de 10 puntos de recarga, la cual requiere de una estrategia de ampliación que dé respuesta al crecimiento proyectado.

Para esto se propone una distribución de nuevos puntos de recarga mediante dos líneas de actuación; la primera **ampliando progresivamente las estaciones** ya existentes, priorizando aquellas con mayor capacidad física y mayor flujo vehicular, como las ubicadas en la intersección CV-20 y en Pobla Tornesa, donde podrían añadirse dos puntos adicionales en cada una. También se prevé una ampliación más limitada en San Mateo, donde podría incorporarse al menos un punto adicional.

La segunda línea de actuación va más dirigida a **construir una nueva estación** de recarga en el costado oriental del corredor, concretamente en el municipio de La Salzadella, donde se ha identificado una estación fuera de operación en la que se podría instalar al menos tres a cuatro nuevos puntos de recarga rápida.

Por medio de esta estrategia de implantación progresiva se alcanzarían los 21 puntos totales

requeridos en el escenario 2, sin sobredimensionar innecesariamente la infraestructura en el corto plazo.

4.4.1. Mejora de la potencia y tiempos de recarga

Más allá del número de puntos de recarga disponibles en el corredor, uno de los aspectos más importantes para la funcionalidad real de la infraestructura es la potencia de carga instalada, ya que esta influye directamente en los tiempos de espera y en la rotación de los vehículos. Como se mencionó antes, actualmente las estaciones de recarga ubicadas a lo largo de la CV-10 cuentan con puntos con potencias entre 43 y 50 kW, que aunque en entornos urbanos puede ser suficiente, en entornos interurbanos como este, donde predominan trayectos de mediana y larga distancia, puede ser un factor limitante frente a las necesidades operativas actuales y futuras.

Adicionalmente, la diferencia operativa es significativa, ya que, mientras los cargadores actuales requieren entre 50 y 80 minutos para alcanzar un 80 % de carga, un punto ultrarrápido (≥ 150 kW) puede lograrlo en tan solo 20–30 minutos, acercándose así a los tiempos de repostaje convencionales, y cumpliendo con la evolución de la tecnología de nuevos modelos de vehículos eléctricos.

Por ello, se recomienda incorporar al menos una estación con cargadores ultrarrápidos por sentido de circulación. Además, cada estación —nueva o ampliada— debería contar con una combinación tecnológica capaz de atender distintos perfiles de usuarios: dos puntos de carga ultrarrápida (≥ 150 kW) y uno o dos puntos de carga rápida (50–100 kW). En las estaciones existentes se plantea modernizar al menos un punto actual o añadir uno nuevo si el espacio lo permite.

Como complemento, se propone la implementación de sistemas de gestión energética inteligente (Smart Charging), que permiten la monitorización en tiempo real del estado de los puntos, la gestión dinámica de la potencia entre múltiples usuarios, la reserva anticipada y la interoperabilidad con distintos operadores. Estas herramientas aumentan la eficiencia operativa y mejoran la experiencia del usuario, en consonancia con los lineamientos del Reglamento AFIR.

4.4.2. Nueva estación de recarga - costado oriental

El análisis de cobertura confirmó la necesidad de reforzar la infraestructura de recarga en el costado oriental de la CV-10, especialmente en el tramo comprendido entre los municipios de Les Coves de Vinromà y La Jana. Aunque una de las estaciones ubicadas en el en el sentido norte-sur (concretamente la situada más al norte, en San Mateo) se encuentra en un tramo de carretera convencional, lo que permite su acceso desde

ambos sentidos de circulaci3n, se considera recomendable contar con un punto adicional en el sentido sur-norte para garantizar la continuidad del servicio y prever la demanda futura del corredor.

En este contexto, se ha identificado como ubicaci3n prioritaria la antigua estaci3n de servicio del municipio de **La Salzadella**, actualmente fuera de operaci3n, ubicada al costado oriental de la carretera CV-10.

Ilustraci3n 15. Vista de la Estaci3n Abandonada Propuesta en La Salzadella



Fuente: Google Street View (2023).


La elecci3n de este punto se basa en su alineaci3n con lo establecido en el Reglamento AFIR, que no solo se centra en las exigencias sobre la cobertura m3nima, sino que pone 3nfasis en la integraci3n funcional de los puntos de carga con los principales ejes de transporte, nodos multimodales y 3reas de servicio. En concreto, el lugar cumple con:

- ✓ Proximidad a la v3a principal: situado a menos de 2 km del eje de la CV-10.
- ✓ Distancia entre estaciones ≤ 50 km: Tomando como referencia la estaci3n de Pbla Tornesa
- ✓ Infraestructura b3sica preexistente y servicios complementarios: cuenta con edificaci3n y antiguas instalaciones.

- ✓ Cercanía a núcleos urbanos intermedios o turísticos, como la La Salzadella

Para la rehabilitación y adecuación, se identificó la parcela con referencia catastral 12098BA006008040000XB, ubicada en Figueral / La Salzadella, en la CV-10. Sus características principales son:

Ilustración 16. Ficha catastral - Estación de servicio

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE						
Referencia catastral	12098A006008040000XB  					
Localización	Polígono 6 Parcela 804 FIGUERAL. LA SALZADELLA (CASTELLÓN)					
Clase	Rústico					
Uso principal	Agrario					
Superficie construida 	295 m ²					
Año construcción	1975					

PARCELA CATASTRAL	
	Parcela construida sin división horizontal
Localización	CR CS-S MATEO 2 Polígono 6 Parcela 804 FIGUERAL. LA SALZADELLA (CASTELLÓN)
Superficie gráfica	1.329 m ²

CONSTRUCCIÓN						
Uso principal	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²	Tipo Reforma	Fecha Reforma
OFICINA		00	00	97		
EST SERVICIO		00	00	198		

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	I- Improductivo	00	1.034

Fuente: Extracto de ficha catastral del inmueble – (Sede Electronica de Catastro, 2025)

Aunque el suelo se encuentra clasificado como suelo rústico con uso agrario, su historial como estación de servicio reconocida catastralmente, da una base para su recuperación como infraestructura energética al servicio de la movilidad sostenible.

De acuerdo con el Artículo 211.f.6º de la Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) de la Comunidad de Valencia, se permite de forma excepcional en suelo no urbanizable la implantación de obras e infraestructuras de suministros, transporte y comunicaciones, que resulten necesarias, como es el caso de los puntos de recarga eléctrica.

En este sentido, la propuesta de rehabilitación no implica una transformación radical del uso del suelo, sino una adecuación funcional sobre una infraestructura preexistente, en línea con el marco normativo vigente.

4.5. Diseño técnico y viabilidad eléctrica estación de La Salzadella.

Una vez identificada la necesidad de reforzar la cobertura de recarga en el costado oriental de la CV-10, y propuesta la adecuación y puesta en funcionamiento de una nueva estación de recarga ubicada en la parcela catastral 804 del término municipal de La Salzadella, con una superficie total de 1.329 m², según datos del Catastro (Ilustración 16). La superficie actual construida es de 295 m², de los cuales 198 m² corresponden a la zona de servicio y repostaje, y 97 m² a la edificación de oficinas. A continuación, se analiza su viabilidad técnica y operativa, desarrollando las soluciones aplicables para su implementación.

El análisis contempla aspectos como la demanda esperada, las características del terreno, el cumplimiento normativo (eléctrico y urbanístico), la sostenibilidad del modelo propuesto y los permisos necesarios para su legalización

4.5.1. Estimación de demanda específica y dimensionamiento de la estación

Para validar la viabilidad técnica de la estación de recarga propuesta, se ha estimado la demanda esperada de vehículos eléctricos (BEV) que podrían requerir servicio de carga en este punto, tomando como base la Intensidad Media Diaria (IMD) del tramo directamente contiguo. De esta forma se podrá escalar el análisis general de red realizado anteriormente, a una dimensión micro, asegurando que el número y tipo de cargadores instalados respondan al flujo real del tráfico y a las proyecciones de crecimiento.

La IMD del tramo donde se ubica la estación para 2032 (año horizonte) se ha calculado aplicando la tasa compuesta de crecimiento anual (CAGR) del 0.143%, ajustada con

base en la evolució històrica del parc automotor de turisme sobre la IMD de 9.867 vehicles registrada en 2023 (Memoria Anual de aforos, 2023), obtenint per a 2032 10.004 vehicles/dia.

A partir de este valor se aplican los porcentajes de crecimiento de vehículos eléctricos en circulación, de los dos escenarios definidos en la proyección general:

- Escenario 1 (conservador): 12,1 % de BEV sobre el total del parque circulante.
- Escenario 2 (moderado): 28,5 % de BEV.

Además, se mantienen los siguientes supuestos ya utilizados en el análisis general:

- La hora punta representa aproximadamente un 10 % de la IMD diaria.
- El 8 % de los BEV en tránsito durante la hora punta se estima que requerirán acceso a un punto de recarga, de acuerdo con referencias de IDAE y AVERE (2023).

La siguiente tabla resume los cálculos para cada escenario:

Parámetro	Escenario 1 (12,1 %)	Escenario 2 (28,5 %)
IMD total 2032 (proyectado)	10.004 vehículos	10.004 vehículos
BEV diarios	1.210	2.851
Tráfico en hora punta (10 %)	1.000 vehículos	1.000 vehículos
BEV en hora punta (10 %)	121	285
BEV que requieren recarga (8 %)	10	23

Fuente: Elaboración propia

Con base en los tiempos de recarga definidos anteriormente en **Tiempos de recarga y rotación diaria** (entre 30 y 80 minutos para una carga del 80 % con potencias de carga de 50kW y 150kW respectivamente), se estima los tiempos y capacidad operativa de los puntos de carga:

Tabla 9. Tiempos de recarga por tipo de carga

Tipo de carga	Tiempo promedio por carga	Recargas posibles en 24h	Recargas posibles por punto en 1h
Carga rápida (50 kW)	80 min	18	1
Carga ultrarrápida (150 kW)	30 min	48	2

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, para estimar el dimensionamiento de la estación en cada uno de los escenarios analizados, se toma como referencia la demanda en hora punta, sin

diseñar exclusivamente para cubrir el total de recargas proyectadas en ese intervalo. En este sentido y recurriendo a diversas guías técnicas como las de AVERE (2022) y Transport & Environment (2023) quienes recomiendan que el diseño de estaciones de recarga se base en niveles de utilización promedio, se consideran valores entre el 50 % y el 70 % de la demanda máxima para el caso práctico.

Así, la instalación de nuevos puntos permitirá asegurar un nivel de servicio adecuado durante los picos de uso, sin llegar a sobredimensionamientos que generen altos costes de inversión y mantenimiento. A continuación, se detalla las diferentes alternativas de configuración de tipos de carga que al final estarán sujetas a criterios técnicos, disponibilidad presupuestal, espacio físico y proyecciones futuras.

Escenario 1: Para una demanda de aproximadamente 10 recargas en la hora punta, se propone instalar una configuración básica que permita atender entre 3 y 4 recargas por hora:

- Opción A: 1 punto de carga ultrarrápida (150 kW) + 1 punto de carga rápida (50 kW) – capacidad estimada: 3 recargas/hora
- Opción B: 3 puntos de carga rápida (50 kW) – capacidad estimada: 3 -4 recargas/hora

Escenario 2: Para una demanda de aproximadamente 23 recargas en hora punta, se proponen varias combinaciones viables, que permitirían alcanzar una capacidad operativa de al menos 6 recargas por hora. Las opciones son:

- Opción A: 2 puntos de carga ultrarrápida (150 kW) + 2 puntos de carga rápida (50 kW) – capacidad estimada: 6 - 8 recargas/hora
- Opción B: 1 punto de carga ultrarrápida (150 kW) + 3 punto de carga rápida (50 kW) – capacidad estimada: 6 - 8 recargas/hora

4.5.2. Escenarios operativos y alternativas de configuración

I. Escenario 1 – Opción A

La primera alternativa, corresponde a un escenario de demanda proyectada moderada, con una estimación base de hasta 10 recargas por hora en la franja de mayor demanda. Para responder a este nivel de uso, se planteó la configuración operativa que combina:

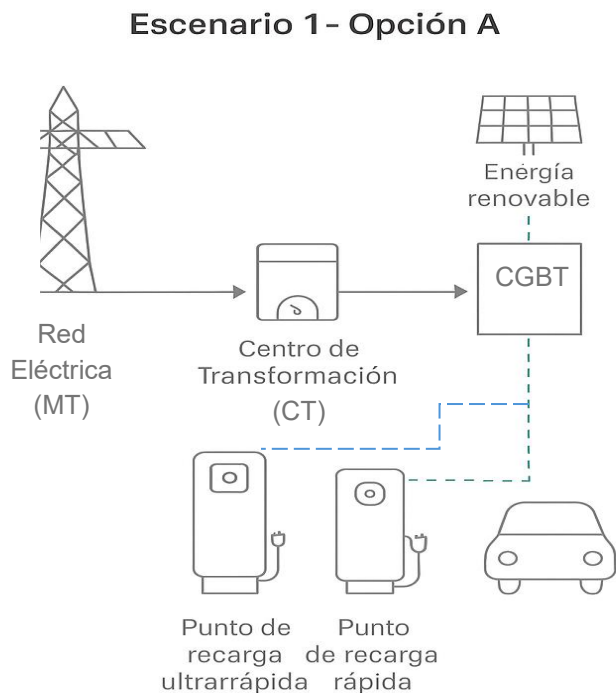
- 1 punto de recarga ultrarrápida de 150 kW
- 1 punto de recarga rápida de 50 kW

Esta combinación permitiría atender entre 3 y 4 recargas por hora, en función de los tiempos promedio de uso de cada tipo de cargador (30 minutos para el ultrarrápido y 80 minutos para el rápido). En total, la estación requerirá una potencia de **200 kW**, lo que excede el límite de instalaciones en baja tensión (100 kW) establecido por la ITC-BT-52 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), siendo necesaria una acometida en media tensión (MT) y un centro de transformación (CT).

Por ello, se prevé una acometida a la red en media tensión (20kV), con conexión directa a una línea aérea próxima a la estación, identificada durante las inspecciones visuales de la parcela, tal y como se detalla más adelante, esta conexión alimentará el centro de transformación de **400kVA**, suficiente para cubrir la demanda estimada y dejar un margen para futuras ampliaciones o para el caso de integrar fuentes renovables. El diseño detallado del sistema de protección, canalización eléctrica, cuadro general de baja tensión (CGBT) y sistemas de control deberá contemplarse en el proyecto técnico de ejecución, conforme a la normativa vigente (REBT, ITC-RAT, UNE-HD 60364) y los requisitos del operador de red.

Desde el CT se desplegará un Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), que alimentará los dos puntos de recarga mediante líneas derivadas independientes, incluyendo sus respectivas protecciones. Además, se integrará un sistema de gestión energética (EMS) encargado de distribuir la carga de forma eficiente y de gestionar la energía renovable y los sistemas auxiliares de la estación.

Ilustración 17. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 1. Opción A



En cuanto a la superficie de ocupación estimada, contemplando dimensiones estándar por plaza de 6m x 5m (incluyendo zonas de maniobra), zona común (CT + CGBT) de 20 m² y un área de reserva para futuras ampliaciones, se prevé que sea de 120 a 135 m²

Finalmente, con el objetivo de reforzar la sostenibilidad de la estación y reducir la presión sobre la red eléctrica, se plantea complementar la instalación con una planta solar fotovoltaica para autoconsumo. Esta se ubicaría sobre la cubierta de la antigua estación de servicio, que cuenta con una superficie útil aproximada de 186,67 m².

Con dicha superficie, y considerando un aprovechamiento efectivo del 70% del total de la superficie, se estima posible la instalación de 52 módulos de 500 WP² cada uno, alcanzando una potencia pico de 26 kWp. Aunque esta producción no cubriría toda la potencia requerida para la recarga de vehículos, sirve como fuente complementaria

² Watt-pico (Wp): Es la potencia máxima que un panel solar puede generar bajo condiciones estándar de prueba (STC), es decir, en condiciones ideales de luz solar y temperatura.

para alimentar los sistemas auxiliares de la estación, como la iluminación exterior (farolas), el funcionamiento del mobiliario urbano y los equipos de comunicación y gestión, así como el consumo eléctrico de la oficina o tienda instalada dentro de la estación. De esta forma, no solo se mejora la eficiencia energética general, sino que se refuerza la sostenibilidad del modelo de operación.

II. Escenario 1 – Opción B

La segunda alternativa para el escenario de demanda moderada plantea una solución basada exclusivamente en cargadores rápidos. En este caso, se propone:

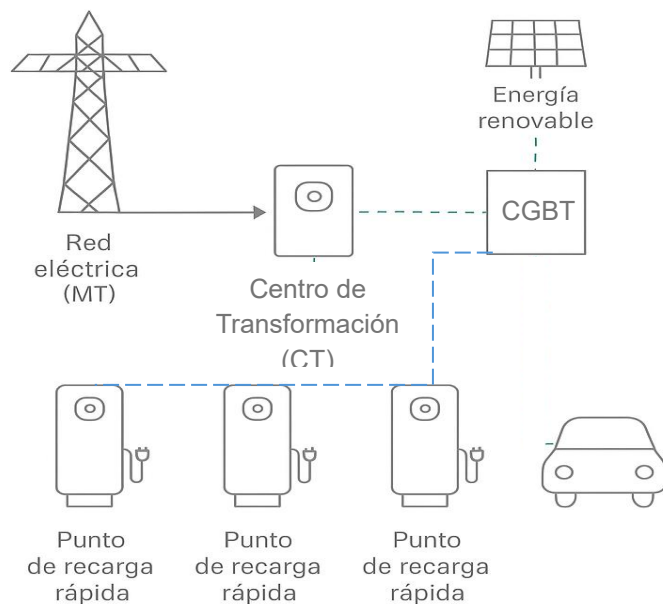
- 3 puntos de recarga rápida de 50 kW

De modo que, operando simultáneamente, permita una mayor simultaneidad de carga alcanzando una capacidad entre 3 y 4 recargas por hora, en función del tiempo medio de uso (80 minutos para alcanzar el 80 % de carga), acercándose al nivel de servicio de la opción anterior, aunque con una potencia instantánea menor.

La potencia total requerida sería de **150 kW**, lo que, aunque menor que en la opción A, sigue superando el límite de los 100 kW establecido para instalaciones de baja tensión, lo que obliga igualmente a realizar una acometida de media tensión, desde la línea aérea identificada próxima a la estación, con un centro de transformación, aunque en este caso se contempla una posible reducción del tamaño del transformador a **250 o 315 kVA**, permitiendo igualmente tener un margen de reserva operativo.

Desde el centro de transformación, la energía se distribuirá a un cuadro general, desde donde se conectarán los tres puntos de recarga. Al tener más cargadores que en la opción anterior, será necesario asegurarse de que el sistema eléctrico reparta la energía de forma equilibrada entre ellos, para evitar sobrecargas o tiempos de espera innecesarios. Esta función será gestionada por el sistema energético de la estación, que también se encargará de coordinar el uso de la energía renovable y el funcionamiento de los servicios auxiliares.

Ilustración 18. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 1. Opción B



Fuente: Elaboración propia

A nivel espacial, esta alternativa requiere una superficie de ocupación mayor a la alternativa anterior, debido a la necesidad de disponer de tres plazas de recarga, por lo que se recomienda diseñar la distribución, en batería para facilitar maniobras y minimizar interferencias entre vehículos, reservando también una plaza adaptada para personas con movilidad reducida (PMR). Considerando las áreas para estacionamiento, circulación interna, zona técnica y franjas de seguridad, se estima una ocupación total aproximada de entre 190 y 210 m².

III. Escenario 2 – Opción A

La primera alternativa para el escenario de alta demanda, con una estimación de hasta 23 recargas por hora en la franja punta, plantea una configuración con potencias mas altas, de modo que permita gestionar flujos mayores de vehículos eléctricos. Para este caso, se propone:

- 2 puntos de recarga ultrarrápida de 150 kW
- 2 puntos de recarga rápida de 50 kW

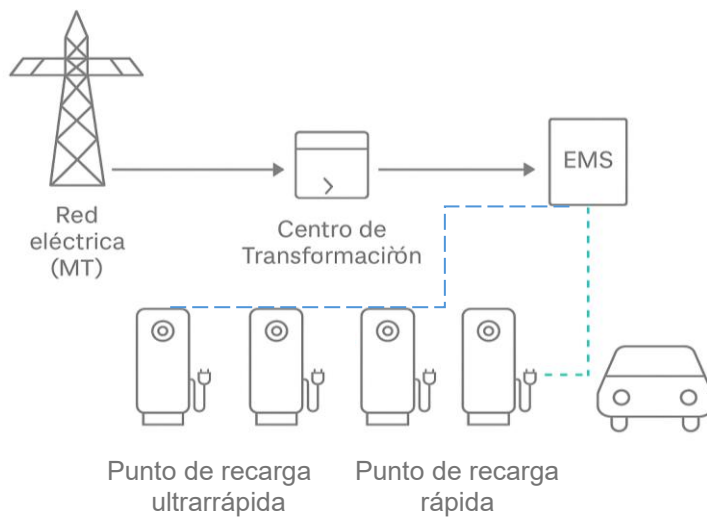
Esta disposición permite alcanzar entre 6 y 8 recargas por hora, según los tiempos medios de uso. La potencia total instalada sería de **400 kW**, lo que obliga, como en las

opciones anteriores, a una acometida en media tensión y a la instalación de un centro de transformación (CT) de mayor capacidad.

La conexión a la red eléctrica se realizará mediante una acometida en media tensión (20 kV), partiendo de la línea aérea próxima a la parcela. Esta acometida alimentará un CT de al menos **500 o 630 kVA**, suficiente para cubrir la demanda estimada y dejar un margen para futuras ampliaciones o integración de sistemas adicionales (almacenamiento, fotovoltaica, etc.).

Desde el CT, la energía será canalizada hacia un Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), que posteriormente se integrará con el sistema de gestión energética (EMS). El CGBT distribuirá la energía hacia los cuatro puntos de carga mediante líneas independientes y protegidas, mientras que el EMS gestionará dinámicamente el uso de la energía.

Ilustración 19. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 2. Opción A



Fuente: Elaboración propia

A nivel de superficie, se prevé una ocupación entre 240 y 270 m², considerando al igual que en las alternativas anteriores, un diseño que garantice accesos independientes, áreas seguras para realizar maniobras, espacio para las instalaciones técnicas y al menos una plaza accesible (PMR). A diferencia de la opción anterior, se recomienda la ubicación de las plazas en batería o en dos líneas paralelas con dos plazas, para optimizar el espacio sin necesidad de llegar a afectar las maniobras e interferencias entre vehículos.

IV. Escenario 2 – Opción B

Esta alternativa, diseñada también para el escenario de alta demanda, contempla una distribución que prioriza el número de puntos disponibles, combinado cargadores rápidos y ultrarrápidos, que incluye:

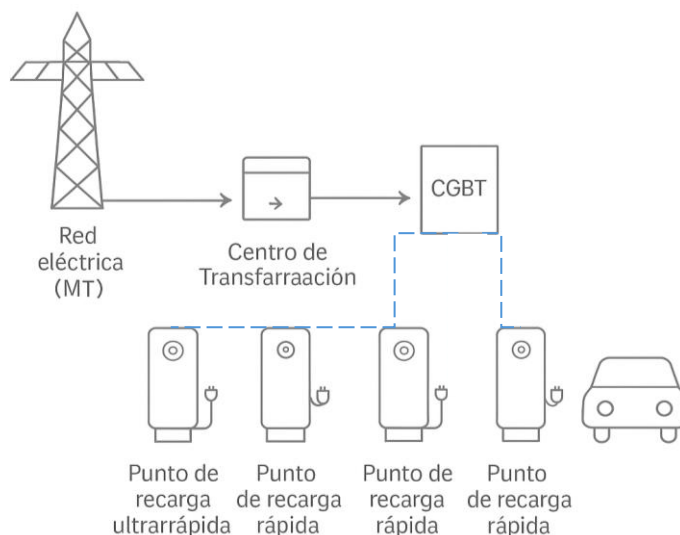
- 3 puntos de recarga rápida de 50 kW
- 1 punto de recarga ultrarrápida de 150 kW

Esta configuración, similar a la opción anterior, permitiría una capacidad operativa estimada de entre 6 y 8 recargas por hora, pero con una menor potencia instantánea en conjunto (**300 kW**). Esto reduce los requerimientos de transformación eléctrica, permitiendo contemplar un centro de transformación de **400 kVA**, conectado igualmente mediante acometida en media tensión desde la línea aérea existente.

En este sentido, aunque el centro de transformación de 400 kVA, previsto para esta alternativa, en efecto sería suficiente para alimentar la configuración total de 300 kW, sin embargo, cabe desatacar que este dimensionamiento permite la operación simultánea de todos los equipos, aunque con un margen de seguridad limitado, ya que la potencia contratada se aproxima al 85% de la capacidad nominal del transformador. No obstante, en la práctica, no todos los vehículos demandan su potencia máxima de forma continua, ya que los perfiles de carga varían según el estado de la batería y la curva de recarga, lo que reduce la probabilidad de simultaneidad. Además, el sistema de gestión (EMS) ayuda a optimizar la asignación de potencia y evita sobrecargas. Así que de cara al futuro, se contempla la posibilidad de integrar alma

Desde el CT, la red interna de distribución se organizará a través de un CGBT que alimentará los cuatro cargadores con sus protecciones correspondientes, apoyado por el EMS, que asumirá la gestión energética integral. Este sistema optimizará la asignación de potencia entre los equipos, facilitará el monitoreo y permitirá la integración futura de sistemas de almacenamiento o generación local.

**Ilustración 20. Diagrama eléctrico simplificado de las alternativas de recarga - Escenario 2.
Opción B**



Fuente: Elaboración propia

La disposición física requerirá una ocupación aproximada de 240 a 270 m², considerando zonas de estacionamiento, maniobra, accesos y área técnica. En este caso, también podría optarse por una disposición en batería o en línea segmentada para maximizar la accesibilidad, especialmente si se quiere facilitar la rotación de vehículos.

4.5.3. Justificación de la elección

Teniendo en cuenta que las cuatro alternativas planteadas se diseñaron para responder a la proyección de demanda con horizonte a 2032, sobre la base de dos posibles escenarios de crecimiento en la participación de vehículos eléctricos (12,1 % y 28,5 %), definidos a partir de los datos históricos de matriculación disponibles hasta 2023, la publicación del Informe Anual 2024 de la ANFAC permite ahora contrastar estas proyecciones con la evolución más reciente del mercado.

Los nuevos datos indican que en 2024 la cuota de vehículos eléctricos aumentó un 5,66 %, un crecimiento más moderado que en años anteriores, lo que podría implicar una tendencia futura ubicada en un punto intermedio entre ambos escenarios. Sin embargo, la trayectoria general del mercado, sumada a los objetivos establecidos en el PNIEC y otras estrategias nacionales, respalda la viabilidad de optar por el escenario moderado (28,5%) como referencia para la planificación a largo plazo.

Aun así, para evitar el riesgo de sobredimensionar la instalación en su fase inicial, se plantea un despliegue progresivo. La Fase 1 contemplará el 65 % de la capacidad prevista para este escenario, asegurando un servicio adecuado desde el inicio y dejando margen para ampliaciones futuras.

En este sentido, las alternativas analizadas para este escenario presentan configuraciones con diferente capacidad eléctrica: la Opción A integra un centro de transformación de 630 kVA, mientras que la Opción B contempla la construcción de un centro de 400 kVA. Ambas soluciones consideran la instalación de cuatro puntos de recarga (combinando equipos rápidos y ultrarrápidos), así como un número de plazas de estacionamiento y superficie ocupada similares (aprox. 240–270 m²), con accesos independientes y al menos una plaza accesible (PMR).

La elección de la alternativa más adecuada se ha realizado teniendo en cuenta principalmente dos aspectos:

1. Coste inicial de inversión, ajustado al enfoque de despliegue progresivo definido para este proyecto, así como los costes fijos asociados a la potencia contratada
2. Riesgo de sobredimensionamiento, que se reduce mediante la ejecución por fases, permitiendo contemplar la posibilidad de reevaluar la demanda antes de ejecutar la ampliación total de la estación.

Tabla 10. Comparativa de costes entre Opción A y B (escenario moderado - 28,5%)

Concepto	Opción A (CT 630 kVA, 400 kW)	Opción B (CT 400 kVA, 300 kW)	Diferencia relativa
CAPEX estimado (€)	567,216.25 €	476,501.38 €	16%
Potencia contratada (kW)	400	300	25%
OPEX anual (€)	162,360.00 €	127,580.00 €	21%
Energía comprada (€) *	105,120.00 €	78,840.00 €	25%
Término de potencia (€) **	34,000.00 €	25,500.00 €	25%
Otros costes operativos	similares	similares	—

(*) coste variable por consumo real de electricidad.

(**) coste fijo anual por la reserva de capacidad de suministro en función de la potencia contratada.

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos criterios, se selecciona la Opción B con un centro de transformación de 400 kVA. En la Fase 1 se instalarán un cargador ultrarrápido de 150 kW y un cargador rápido de 50 kW (opción mínima viable para garantizar el servicio), alcanzando una potencia inicial de operación de 200 kW, equivalente a aproximadamente el 65 % de la capacidad proyectada. Esta primera fase incluye además la ejecución de la acometida eléctrica, la adecuación del área de estacionamiento (con accesos independientes y al menos una plaza accesible), así como la canalización y obra civil necesarias para permitir la instalación futura de los equipos restantes.

En la Fase 2 se completará el desarrollo total de la estación, incorporando dos cargadores rápidos adicionales de 50 kW cada uno, alcanzando una potencia total instalada de 300 kW. Esta segunda fase podrá incluir, además, la adecuación de una zona de espera para los usuarios, mejoras de señalización y accesibilidad, así como la preparación de la infraestructura para integrar soluciones energéticas complementarias (almacenamiento o generación renovable), reforzando tanto la calidad del servicio como la sostenibilidad del proyecto.

4.5.4. Evaluación de la viabilidad económico-financiera

La evaluación de la viabilidad económico-financiera se ha realizado mediante un modelo de flujos de caja proyectados a diez años, considerando tanto los costes de inversión (CAPEX) como los costes de operación (OPEX), los ingresos derivados de la venta de energía y el impacto de las ayudas públicas disponibles. El objetivo es identificar el punto de equilibrio económico-financiero y determinar la sostenibilidad del proyecto en el horizonte temporal establecido.

El modelo se ha establecido a partir de una serie de supuesto técnicos y económicos que permiten estimar la evolución e la estación en términos de costes e ingresos. Entre los principales parámetros se incluyen la operación continua (24 horas al día 365 días al año), una ocupación inicial del 20 % con un crecimiento del 3 % anual, un precio de venta de la energía de 0,35 €/kWh con incremento anual del 2 %, y un precio de compra inicial de 0,15 €/kWh con crecimiento del 1,5 %.

En cuanto a la ocupación, se precisa que el porcentaje se refiere al nivel de uso de la capacidad máxima teoría de la estación, en este caso la ocupación inicial del 20% significa que la energía efectiva suministrada equivale al 20 % de la energía máxima que podría proveer la estación si la estación funcionara de manera continua a su máxima capacidad a lo largo de todo el año.

El CAPEX total estimado para la alternativa seleccionada asciende a 476.501 €, incluyendo equipos de recarga, centro de transformación, acometida, obra civil, entre otros, sin embargo, no todos estos costes son subvencionables. De acuerdo con la convocatoria del Plan MOVES III, gestionado en la Comunidad Valenciana por el IVACE, se consideran elegibles aspectos como obra civil, instalaciones eléctricas, adquisición e instalación de equipos de recarga, quedando excluidos los gastos financieros, compra de terrenos, personal e impuestos (IVA).

En este sentido, sobre el valor elegible se aplica un porcentaje de subvención que depende del tipo de solicitante: en el caso de las administraciones locales, la ayuda puede alcanzar hasta el 80 %, mientras que para las empresas privadas se sitúa en un máximo del 50 %, ampliable a un 10 % adicional por localizarse en municipios de menos de 5.000 habitantes, como es el caso de La Salzadella (678 habitantes en 2024). De este modo, una empresa privada que opere la estación podría beneficiarse de una subvención equivalente al 60 % del CAPEX elegible, mientras que una administración local podría alcanzar hasta el 80 %.

Aplicando estas condiciones al proyecto, el desembolso inicial de la Fase 1 se reduce desde 309.725 € (65 % del CAPEX total) a una inversión neta de alrededor de 111.501€, cifra que se refleja en el modelo de flujos de caja.

Tabla 11. Flujos de caja anuales y acumulados de la estación

Año	Ingresos (€)	OPEX total (€)	CAPEX (€)	Flujo neto (€)	Flujo acum. (€)
0	0 €	0 €	-111.501 €	-111.501 €	-111,501 €
1	122.639 €	92.466 €	0 €	30.173 €	-81,328 €
2	128.844 €	94.376 €	0 €	34.468 €	-46,860 €
3	135.364 €	97.874 €	0 €	37.490 €	-9,370 €
4	213.322 €	139.940 €	-60.039 €	13.343 €	3,973 €
5	224.116 €	145.244 €	0 €	78.872 €	82,845 €
6	235.456 €	150.764 €	0 €	84.692 €	167,536 €
7	247.370 €	156.510 €	0 €	90.860 €	258,397 €
8	259.887 €	162.491 €	0 €	97.397 €	355,793 €
9	273.038 €	168.716 €	0 €	104.321 €	460,115 €
10	286.853 €	175.197 €	0 €	111.656 €	571,771 €

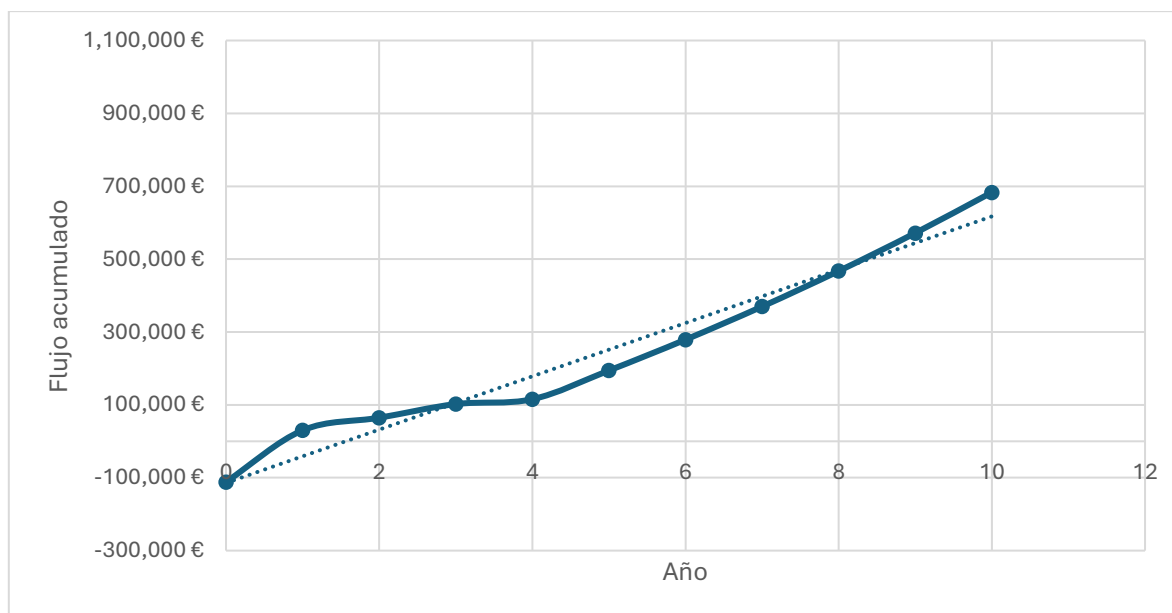
Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que, durante la Fase 1, la estación genera flujos netos positivos en el rango de 30.000 a 37.000 € anuales. Estos valores son suficientes para cubrir los costes de operación, aunque no permiten todavía compensar la inversión inicial.

En el año 4 se ejecuta la ampliación a 300 kW mediante la incorporación de dos cargadores rápidos adicionales de 50 kW, lo que implica un nuevo desembolso cercano a los 60.000 €³. No obstante, a partir del año 5, la estación entra en un régimen estable con ingresos anuales superiores a 220.000 €, costes operativos que se sitúan en torno a 145.000–175.000 €, y márgenes netos de 79.000–112.000 € al año. En este punto, el flujo acumulado alcanza 154.319 €, lo que consolida el punto de equilibrio económico-financiero del proyecto.

La evolución de los flujos se ilustra en la Figura X, donde se observa cómo el acumulado, tras un descenso en el año 4 por la inversión de ampliación, se torna definitivamente positivo a partir del año 5 y crece de manera sostenida hasta superar los 680.000 € en el año 10.

Gráfico 8. Flujo de caja acumulado - Estación de recarga



³ El valor de inversión considerado en el año 4 (60.039 €) corresponde al CAPEX neto tras la aplicación de las ayudas del Plan MOVES III.

Fuente: Elaboración propia

Este comportamiento está fuertemente condicionado por la aplicación de ayudas públicas como el Plan MOVES III, que permite reducir de manera significativa la carga financiera inicial. La disponibilidad de estas subvenciones no solo adelanta el año de recuperación de la inversión, sino que también mejora la rentabilidad global del proyecto. En consecuencia, la estación de recarga proyectada resulta económicamente viable, alcanzando su equilibrio financiero en el año 4 y consolidando desde entonces flujos de caja positivos y sostenibles hasta el final del horizonte de análisis.

4.5.5. Requisitos de implementación adicionales

Además de las especificaciones ya definidas para la alternativa seleccionada, existen requisitos técnicos, normativos y administrativos que deben considerarse para llevar a cabo la implantación con garantías.

I. Infraestructura eléctrica básica

De acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-52 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, toda instalación cuya potencia supere los 100 kW debe conectarse a la red mediante una acometida en media tensión (MT). En el caso de la alternativa seleccionada, la potencia requerida excede dicho umbral, por lo que se proyecta una acometida en media tensión de 20 kV (nivel habitual en entornos rurales y semiurbanos de la red de distribución).

La acometida se conectará a la línea aérea existente, identificada en las inspecciones del entorno, y deberá disponer de los elementos mínimos de protección exigidos por la ITC-RAT (interruptores de corte, fusibles y sistemas contra sobretensiones).

Ilustración 21. Torre de media tensión próxima a la estación



Fuente: Inspección visual Google Street View (2025)

La energía se transformará a baja tensión (400 V) a través de un Centro de Transformación (CT) de 400 kVA, con capacidad suficiente para cubrir la demanda inicial de la estación y mantener un margen de reserva ante futuras ampliaciones o integración de renovables. Desde el CT se alimentará un Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), encargado de distribuir la energía tanto a los puntos de recarga como a los sistemas auxiliares, mediante líneas independientes y protecciones según la normativa UNE-HD 60364.

Finalmente, se integrará un Sistema de Gestión Energética (EMS), cuya función será optimizar el uso de la potencia disponible, balancear las cargas, reducir picos de demanda y facilitar la integración de generación renovable o almacenamiento energético en fases posteriores del proyecto.

- **Instalación fotovoltaica de apoyo (opcional)**

Como complemento a la infraestructura de recarga, puede valorarse la incorporación de una instalación fotovoltaica sobre la cubierta de la antigua estación de servicio. Esta medida no se ha considerado en los cálculos de inversión ni de explotación del proyecto base, pero se plantea como una alternativa futura para reforzar la sostenibilidad operativa y reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.

La superficie disponible en cubierta es de aproximadamente 186,7 m² (12,20 m × 15,30 m). Considerando pasillos técnicos, sombreados y márgenes de seguridad, se estima una superficie útil de alrededor de 130 m². Con esta área sería posible instalar hasta 52 módulos estándar de 500 Wp (≈2,5 m² cada uno), alcanzando una potencia pico de unos 26 kWp.

Esta energía adicional se destinaría principalmente al abastecimiento de los sistemas auxiliares de la estación, como:

- Iluminación exterior (farolas)
- Equipos de gestión y comunicaciones
- Climatización y consumo de oficinas o tienda
- Mobiliario urbano y señalización

La energía se conectaría directamente al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) y sería gestionada mediante el EMS, priorizando el autoconsumo directo. La posibilidad de que la instalación fotovoltaica genere excedentes dependerá de su diseño técnico final, por lo que deberá evaluarse en detalle durante la fase de proyecto. En caso de que se contemple el vertido de excedentes a la red, será necesario tramitar los permisos y registros correspondientes, conforme a lo establecido en la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (IDAE, v.6 – julio 2024).

Il·lustració 22. Proposta de adequació de la estació en La Salzadella com a punt de recarga ràpida



Fuente: Elaboración propia con ayuda de I.A. / Diseño conceptual.

Finalmente, este tipo de soluciones, además de estar alineadas con los objetivos de sostenibilidad nacionales y europeos, son compatibles con programas de apoyo como el Plan MOVES III y convocatorias autonómicas específicas para generación renovable.

II. Puntos de recarga

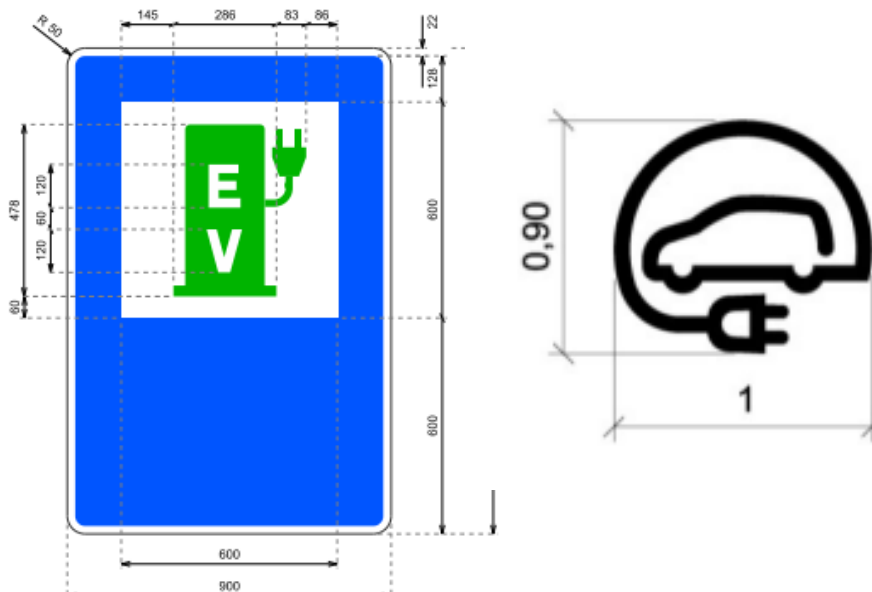
La configuración final de la estación prevé un conjunto de cuatro puntos de recarga, compuesto por un equipo ultrarrápido de 150 kW y tres equipos rápidos de 50 kW, lo que permite alcanzar una potencia total de 300 kW. Este dimensionamiento responde tanto a la proyección de demanda definida como a los criterios de accesibilidad y cumplimiento normativo establecidos para estaciones públicas de recarga en corredores interurbanos.

Desde el punto de vista normativo, los equipos deberán cumplir con los estándares europeos de interoperabilidad: IEC 62196-2 para conectores tipo 2 en corriente alterna (AC) y IEC 62196-3 para conectores CCS Combo 2 en corriente continua (DC), este último obligatorio en estaciones de acceso público conforme al Reglamento (UE) 2023/1804 (AFIR).

En materia de accesibilidad, la estación deberá disponer de al menos una plaza adaptada para personas con movilidad reducida (PMR), en cumplimiento del Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA) del CTE. Esta plaza tendrá un ancho mínimo de 3,60 m, longitud $\geq 5,00$ m, espacio lateral de transferencia y acceso libre al cargador. Además, se recomienda prever un área de maniobra de al menos 6,00 m de longitud por plaza y distancias de separación suficientes entre equipos para permitir recargas simultáneas.

La distribución de plazas (en batería o en línea) se definirá en la fase de proyecto según la geometría de la parcela, priorizando la rotación rápida, la comodidad de acceso y la seguridad de maniobras. El entorno deberá señalizarse conforme al Reglamento General de Circulación, mediante marcas viales y señalización vertical específica. Para la estación se empleará la señal S-105e “Estación de recarga eléctrica”, aprobada por la Dirección General de Tráfico en el BOE-A-2025-12199.

Ilustración 23 Dimensiones señales de servicio Vertical y horizontal - S-105e y M-6.15



Fuente: BOE-A-2025-12199, 17 de junio de 2025 - (Boletín Oficial del Estado (BOE), 2025)

Finalmente, se recomienda integrar infraestructura de soporte que facilite la operación y el mantenimiento de los equipos.

III. Permisos necesarios y estudios complementarios

En el caso de la estación prevista en la Salzadella (300 kW, Opción B), será necesario adicionalmente tramitar ante las administraciones competentes y la empresa

distribuidora una serie de permisos y registros que habiliten su construcción, legalización y puesta en servicio. Estos procedimientos abarcan tanto autorizaciones administrativas como requisitos técnicos que se detallan a continuación.

- **Declaración responsable para la instalación:** De acuerdo con el Real Decreto-ley 29/2021, las instalaciones de puntos de recarga para vehículos eléctricos están exentas de licencia de obra. En su lugar, es suficiente presentar una declaración responsable ante el Ayuntamiento, que permite ejecutar la instalación y habilitar el servicio de recarga desde el momento de su presentación, sin necesidad de aprobación previa.

Esta solicitud se deberá presentar por medio de la sede electrónica municipal o presencialmente, acompañada de los siguientes documentos:

- Identificación del solicitante y localización exacta del punto de recarga
- Manifestación de cumplimiento normativo técnico, urbanístico y ambiental
- Justificación del pago de tasas o tributos municipales (como el ICIO), cuando sean exigidos
- Compromiso de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura
- Documentación técnica del proyecto: memoria, planos, cálculo de cargas, y justificación normativa (CTE, ITC-BT-52, etc.)

No obstante, este procedimiento no podrá aplicarse cuando la actuación afecte a bienes de interés cultural (BIC), inmuebles protegidos o implique ocupación del dominio público, casos en los que se requerirá autorización urbanística con un plazo de resolución estimado entre 15 y 45 días hábiles.

- **Permiso de acceso y conexión eléctrica:** Toda instalación que supere los 15 kW de potencia debe solicitar acceso y conexión a la red de distribución. En el caso de esta estación, con una potencia total de 300 kW, la conexión se tramitará en media tensión (20 kV) ante la empresa distribuidora de la zona, a través de la plataforma SIPS.

La solicitud debe acompañarse de:

- Memoria técnica con características de la instalación y justificación de la potencia solicitada.
- Esquema unifilar del sistema eléctrico.
- Cálculo de cargas previstas y curvas de demanda estimada.
- Plano de trazado de la acometida y localización del centro de transformación.

- Descripción del uso previsto (recarga pública de vehículos eléctricos).

La distribuidora evaluará la capacidad de la red en el punto de conexión, posibles refuerzos necesarios y los derechos de acceso y extensión que deberá asumir el solicitante. Conforme a la Circular 1/2021 de la CNMC, dispone de 20 días hábiles para emitir una propuesta técnica vinculante si existe capacidad disponible; en caso de requerirse un estudio detallado, el plazo puede ampliarse hasta a 50 días.

Tras la aceptación de condiciones técnicas y económicas por parte del solicitante, se formaliza el contrato de acceso y conexión y se habilita la ejecución de las obras de acometida. Este contrato establece los plazos de puesta en servicio y garantiza la reserva de capacidad en el punto de conexión aprobado.

- **Registro de instalación eléctrica (RIBT):** Una vez finalizada la instalación eléctrica, será necesario inscribirla en el Registro de Instalaciones de Baja Tensión (RIBT) de la Comunidad Valenciana, esto para que su puesta en servicio sea oficialmente legal. Este procedimiento se gestiona a través de la plataforma digital RIGEL de la Dirección General de Industria de la Generalitat Valenciana y se encuentra regulado por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT, RD 842/2002) y la ITC-BT-52, específica para puntos de recarga de vehículos eléctricos.

La tramitación debe ser realizada por una empresa instaladora autorizada, y en función de la potencia de la estación (300 kW en el caso de La Salzadella), se requerirá la presentación de un proyecto técnico de diseño firmado por un técnico especialista, en lugar de una simple memoria técnica. La documentación incluye:

- Certificado de Instalación Eléctrica (CIE) en baja tensión.
- Proyecto o memoria técnica de diseño (según potencia y características), con detalle de protecciones, secciones de cableado y cálculos eléctricos.
- Esquema unifilar actualizado con identificación de cargas y puntos de consumo.
- Contrato de mantenimiento preventivo con empresa instaladora habilitada.
- En algunos casos, informe de organismo de control autorizado (OCA) si se superan determinados límites de seguridad o complejidad.

Una vez validada la documentación por la Conselleria, la instalación quedará registrada y oficialmente habilitada para su funcionamiento. El plazo medio de resolución suele oscilar entre 1 y 3 semanas desde la presentación completa de la documentación.

- **Instalaciones de autoconsumo asociadas (opcional):** En caso de que se integre una instalación fotovoltaica que permita cubrir parte de la demanda energética de la estación y enviar la energía sobrante a la red, será necesario cumplir con una serie de trámites adicionales, conforme a lo establecido en la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo, versión 6 (IDAE, julio 2024).

El procedimiento varía en función de la potencia instalada y del tipo de autoconsumo: con o sin excedentes. Para potencias superiores a 15 kW con excedentes a red —escenario aplicable en La Salzadella si se plantea integrar un sistema de unos 25–36 kWp—, los pasos principales son los siguientes:

- Verificación urbanística previa, que asegure la compatibilidad del sistema con la normativa local; en la mayoría de los casos será suficiente una declaración responsable, aunque en situaciones especiales podría requerirse autorización urbanística.
- Licencia de actividad, que no será necesaria en instalaciones sin excedentes o acogidas a compensación simplificada (donde la energía sobrante se descuenta en factura). En cambio, si se opta por la venta directa de energía, la actividad se considerará económica y será obligatoria la licencia correspondiente.
- Documentación técnica, que puede limitarse a una memoria en instalaciones ≤15 kW, mientras que para >15 kW se exigirá proyecto técnico firmado por técnico competente.
- Acceso y conexión a la red, a solicitar ante Iberdrola Distribución, incluyendo memoria, esquema unifilar y potencia prevista. El plazo de respuesta máximo es de 20 días hábiles, ampliable si se requiere estudio detallado.
- Ejecución e inspección de la instalación, a cargo de empresa autorizada. En sistemas >100 kW será obligatoria una inspección inicial por parte de un organismo de control autorizado (OCA).
- Legalización ante la administración autonómica, mediante inscripción en la plataforma RIGEL de la Conselleria de Industria, aportando certificado de instalación, memoria técnica y documentación complementaria.
- Contrato con comercializadora, necesario en el caso de instalaciones con excedentes, bien sea bajo el régimen de compensación simplificada o de venta de energía.

- Registro en el RAAC, obligatorio para todas las instalaciones con conexión a red, gestionado por el Ministerio para la Transición Ecológica.

En el caso de instalaciones sin excedentes y de pequeña potencia, el procedimiento se simplifica, siendo suficiente con la legalización ante la comunidad autónoma y, en su caso, la declaración responsable municipal. La integración de un sistema de autoconsumo en estaciones de recarga puede permitir una reducción significativa en el coste energético operativo y, además, es compatible con los programas de ayuda como el MOVES III y otras convocatorias regionales específicas para generación renovable.

- **Ayudas públicas:** Para la puesta en marcha de la estación de recarga en La Salzadella, el programa de referencia es el Plan MOVES III, gestionado en la Comunidad Valenciana por el IVACE. Este mecanismo concede ayudas dirigidas a proyectos sostenibles como infraestructuras de recarga de acceso público, aplicables tanto a la adquisición de equipos como a la obra civil, instalaciones eléctricas, centros de transformación, señalización y sistemas de gestión asociados.

El porcentaje de financiación varía en función del tipo de solicitante:

- Administraciones locales y entes públicos: hasta el 80 % de los costes elegibles, con un incremento adicional por localizarse en municipios de menos de 5.000 habitantes, lo que podría situar la cobertura efectiva en torno al 85–90 %.
- Empresas privadas: hasta el 50 % de los costes elegibles, ampliable en un 10 % adicional en municipios pequeños, como es el caso de La Salzadella, alcanzando un máximo aproximado del 60 %.

Para acceder a estas ayudas, es necesario presentar la solicitud antes del inicio de las obras, con la siguiente documentación:

- Ficha técnica del proyecto y memoria descriptiva.
- Presupuesto detallado de ejecución.
- Acreditación de la titularidad o derecho de uso del inmueble.
- Compromiso de destinar la instalación a uso público durante el periodo exigido por la convocatoria.

El plazo de respuesta suele oscilar entre 3 y 5 meses, y las solicitudes se gestionan por orden de presentación hasta acabar los fondos destinados a estas ayudas. Una vez aprobada, la subvención se abona tras la justificación de la inversión realizada y certificada.

- **Beneficios fiscales locales:** Además de las subvenciones directas contempladas en programas estatales y autonómicos como el Plan MOVES III, existen incentivos de carácter fiscal que dependen de la normativa municipal y que pueden aplicarse de manera complementaria. Estos beneficios no sustituyen a las ayudas económicas, sino que actúan como un refuerzo adicional para reducir la carga tributaria asociada a la implantación y explotación de la estación. Entre los más habituales están:

- Bonificación del ICIO (Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras): aplicable a las obras vinculadas a instalaciones energéticas o de movilidad eléctrica, con reducciones que en algunos municipios alcanzan hasta el 90 %.
- Reducciones en el IBI (Impuesto sobre Bienes Inmuebles): para inmuebles que incorporen instalaciones de autoconsumo o sistemas de eficiencia energética.
- Bonificaciones en el IAE (Impuesto de Actividades Económicas): dirigidas a actividades empresariales relacionadas con la movilidad sostenible o la eficiencia energética.

En el caso de La Salzadella, será necesario confirmar con el Ayuntamiento la disponibilidad y alcance de estas medidas, ya que dependen de la ordenanza fiscal vigente. No obstante, cabe destacar que estos beneficios son acumulables a las subvenciones del Plan MOVES III, de manera que el proyecto podría beneficiarse simultáneamente de la ayuda autonómica-estatal y de reducciones fiscales locales, reforzando aún más su viabilidad económica.

Tabla 12. Trámites principales para la implementación de la estación de recarga en La Salzadella

Trámite / Permiso	Institución responsable	Plazo estimado	Normativa aplicable
Declaración responsable (instalación recarga)	Ayuntamiento La Salzadella	Efectiva desde presentación	RD-Ley 29/2021
Comunicación previa de obras menores	Ayuntamiento	15–45 días hábiles	LOTUP / ordenanzas locales
Permiso de conexión a red eléctrica (MT/BT)	i-DE Iberdrola Distribución	30–90 días	Circular CNMC 1/2021
Registro instalación BT (RIBT)	Conselleria Industria (GVA)	Tras instalación	REBT / ITC-BT-52
Ayuda pública MOVES III	IVACE	3–5 meses	RD 266/2021 y convocatorias autonómicas

Fuente: Elaboración propia

En caso de que la estación incorpore una instalación fotovoltaica de autoconsumo de aproximadamente 36 kW, conectada a red y con excedentes acogidos al régimen de compensación simplificada, será necesario cumplir con una serie de trámites específicos, resumidos a continuación:

Tabla 13. Trámites específicos para una instalación fotovoltaica

Trámite / Permiso	Institución responsable	Plazo estimado	Normativa aplicable
Declaración responsable (FV)	Ayuntamiento La Salzadella	Inmediata	Guía IDAE v.6 / normativa urbanística local
Proyecto técnico (>15 kW)	Técnico competente	Previo a ejecución	REBT / ITC BT 40 / Guía IDAE
Permiso de acceso y conexión a red (excedentes)	i-DE Iberdrola Distribución	20–50 días hábiles	Circular CNMC 1/2021 / RD 244/2019

Trámite / Permiso	Institución responsable	Plazo estimado	Normativa aplicable
Contrato de compensación simplificada	Comercializadora eléctrica	1-2 semanas	RD 244/2019
Registro en plataforma autonómica (RIGEL)	Conselleria de Industria (GVA)	1-3 semanas	REBT / ITC BT 40
Registro en RAAC (autoconsumo)	Ministerio para la Transición Ecológica	Variable	RD 244/2019 / Orden TEC/1258/2019
Licencia de actividad	Ayuntamiento	No aplica	Exenta si acogida a compensación (Guía IDAE v.6)

Aunque la instalación fotovoltaica no se ha considerado en los cálculos de inversión ni de explotación de la alternativa seleccionada, su integración futura representa una oportunidad para reducir costes energéticos, reforzar la sostenibilidad de la estación y acceder a líneas de apoyo adicionales. Por este motivo, es conveniente dejar abiertos los trámites y requisitos asociados, de modo que puedan evaluarse en detalle durante la fase de proyecto si se decide incorporar esta medida.

4.5.6. Gestión y operación de la red

Más allá de los aspectos técnicos y financieros ya evaluados, la forma en que se articule la titularidad, la inversión y la explotación de la infraestructura condicionará su funcionamiento a largo plazo, así como la capacidad de atraer usuarios y de garantizar la interoperabilidad con las políticas de movilidad eléctrica.

En este sentido a continuación se analizan dos alternativas de gestión y operación; la gestión pública directa y un modelo mixto de colaboración público-privada (PPP o concesión)

- Gestión pública directa

En este esquema, la administración asume completamente la titularidad, la inversión inicial (CAPEX) y la operación de la infraestructura, lo que le permite un control total sobre aspectos estratégicos como la ubicación, las tarifas, la interoperabilidad de los equipos y los criterios de sostenibilidad energética. Esta modalidad presenta ventajas

como contar con el control total sobre los precios y condiciones de uso, facilita la incorporación de criterios sociales (como tarifas reducidas para residentes o medidas de accesibilidad) y se alinea directamente con los objetivos de planificación territorial y sostenibilidad de la administración.

Sin embargo, también tiene varias limitaciones, como que la inversión inicial es elevada (incluso con ayudas del Plan MOVES III), sumado a los costes operativos anuales y de los riesgos técnicos asociados a la explotación. Además, exige que la administración disponga de personal técnico especializado para la operación y mantenimiento, y que asuma plazos administrativos generalmente más largos para la tramitación y ejecución del proyecto.

- Modelo mixto (PPP / concesión)

El modelo mixto mantiene la titularidad pública de la infraestructura, pero delega en un operador privado la inversión parcial o total y la explotación de la estación, normalmente a través de una concesión o de un acuerdo de colaboración público-privada. En este caso, la administración se centra en la supervisión y el control, garantizando que se cumplan los criterios de calidad y sostenibilidad definidos en el pliego de condiciones.

Sus principales ventajas se centran en la reducción de la carga financiera para el sector público, ya que los costes de inversión y operación recaen en el operador privado. También permite transferir riesgos técnicos y económicos, y establecer requisitos específicos en el contrato; como límites tarifarios, obligación de uso de energía renovable, garantías de disponibilidad mínima o integración con plataformas interoperables. Sin embargo, este modelo implica renunciar a parte del control directo sobre las tarifas, exige un contrato de concesión diseñado para equilibrar el interés público y la rentabilidad privada, y puede encontrar menor interés por parte de operadores en entornos rurales con demanda inicial reducida, como es el caso de La Salzadella.

En resumen, la elección del modelo de gestión dependerá de los objetivos estratégicos de la administración y del alcance del despliegue que se pretenda desarrollar. En escenarios donde se proyecta el desarrollo de una red extensa de estaciones a lo largo del corredor, el modelo mixto puede resultar más conveniente, al distribuir los costes y responsabilidades con el sector privado. En cambio, si se opta por intervenciones puntuales, como la implantación de una estación específica en un punto crítico, el



modelo de gestión pública puede ofrecer mayor control sobre los parámetros técnicos, y tarifarios. Ambos modelos son viables adaptándose a las características del entorno, la disponibilidad presupuestaria y los instrumentos de financiación disponibles.

5. CONCLUSIONES

Este proyecto ha abordado desde una metodología de planificación de estaciones de recarga en entornos interurbanos, hasta el análisis de la viabilidad técnica y económica de la instalación de una nueva estación de recarga de alta potencia para vehículos eléctricos en la antigua estación de servicio ubicada en la zona norte de la carretera de la CV-10 del municipio de la Salzadella. A través de un análisis detallado de los requisitos técnicos y normativos, se ha demostrado que la propuesta no es solo factible, sino también necesaria conforme a las directrices nacionales y europeas de descarbonización del transporte. A modo de resumen, se destacan las siguientes conclusiones:

- La metodología implementada se desarrolló de forma que integrara criterios de cobertura territorial, proyección de la demanda, evaluación económico-financiera y modelos de gestión, constituyéndose en una herramienta replicable en otros corredores interurbanos.
- En la planificación territorial de la CV-10 se identificó una zona blanca de recarga en el tramo norte, lo que justificó la necesidad de una nueva estación. La reutilización de la antigua estación de servicio de La Salzadella se confirmó como lugar óptimo, ya que permitiría reducir costes y plazos de implantación, y aportaría adicionalmente valor en sostenibilidad al ser infraestructura reutilizable.
- El análisis de escenarios de demanda mostró que el escenario moderado (28,5 % a 2032) es el más coherente con la evolución del mercado y los objetivos del PNIEC.
- La comparación de alternativas técnicas demostró que, aunque tanto la Opción A (630 kVA, 400 kW) como la Opción B (400 kVA, 300 kW) son viables, la Opción B es la más adecuada por su menor inversión inicial, menores costes fijos de potencia contratada y la posibilidad de un despliegue progresivo en fases.
- La evaluación económico-financiera confirmó la viabilidad del proyecto: el punto de equilibrio se alcanzaría en el año 4, con flujos de caja positivos y crecientes a partir de entonces.
- Las ayudas del Plan MOVES III resultan determinantes: hasta el 80 % de subvención para administraciones públicas y hasta el 60 % para empresas privadas en municipios de menos de 5.000 habitantes, como La Salzadella. Estas, junto con posibles bonificaciones fiscales locales, refuerzan la sostenibilidad financiera del proyecto.



- El desarrollo del proyecto requiere adicionalmente el cumplimiento de los requisitos técnicos y normativos tales como; acometida en media tensión (20 kV), centro de transformación de 400 kVA, cumplimiento de la ITC-BT-52, accesibilidad universal (plaza PMR), señalización reglamentaria y registro en el RIBT.
- Se dejó abierta la posibilidad de integrar una instalación fotovoltaica de autoconsumo (36 kWp), no considerada en los cálculos base, pero con potencial para reducir costes energéticos y aumentar la sostenibilidad en mediano y largo plazo.
- En cuanto al modelo de gestión, se concluyó que el modelo mixto de colaboración público-privada es la opción más racional para la estación de La Salzadella, ya que permite compartir riesgos financieros, agilizar plazos de ejecución y mantener a la administración en un rol regulador.

En conjunto, el estudio confirma que la planificación de estaciones de recarga en corredores interurbanos debe abordarse con un enfoque integral que combine criterios territoriales, técnicos, financieros e institucionales. El caso de La Salzadella demuestra que, mediante la reutilización de infraestructuras en desuso, el acceso a ayudas públicas y la colaboración entre administraciones y operadores privados, es posible avanzar hacia una red de recarga más accesible, sostenible y alineada con los objetivos de transición energética y descarbonización del transporte.



6. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

A partir de los hallazgos y limitaciones identificadas en este trabajo, se plantean una serie de recomendaciones orientadas a profundizar el estudio y mejorar las herramientas disponibles para la planificación y gestión de infraestructura de recarga en entornos interurbanos:

- **Evaluación del comportamiento real de los usuarios en entornos interurbanos:** Dado que gran parte de los modelos de demanda actuales se basan en estimaciones, sería útil realizar campañas de campo o encuestas que permitan comprender mejor los hábitos de recarga en viajes de media y larga distancia, permitiendo de esta forma, justar los parámetros de demanda utilizados en los modelos actuales.
- **Integración con energías renovables y almacenamiento:** Si bien se planteó de manera opcional la incorporación de una instalación fotovoltaica, futuras investigaciones podrían evaluar escenarios con mayor grado de generación renovable distribuida y sistemas de almacenamiento en baterías, considerando su impacto en el OPEX y en la estabilidad de la red.
- **Evaluación territorial a gran escala:** Sería recomendable replicar la metodología en otros corredores interurbanos de la Comunidad Valenciana y del resto de España para validar su aplicabilidad, identificar patrones comunes y ajustar los criterios de cobertura a distintas realidades territoriales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (s.f.). Obtenido de Mobi. Cascais : <https://mobi.cascais.pt/servicos/celetrico>
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). (s.f.). Obtenido de <https://www.cedex.es/bases-de-datos-y-portales-de-informacion>
- (MITECO), M. p. (2024). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima* . Madrid.
- AFIR. (2023). Reglamento (UE) 2023/1804 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- ANFAC. (2017-2023). *Informes Anuales 2017-2023*. Obtenido de https://anfac.com/categorias_publicaciones/informe-anual/
- ANFAC. (31 de diciembre de 2024). *Barómetro de la electromovilidad*. Obtenido de <file:///C:/Users/jessica.sg/Downloads/Barometro-Electromovilidad-ANFAC-4T-2024.pdf>
- ANFAC. (septiembre de 2024). *Barómetro de la electromovilidad Tercer trimestre 2024*. Obtenido de <file:///C:/Users/Jessica/Downloads/Barometro-Electromovilidad-ANFAC-3T-2024-1.pdf>
- ANFAC. (2024). *Matriculaciones Turismos y Todoterreno*. Obtenido de Matriculaciones Turismos y Todoterreno
- Área de Políticas Públicas y Gobernanza Climática, ECODES. (2022). *Informe Puntos de recarga movilidad eléctrica España*.
- Asociación Automovil de Portugal . (2025). *Mercado de Vehículos Eléctricos* . Obtenido de <https://www.acap.pt/pt/noticia/1129/mercado-de-veiculos-electrificados-com-crescimento-de-257-por-cento-no-ultimo-mes-de-2024>
- Ayuntamiento de Madrid. (s.f.). *Movilidad Eléctrica*. Obtenido de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Movilidad-electrica/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=11afe5827c160810VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=3edd31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=11769772>
- Bayer Innovati. (s.f.). *Estaciones de carga públicas en Baviera*. Obtenido de <https://www.bayern-innovativ.de/de/seite/ladeatlas>

- Boletín Oficial del Estado (BOE)*. (2025). Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2025/06/17/pdfs/BOE-A-2025-12199.pdf>
- Bundesnetzagentur. (16 de 07 de 2024). *Ladesäulenregister Bundesnetzagentur*. Obtenido de <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html>
- Camara Municipal de Cascais. (2025). Obtenido de Data Cascais: data.cascais.pt/geral/cascais-info
- Comisión Europea. (2018).
- Covern Illes Balears. (diciembre de 2023). *Plan de Inversiones para la Transición Energética*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://femp-fondos-europa.es/wp-content/uploads/2022/03/140322-plan_de_inversiones_para_transicion_energetica_baleares.pdf
- Electric Vehicle Data . (s.f.). *EV- Database ORG*. Obtenido de <https://ev-database.org/>
- Electromaps. (2024). *Estaciones de recarga en el Territorio Español*. Obtenido de <https://www.electromaps.com/es>
- European Alternative Fuels Observatory. (s.f.). *Interactive map*. Obtenido de <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/interactive-map>
- European Investment Bank. (s.f.). *European Investment Bank*. Obtenido de <https://www.eib.org/en/index>
- FEMP. (2025). *Guía de orientación a los municipios para el despliegue de infraestructura de recarga del vehículo eléctrico*. Obtenido de <https://www.femp.es/node/7167>
- für, S. (s.f.). *Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt*. Obtenido de <https://berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsplanung/elektromobilitaet/ladeinfrastruktur-im-oeffentlichen-raum/oeffentliche-ladeinfrastruktur-fuer-pkw-und-leichte-nutzfahrzeuge/>
- Gemeente Amsterdam. (2024). *MApa puntos de recarga eléctrica en Ámsterdam*. Obtenido de <https://www.amsterdam.nl/parkeren/elektrische-oplaadpunten-in-amsterdam/>

Gencat. (2024). *Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica*. Obtenido de <https://territori.gencat.cat/ca/inici>

Generalitat Valenciana. (31 de Diciembre de 2023). *Tráfico de carreteras*. Obtenido de <https://mediambient.gva.es/es/web/carreteras/aforos-car/intensidad-media-diaria>

Generalitat de València. (2023). *Mapa carreteras autónomas*. Obtenido de <https://mediambient.gva.es/documents/20088661/20089385/Mapa+de+carreteras+de+la+Comunitat+Valenciana+-+2+centro.pdf/091aa5b3-6611-21b7-c034-48e804961253?t=1727333914717>

Generalitat de València . (2023). Obtenido de <https://mediambient.gva.es/documents/20088661/391231495/Memoria+anual+de+aforos+2024.pdf/3c6c552a-4f6f-32b8-0259-42d40ffc8de7?t=1743157672007>

Generalitat Valenciana . (s.f.). *Visor de Cartografía*. Obtenido de <https://visor.gva.es/visor/>

Generalitat Valenciana. (2021). *Ley 1/2021, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana (LOTUP)*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOGV-r-2021-90283>

Gobierno de Navarra . (2024). *Agenda de Movilidad Eléctrica Plan de Trabajo 2025-2026*.

Gobierno federal de Alemania. (Octubre de 2022). *Plan maestro de infraestructura de carga II*. Obtenido de https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur-2.pdf?__blob=publicationFile

Hamburger Energiewerke. (s.f.). *Red de carga Hamburgo*. Obtenido de <https://www.hamburger-energiewerke.de/e-mobilitaet/hamburgs-ladenetzwerk>

ICAEN. (2024). Obtenido de <https://icaen.gencat.cat/ca/inici/>

ICCT, M. N. (2019). *The International Council on Clean Transportation* . Obtenido de Estimating electric vehicle charging infrastructure costs across major U.S. metropolitan areas: <https://theicct.org/wp->

content/uploads/2021/06/ICCT_EV_Charging_Cost_20190813.pdf?utm_source=chatgpt.com

Instituto Nacional de Estadística . (2024). Obtenido de <https://www.ine.es/>

Instituto Nacional de Estadística. (31 de Diciembre de 2023). Obtenido de <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2903&L=0>

International Energy Agency. (2022). *Electric vehicle charging*. Obtenido de https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/electric-vehicle-charging?utm_source=chatgpt.com

International Energy Agency. (abril de 2024). *iea50*. Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a9e3544b-0b12-4e15-b407-65f5c8ce1b5f/GlobalEVOutlook2024.pdf>

Junta de León y Castilla. (2018). *Diseño de una red básica de recarga rápida de vehículos eléctricos en Castilla y León*.

KBA. (01 de 2024). Obtenido de https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2024/2024_b_u_mwelt_tabellen.html?nn=3525028&fromStatistic=3525028&yearFilter=2024&fromStatistic=3525028&yearFilter=2024

Levante - EMV. (enero de 2025). Obtenido de https://www.levante-emv.com/economia/2025/01/09/coche-electrico-iberdrola-alcanza-puntos-valencia-113243432.html?utm_source=chatgpt.com

María Romera, D. d. (2024). *Material Electrico* . Obtenido de <https://material-electrico.cdcomunicacion.es/movilidad-electrica/172100/nuevo-reglamento-europeo-2023-1804-que-supone-sector-movilidad-electrica-espana>

Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible . (31 de diciembre de 2023). Obtenido de <https://www.transportes.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras>

Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima. (s.f.). Obtenido de <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/Industry/regulatory-environment-and-incentives-for-using-electric-vehicles.html>

- Ministerio para a transición Ecológica y el Reto Demográfico. (enero de 2025). *Geoportal*. Obtenido de Geoportal Gasolineras:
<https://geoportalgasolineras.es/geoportal-instalaciones/Inicio>
- Mobi.e. (2024). Obtenido de <https://www.mobie.pt/es/redemobie/rede-aderir>
- Movilidad y Noticias* . (s.f.). Obtenido de <https://movilidadynoticias.com.gt/piramide-de-la-movilidad-urbana-sostenible/>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: (LC/G.2681-P/Rev.3).
- Naemm, Z. (16 de abril de 2023). *LinkedIn*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/assessment-strategies-deploy-charging-infrastructure-electric-naeem#:~:text=Some%20common%20strategies%20for%20deploying,charging%20stations%20in%20certain%20locations.>
- NAL. (agosto de 2024). *Nationale Agenda Laasinfrastructuur*. Obtenido de <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/monitoring+2021/monitoring+per+gemeente/default.aspx>
- Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur. (2023). *Standorttool*. Obtenido de <https://standorttool.de/daten-and-methodik/pkw>
- Noord Holland. (2024). Obtenido de <https://www.noord-holland.nl/Home>
- Noord Holland. (2024). Obtenido de <https://www.noord-holland.nl/Home>
- Observatorio Europeo de Combustibles Aletorios . (s.f.). *Glossary*. Obtenido de European Alternative Fuels Observatory: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/glossary>
- Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos. (2024). Obtenido de <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/netherlands>
- Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos. (enero de 2025). *Portugal: Récord de ventas de vehículos eléctricos en 2024*. Obtenido de <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/portugal-record-ev-sales-2024>

Ormazabal Veletia . (s.f.). *Tipos de recarga para vehículo eléctrico, ¿cuántos existen?*
Obtenido de <https://www.ormazabal.com/que-tipos-de-recarga-existen-para-nuestro-vehiculo-electrico/>

Periodioco de la energía. (2023). Obtenido de
https://elperiodicodelaenergia.com/zunder-acaba-ano-con-mas-110-estaciones-operativas-espana-450-puntos-carga?utm_source=chatgpt.com

Pratyush. (08 de Enero de 2024). *Slow vs Fast EV Charging | Types of EV Charging*.
Obtenido de 1charging: <https://1charging.com/slow-vs-fast-ev-charging-types-of-ev-charging/>

RACC Blog. (s.f.). *RACC Mobility Club*. Obtenido de
<https://www.racc.es/blog/coche/tipos-de-carreteras-en-espana-las-conoces/>

Ramón Roca. (11 de 2024). *Galp convierte las farolas en cargadores para vehículos eléctricos*. Obtenido de El periodico de la Energía :
<https://elperiodicodelaenergia.com/galp-convierte-las-farolas-en-cargadores-para-vehiculos-electricos/>

Randall, C. (13 de 03 de 2024). *Electrive*. Obtenido de Holanda añadirá 35.000 nuevos puntos de recarga públicos: <https://www.electrive.com/es/2024/03/13/los-paises-bajos-anadiran-35-000-nuevos-puntos-de-recarga-publicos/>

Rijksdienstvoor Ondenemend. (agosto de 2024). Obtenido de
<https://duurzamemobiliteit.databank.nl/mosaic/nl-nl/elektrisch-vervoer/laadinfra-in-nederland>

Sanchez, H. (26 de Junio de 2023). *Estado da arte da Mobilidade Elétrica em Portugal*.
Obtenido de <https://www.uve.pt/page/fleet-magazine-estado-da-arte-da-mobilidade-eletrica-em-portugal/>

Sede Electronica de Catastro. (2025). *Buscador de inmuebles y visor cartográfico*.
Obtenido de
<https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?del=12&mun=98&UrbRus=R&RefC=12098A006008040000XB&Apenom=&esBice=&RCBice1=&RCBice2=&DenoBice=&from=nuevoVisor&ZV=NO&anyoZV=>

Storch, N. (27 de septiembre de 2023). *Electrive*. Obtenido de
<https://www.electrive.com/es/2023/09/27/el-ministerio-de-transportes-deutschlandnetz-adjudica-lotes-regionales/>

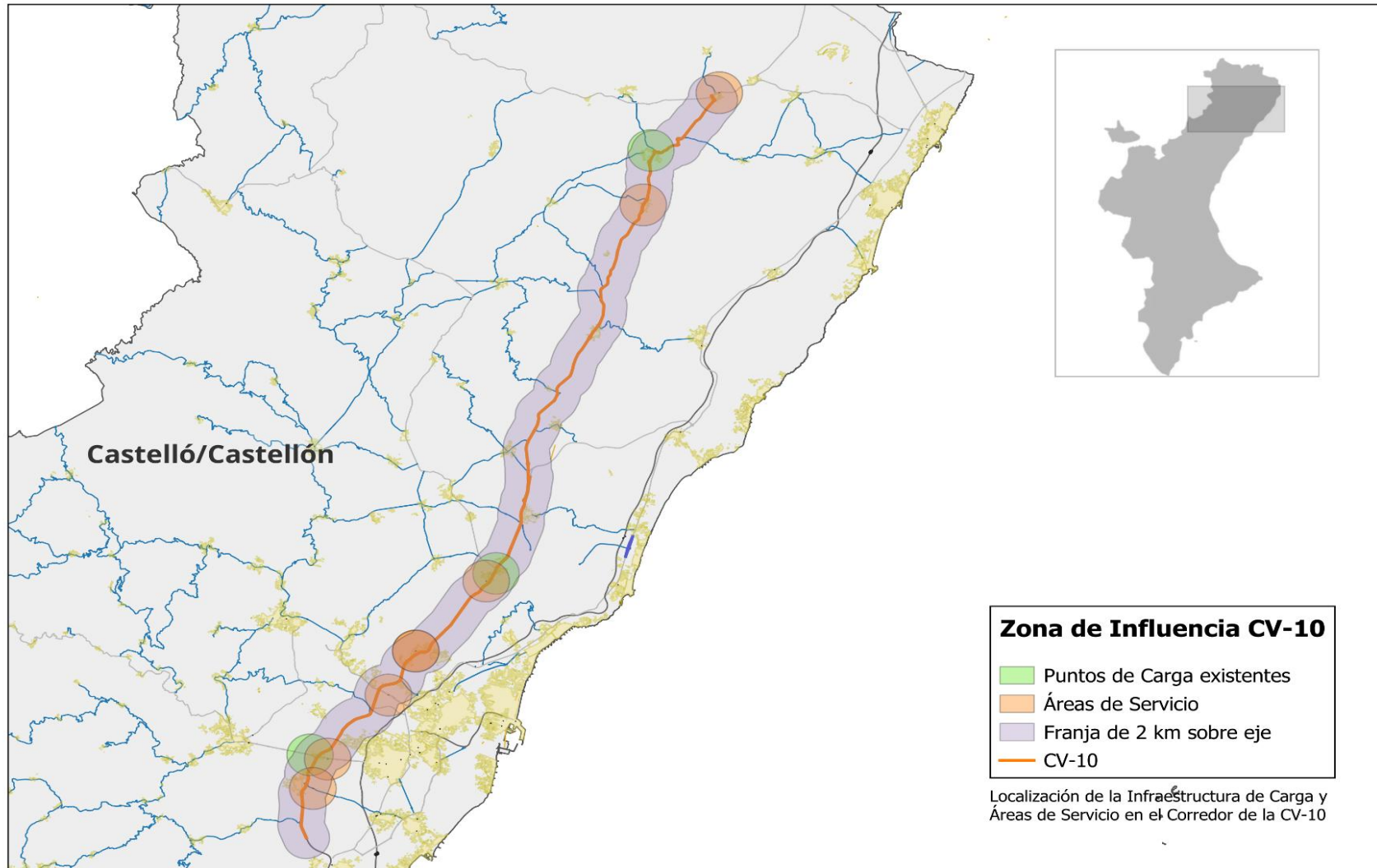


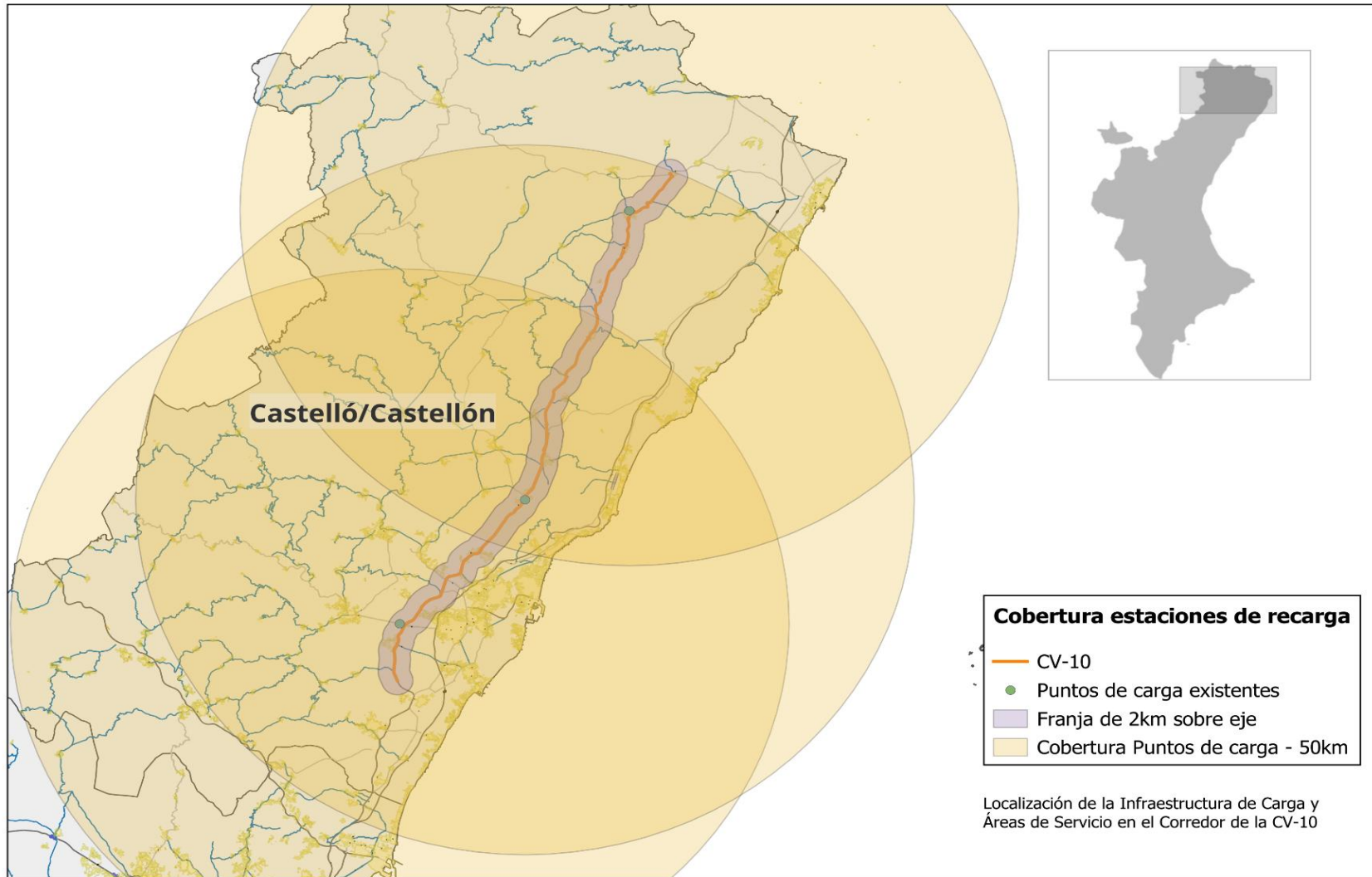
- T. Pütz, M. W. (21 de 03 de 2024). *Deutschlandatlas*. Obtenido de https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Karten/Wie-wir-uns-bewegen/111-Elektroautos-Pkw-Bestand.html#_sqpbp78x8
- Transport & Environment. (2021). *How many charging points will Europe and its Member States need in the 2020s?* Obtenido de <https://www.transportenvironment.org/>
- UNECE . (2025). *Electrification of mobility Lessons learnt from the ECE region*. UNITED NATIONS PUBLICATION.
- UVE – Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos. (09 de enero de 2025). *UVE*. Obtenido de Parque de vehículos eléctricos en Portugal | Evolución hasta 2024: <https://www.uve.pt/page/parque-ve-2024/>
- Weipeng Zhan, Y. L. (2025). Large-scale empirical study of electric vehicle usage patterns and charging infrastructure needs. *Sustainable mobility and transport*, 3-9.

ANEXOS



Anexo I. Mapas de análisis territorial y selección del emplazamiento en el corredor CV-10







Anexo II. Detalle económico de la estación de recarga

- Detalle de costes de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) – Opción A (CT 630 kVA, 400 kW)

Partida	Und	Costo unitario	Coste (€)
Eléctrico			
Cargadores 50 kW	2	45000	90,000 €
Cargadores 150 kW	2	110000	220,000 €
Centro de transformación 630 kVA*	1	30000	30,000 €
Acometida MT	1	20000	20,000 €
EMS + comunicaciones + PV 26 kWp	1	35000	35,000 €
Total eléctrico			395,000 €
Obra civil y urbanización (15%)	1		59,250 €
Auxiliares **			
C.G. Baja Tensión (D27I)	1	9000	9,000 €
Líneas generales y canalizaciones (D27E)	1	15000	15,000 €
Líneas secundarias y circuitos (D27J)	1	10000	10,000 €
Puesta a tierra / pararrayos (D27R)	1	3000	3,000 €
Alumbrado exterior básico	1	5000	5,000 €
Voz y datos (D27X)	1	2000	2,000 €
Tramitación y legalización (D27Z)	1	1500	1,500 €
Total auxiliares			45,500 €
Subtotal			499,750 €
Ingeniería (7%)**	1		34,983 €
Seguridad y Salud (1.5%)**	1		7,496 €
Imprevistos (5%) **	1		24,988 €
TOTAL CAPEX	1		567,216 €

(*) Costes de CT (400 kVA) tomados de PREOC 2025 y redondeados.

(**) Auxiliares (D27) estimados como paquetes base; pueden variar con el diseño final del CGBT, longitudes reales de canalizaciones y condiciones de sitio.

(***) Los porcentajes aplicados son valores de referencia habituales en estudios preliminares de estaciones de recarga, y se ajustarán en función de las mediciones reales y de las ofertas recibidas en fase de proyecto.

COSTES DE FUNCIONAMIENTO	€/mes o €/unid	mes o Unid	€/Año Total
Energía comprada	8,760.00 €	12	105,120.00 €
Término de potencia	2,833.33 €	12	34,000.00 €
Mantenimiento general	666.67 €	1	8,000.00 €
Seguros	500.00 €	1	6,000.00 €
Comunicaciones / OCPP	120.00 €	12	1,440.00 €
Limpieza y conservación	300.00 €	12	3,600.00 €
Atención remota 24/7	250.00 €	12	3,000.00 €
Licencias / Canon municipal	100.00 €	1	1,200.00 €
Personal presencial	0.00 €	12	0.00 €
TOTAL OPEX			162,360.00 €

- Detalle de costes de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) – Opción B (CT 400 kVA, 300 kW)

Partida	Und	Costo unitario	Coste (€)
Eléctrico			
Cargadores 50 kW	3	45000	135,000 €
Cargadores 150 kW	1	110000	110,000 €
Centro de transformación 400 kVA *	1	25500	25,500 €
Acometida MT	1	20000	20,000 €
EMS + comunicaciones + PV 26 kWp	1	35000	35,000 €
Total eléctrico			325,500 €
Obra civil y urbanización (15%)	1		48,825 €
Auxiliares **			
C.G. Baja Tensión (D27I)	1	9000	9,000 €
Líneas generales y canalizaciones (D27E)	1	15000	15,000 €

Partida	Und	Costo unitario	Coste (€)
Líneas secundarias y circuitos (D27J)	1	10000	10,000 €
Puesta a tierra / pararrayos (D27R)	1	3000	3,000 €
Alumbrado exterior básico	1	5000	5,000 €
Voz y datos (D27X)	1	2000	2,000 €
Tramitación y legalización (D27Z)	1	1500	1,500 €
Total auxiliares			45,500 €
Subtotal			419,825 €
Ingeniería (7%)***	1		29,388 €
Seguridad y Salud (1.5%)***	1		6,297 €
Imprevistos (5%) ***	1		20,991 €
TOTAL CAPEX	1		476,501 €

(*) Costes de CT (400 kVA) tomados de PREOC 2025 y redondeados.

(**) Auxiliares (D27) estimados como paquetes base; pueden variar con el diseño final del CGBT, longitudes reales de canalizaciones y condiciones de sitio.

(***) Los porcentajes aplicados son valores de referencia habituales en estudios preliminares de estaciones de recarga, y se ajustarán en función de las mediciones reales y de las ofertas recibidas en fase de proyecto.

COSTES DE FUNCIONAMIENTO	€/mes o €/unid	mes o Unid	€/Año Total
Energía comprada	6,570.00 €	12	78,840.00 €
Término de potencia	2,125.00 €	12	25,500.00 €
Mantenimiento general	666.67 €	1	8,000.00 €
Seguros	500.00 €	1	6,000.00 €
Comunicaciones / OCPP	120.00 €	12	1,440.00 €
Limpieza y conservación	300.00 €	12	3,600.00 €
Atención remota 24/7	250.00 €	12	3,000.00 €
Licencias / Canon municipal	100.00 €	1	1,200.00 €
Personal presencial	0.00 €	12	0.00 €
TOTAL OPEX			127,580.00 €

- Flujos de caja proyectados para la estación de recarga en La Salzadella (2025–2035)

Año	Pot. Operativa (kW)	Ocupación (%)	Precio venta	Precio compra	Energía (kWh)	Ingresos (€)	Coste energía (€)	Térm. potencia (€)	Fijos (IPC) (€)	OPEX total (€)	CAPEX (€)	Flujo neto (€)	Flujo acum. (€)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	-111.501	-111.501	-111.501
1	200,00	20,00	0,350	0,15	350.396	122.639	52.559	16.667	23.240	92.466	0	30.173	30.173
2	200,00	20,60	0,357	0,15	360.908	128.844	54.136	17.000	23.240	94.376	0	34.468	64.641
3	200,00	21,22	0,364	0,15	371.736	135.364	56.597	17.340	23.937	97.874	0	37.490	102.131
4	300,00	21,85	0,371	0,15	574.337	213.322	88.754	26.530	24.655	139.940	-60.039	13.343	115.474
5	300,00	22,51	0,379	0,16	591.567	224.116	92.788	27.061	25.395	145.244	0	78.872	194.346
6	300,00	23,19	0,386	0,16	609.314	235.456	97.006	27.602	26.157	150.764	0	84.692	279.038
7	300,00	23,88	0,394	0,16	627.594	247.370	101.415	28.154	26.942	156.510	0	90.860	369.898
8	300,00	24,60	0,402	0,16	646.422	259.887	106.024	28.717	27.750	162.491	0	97.397	467.295
9	300,00	25,34	0,410	0,17	665.814	273.038	110.843	29.291	28.582	168.716	0	104.321	571.616
10	300,00	26,10	0,418	0,17	685.789	286.853	115.880	29.877	29.440	175.197	0	111.656	683.272



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA