

Guía EV para Dummies



Índice

1. Glosario de Términos:	5
2. La BATERÍA de Alta Tensión:	10
2.1 Química de una Batería:	10
Tabla comparativa entre NCM/LFP/Na ⁺ *(elaboración ChatGPT):	13
2.2: ¿Cómo es una batería de litio?	14
El Sistema de Gestión de Baterías (BMS): El Cerebro de la Electromovilidad	15
El Sistema de Gestión Térmica	16
Contactores y sensores	16
2.3: Evolución del Diseño de los Paquetes de Baterías	17
1. Celda a Módulo (C2M / CtM): El Enfoque Tradicional	17
2. Celda a Paquete (CTP): Eliminando el Intermediario	17
3. Batería Estructural: La Batería es el Vehículo	17
2.4: Arquitectura de 400V frente a 800V:	19
Arquitectura de 400 Voltios: El Estándar Consolidado	19
Arquitectura de 800 Voltios: El Salto al Rendimiento	19
2.5: Densidad de Energía:	21
2.6: kW vs kWh ¿En qué se mide la capacidad de la batería?	22
2.7: ¿Qué significa la capacidad Bruta y Neta de una Batería? El BUFFER	23
2.8: Duración/Vida útil de la batería:	24
2.9: ¿Qué es la degradación?	24
Envejecimiento de las Baterías de Litio: Detalles Clave	25
2.10: ¿Balancear vs Calibrar la batería?	27
Diferencias entre baterías NCM y LFP: Voltaje de trabajo y calibración	28
¿Cómo calcula el BMS la capacidad de la batería?	29
3. Cargar tú EV:	33
3.1: Opciones para cargar en Casa:	33
Usar "cargador portátil"	33
Usar el WallBox® (Punto de Carga Doméstico).	35
3.2: Cargar fuera de casa:	36
¿Cómo buscar los PdR?	38
Cargar en Portugal: el modelo MOBI.E	43
1. ¿Cómo se calcula el precio?	43
2. Apps Imprescindibles: Miio vs. Prio	43
3. Guía paso a paso para darte de alta en Prio	44
4. El salvavidas: La tarjeta física RFID	44
5. Otras APPs:	44
3.3: Potencia de Carga ¿por qué mi coche no carga a toda la potencia que dice ofrecer el PdR?	45
3.4. Carga a Bajas Temperaturas, ¿cómo optimizar el rendimiento de carga de tu vehículo?:	47
3.5. Hábitos de recarga de nuestra batería:	47
4. Autonomía de mi EV	49

5. Motor Eléctrico:	51
Componentes principales:	51
Tipos de Motores Eléctricos para vehículos:	52
5.1. Regenerar ¿qué es esto?	52
5.2. Plataforma EV Dedicada	53
7. Planificar Viajes con mi EV	54
8: Neumáticos:	59
8.1 Inscripciones Internacionales en los Neumáticos:	59
8.2. Mantenimiento de los neumáticos	60
Presión de los neumáticos	60
¿Qué es el equilibrado de las ruedas?	62
¿Qué es la alineación?	62
Comprobaciones básicas Neumáticos	64
8.3 Tipos de Neumáticos	64
8.4. DIFERENCIA ENTRE NEUMÁTICOS RUNFLAT Y SELFSEAL	66
LICENCIA	68
DESCARGO DE RESPONSABILIDAD	69

Prólogo

Enhorabuena por dar el paso hacia la movilidad eléctrica. Ya sea porque acabas de estrenar tu vehículo o porque estás a punto de hacerlo, te doy la bienvenida al presente y futuro del automovilismo.

Sé que el camino hasta aquí no ha sido fácil. Te habrás enfrentado a un sinfín de mitos y prejuicios: que si las baterías no duran, que si no hay dónde cargar, que si son solo para ciudad... Sin embargo, el hecho de que tengas esta guía en tus manos demuestra que has sabido filtrar el ruido para apostar por la eficiencia y la sostenibilidad.

Desde la Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos (AUVE), y concretamente desde la delegación de Pontevedra, queremos facilitarte el camino en esta transición, aportando claridad frente a la confusión, pero siempre con la mente abierta a que cada conductor vive su propia experiencia.

Un coche eléctrico es silencio, agilidad y tecnología, pero sobre todo es una nueva forma de entender nuestros desplazamientos.

Estoy convencido de que, en poco tiempo, tú también dirás aquello de: “no volveré a comprar un vehículo de combustión”.

Por último, **RECUERDA**: esta guía ha sido elaborada con la intención de ser lo más didáctica posible y fiel a la realidad actual. Sin embargo, no debe tomarse como un dogma de fe. La tecnología avanza rápido y cada usuario tiene sus propias necesidades; mi objetivo no es dictar verdades absolutas, sino ofrecerte una guía para que tú mismo encuentres el camino que mejor se adapte a tu día a día.

1. Glosario de Términos:

- **EV o VE, BEV:** Siglas que nos encontraremos muy a menudo para referirse a Vehículo 100% Eléctrico (Electric Vehicle, Battery Electric Vehicle).
- **PHEV:** (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) Híbrido Enchufable, motor de combustión + motor eléctrico con una batería que permite hacerlo funcionar en modo 100% eléctrico durante unos km (50-100 habitualmente). Se enchufan a la red eléctrica para recargarse.
- **PdR:** Punto de Recarga para Vehículo Eléctrico.
- **DC** (Direct Current): corriente continua (**CC**), de la que se alimenta la batería de alto voltaje de nuestro EV.
- **AC** (Alternating Current): es la que llega a nuestras casas, Corriente Alterna (**CA**). Por ello, cuando enchufas el coche para cargar en casa, la corriente pasa por un inversor AC/DC que está en el propio coche antes de llegar a la batería. Dependiendo de la capacidad del inversor AC/DC que lleve el coche, podremos cargar a más o menos potencia. Por ello, si nos conectamos a un PdR de 22kW en AC y nuestro inversor AC/DC admite como máximo 11kW, no aprovechará más que 11kW de los 22kW.
- **Batería HV** (High Voltage): es la batería de Alta Tensión que lleva nuestro VE.
- **BMS** (Battery Management System): Sistema de Gestión de Baterías, controla la carga y descarga de la batería, aportando el seguimiento de su estado, el cálculo de los datos secundarios, informar de esos datos, el control de su entorno, el balanceo y equilibrio de la misma.
- **Batería 12v:** es la batería de 12voltios, como las que llevan los vehículos de combustión, para hacer llegar la corriente a toda la electrónica del coche, pantallas, luces... Sigue siendo de plomo-ácido en la mayoría de los coches eléctricos y es indispensable para el arranque, si la batería de 12v está agotada/estropeada aunque tengamos la batería de Alta Tensión llena el coche no arrancará.
- **SoC:** State of Charge o Estado de Carga, se refiere al % de batería restante.



- **SoH:** State Of Health o Estado de Salud, se refiere al % de carga actual frente a la original, nos indica por tanto la degradación sufrida por la batería. Por ejemplo, un SOH del 90% nos indica que la batería ha perdido un 10% de su capacidad original.
- **DoD:** Depth Of Discharge o Profundidad de descarga, se refiere al % de batería usado desde la carga. Por ejemplo, si lo cargo hasta el 80% y lo descargo hasta el 50% antes de volver a cargarlo el DoD será del 30%.

- **Frunk:** maletero bajo el capó delantero del que disponen algunos modelos de EVs. (En inglés Maletero es Trunk, cambian la “T” por “F” de Front, parte delantera). También conocido como “Fraletero” en muchos videos de youtube.



- **OBD-II** (On Board Diagnostics) es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos (eléctricos y de combustión). Aportan monitorización y control completo del vehículo. Algunos modelos permiten conectar un lector OBD genérico con el fin de consultar datos como: temperatura de la batería, voltaje de las celdas, SOH, odómetro, fallos registrados... Otros están limitados a un sistema de la propia marca.



- **V2L** (Vehicle-to-Load): Tu coche como enchufe portátil. Es la tecnología que permite usar la batería del coche para alimentar aparatos eléctricos externos de forma directa.

- **¿Cómo funciona?:** El coche dispone de un enchufe convencional (Schuko) en el interior, o bien utiliza un adaptador que se conecta al puerto de carga exterior.

- **¿Para qué sirve?:** Es ideal para actividades al aire libre (conectar una nevera portátil, una cafetera, cargar un ordenador o una bicicleta eléctrica) o para usar herramientas eléctricas en lugares sin red.



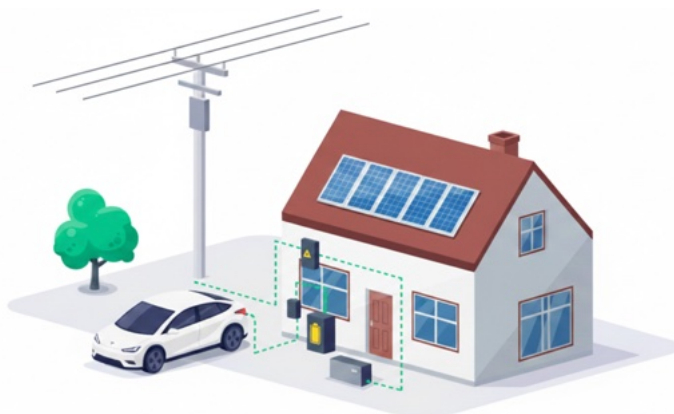
- **V2H (Vehicle-to-Home):** Tu coche como respaldo para tu hogar. Es un sistema más avanzado que permite que el coche suministre energía directamente a toda la instalación eléctrica de tu casa.

- **¿Cómo funciona?:** Requiere un cargador especial bidireccional y una instalación doméstica preparada. El coche se convierte en un sistema de almacenamiento para la vivienda.

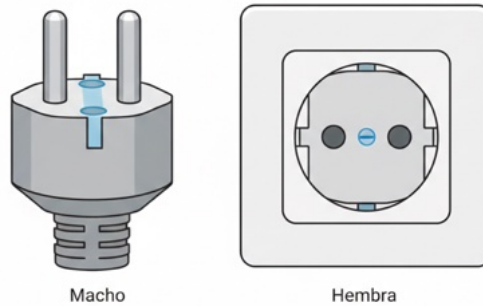
- **¿Para qué sirve?:**

1. **Respaldo:** Si hay un apagón, el coche mantiene las luces y electrodomésticos de casa funcionando.

2. **Ahorro:** Puedes cargar el coche por la noche (tarifa barata) y usar esa energía para alimentar la casa durante el día (tarifa cara).



- **Schuko:** toma de enchufe estándar en nuestras casas.



- **CETAC:** toma de enchufe estándar en industrias, puede ser monofásico (azul) o trifásico (rojo). Los hay para 16A por fase y para 32A por fase.



CETAC Monofásico Hembra



CETAC Monofásico Macho

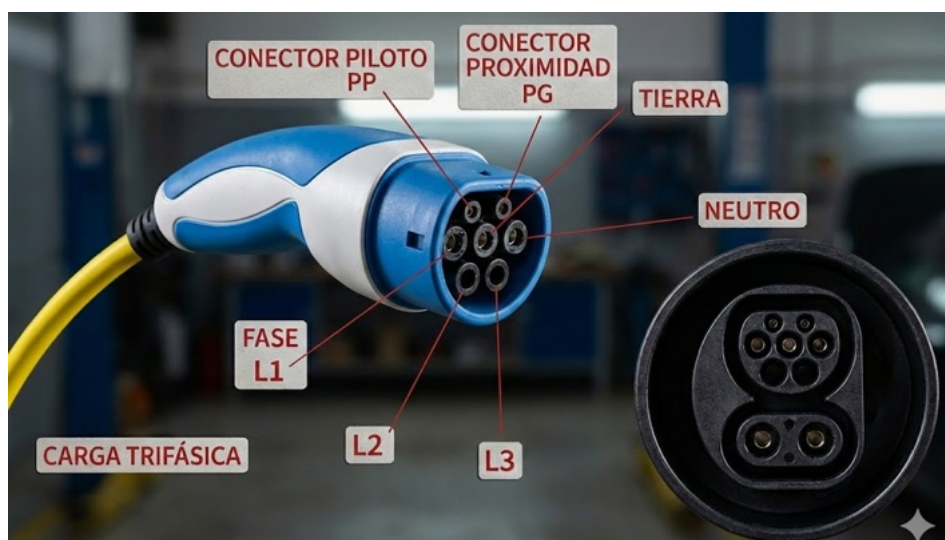


CETAC Trifásico Hembra



CETAC Trifásico Macho

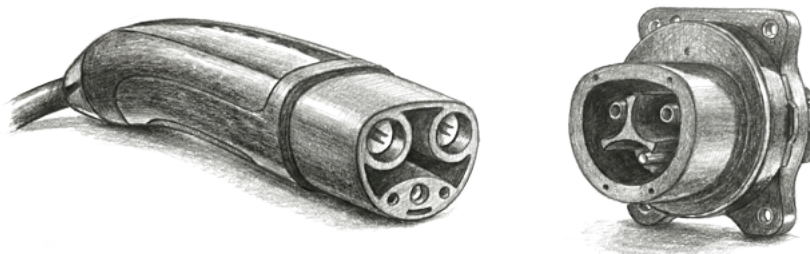
- **Mennekes®:** se puede denominar así al **Conector Tipo 2**, pues fue la marca que lo diseñó y desarrolló. Más tarde se convirtió en el estándar de carga de los EVs en Europa. Permite cargas en corriente alterna monofásica y en trifásica. Ojo! No todos los cables son iguales (admiten distinta potencia).



- **CCS2 o Combo 2:** (Combined Charging System): es un sistema de carga combinado, se suma al conector Tipo 2 los Bornes positivo y negativo para las cargas en corriente continua. Es el estándar EUROPEO de carga rápida



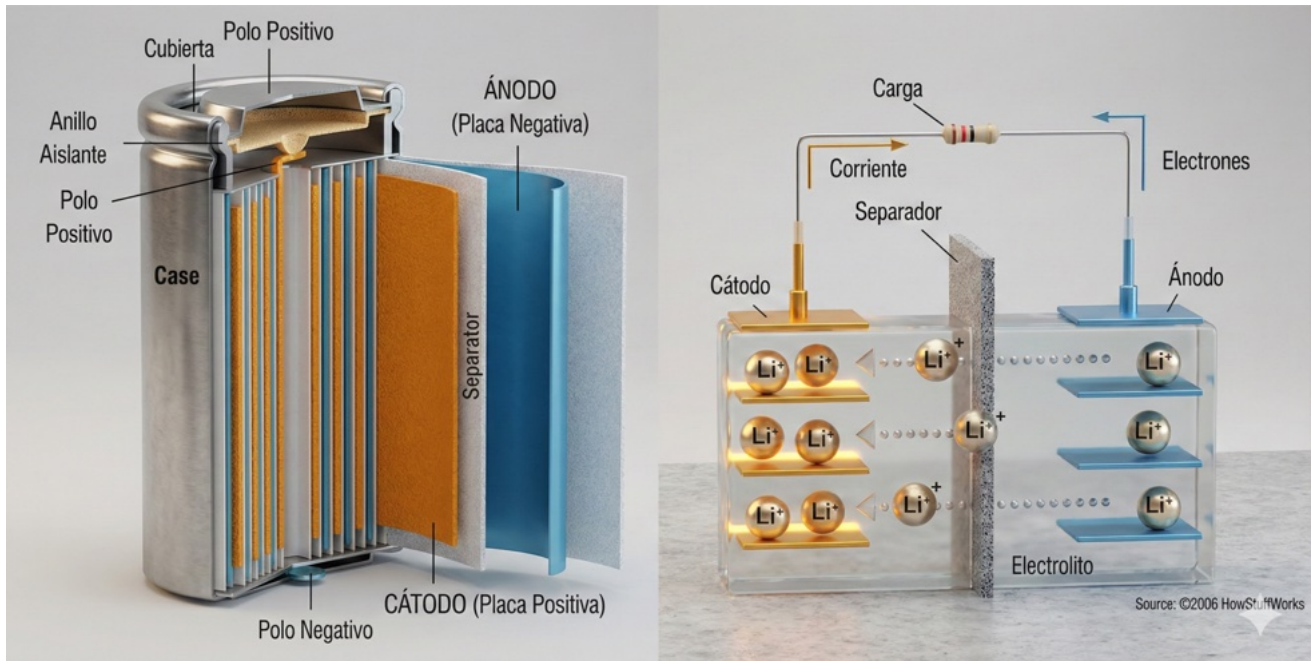
- **NACS/SAE J3400:** (North American Charging Standard): Estándar de conexión de carga desarrollado originalmente por Tesla y adoptado posteriormente como norma industrial universal en Norteamérica (bajo el código SAE J3400). Se caracteriza por su diseño compacto y ligero que integra la carga en Corriente Alterna (AC) y Corriente Continua (DC) utilizando los mismos pines de potencia, a diferencia del sistema CCS1 que requiere pines adicionales separados. Es el conector estándar actual para la red de Supercargadores y la mayoría de los nuevos vehículos eléctricos **en EE.UU.**



2. La BATERÍA de Alta Tensión:

2.1 Química de una Batería:

Para entender cómo funciona un vehículo eléctrico, debemos mirar dentro de la celda. El rendimiento depende de la interacción química entre sus cuatro componentes principales: **el ánodo, el cátodo, el separador y el electrolito**.



Composición y funcionamiento de una Celda Cilíndrica de Iones de Litio

1. El Ánodo (Electrodo Negativo)

Es el encargado de liberar electrones durante la descarga y almacenarlos durante la carga.

Grafito: Es el material estándar por excelencia. Su estructura en capas permite que los iones de litio se "intercalen" (se guarden) de forma eficiente.⁵

El futuro del Silicio (Si): Investigadores y empresas como StoreDot trabajan en ánodos con mayor contenido de silicio. Esto podría **uplicar la densidad energética**.

Inconveniente: El silicio tiende a expandirse y degradarse más rápido.

Ventaja: Añadir un 20% de silicio a una batería barata (como la LFP) podría aumentar su energía en un 17%.

Por ejemplo, la plataforma MMA de Mercedes, usa un ánodo de silicio-grafito.

2. El Cátodo (Electrodo Positivo)

Es el componente que define la batería: su coste, seguridad y autonomía. Existen tres familias principales:

- **NMC (Níquel, Manganeso, Cobalto):** el más usado en vehículos de gran autonomía. Ha evolucionado aumentando el contenido de Níquel para ganar autonomía (desde el NMC111 hasta el **NMC9**, que tiene un 90% de níquel). A más níquel, más autonomía, pero mayor complejidad térmica. Los tres dígitos que acompañan a las siglas NMC indican la proporción de cada material en el cátodo. Por ejemplo, NMC 811 corresponde a una composición de 80% Níquel, 10% Manganeso y 10% Cobalto.

- **NCA (Níquel, Cobalto, Aluminio):** Muy común en vehículos Tesla. Destaca por su alta densidad de potencia (aceleración) y energía, aunque requiere una gestión térmica muy precisa debido a su sensibilidad al calor.

- **LFP (Fosfato de Hierro y Litio):** El campeón de la durabilidad y el precio. En claro apogeo hoy en día.

Pros: Es extremadamente seguro, no usa materiales caros como el cobalto y dura miles de ciclos.

Contras: Es más pesado y sufre en climas fríos (carga más lento y pierde autonomía).

- **LMFP (Fosfato de Hierro, Manganeso y Litio):** Una evolución que busca lo mejor de dos mundos: la seguridad del LFP con la mayor densidad energética del manganeso.

Mientras que las **NMC** son ideales para coches de largo alcance y alto rendimiento, las **LFP** están conquistando el mercado de coches urbanos y de gama de entrada por su bajo coste (un 20% menos por kWh).

3. El Separador y el Colector de Corriente

Separador: Es una membrana microporosa (de polímeros como PE o PP) que evita que el ánodo y el cátodo se toquen (provocando un incendio), pero permite que los iones de litio pasen libremente. Es la barrera de seguridad contra las **dendritas** (agujas metálicas internas).

Colector de Corriente: Son láminas metálicas (cobre para el ánodo y aluminio para el cátodo) que recogen la electricidad y la envían al circuito externo del coche.

4. El Electrolito: El medio de transporte

Es el líquido o gel que permite el viaje de los iones. La industria está migrando hacia nuevas formas:

- **Líquido:** El estándar actual (sales de litio en disolventes orgánicos).

- **Estado Sólido:** La "promesa" de la industria. Ofrece máxima seguridad y carga ultra rápida, pero su coste de fabricación aún es muy alto.

- **Semisólido y Cuasi-sólido:** Tecnologías híbridas que usan geles para mejorar la seguridad sin las dificultades de fabricación del estado sólido total. *Nio* ya ha comenzado a implementar estas soluciones.

A estas alturas ya estarás pensando en el clásico: pero no hay litio suficiente para tanto coche... porque claro pensarás que, si una batería pesa unos 400kg, el menos la mitad será de litio. Aquí te dejo una tabla **(elaboración ChatGPT)* para que compruebes que la cantidad de litio en una batería es inferior al 5%.

Desglose de Peso por Tecnología (Pack 62 kWh)

Tecnología	Peso total estimado (kg)	Cátodo (sin litio)	Litio puro (kg)	Ánodo (grafito)	Colectores (Cu/Al)	Electrolito	Estructura, BMS, etc.
NCM 622	410–435 kg	~116 kg	~8 kg	~62 kg	~37 kg	~19 kg	~168 kg
NCM 811	290–310 kg	~82 kg	~6 kg	~45 kg	~27 kg	~14 kg	~118 kg
LFP	420–440 kg	~142 kg (Fe-P-O)	~5 kg	~62 kg	~37 kg	~19 kg	~175 kg

La nueva Frontera: Na^+ Iones de Sodio

A diferencia de las baterías de litio, que utilizan un metal relativamente escaso y caro, las de sodio utilizan **sal común** como base. Aunque el funcionamiento es el mismo (los iones viajan entre ánodo y cátodo), sus componentes cambian ligeramente:

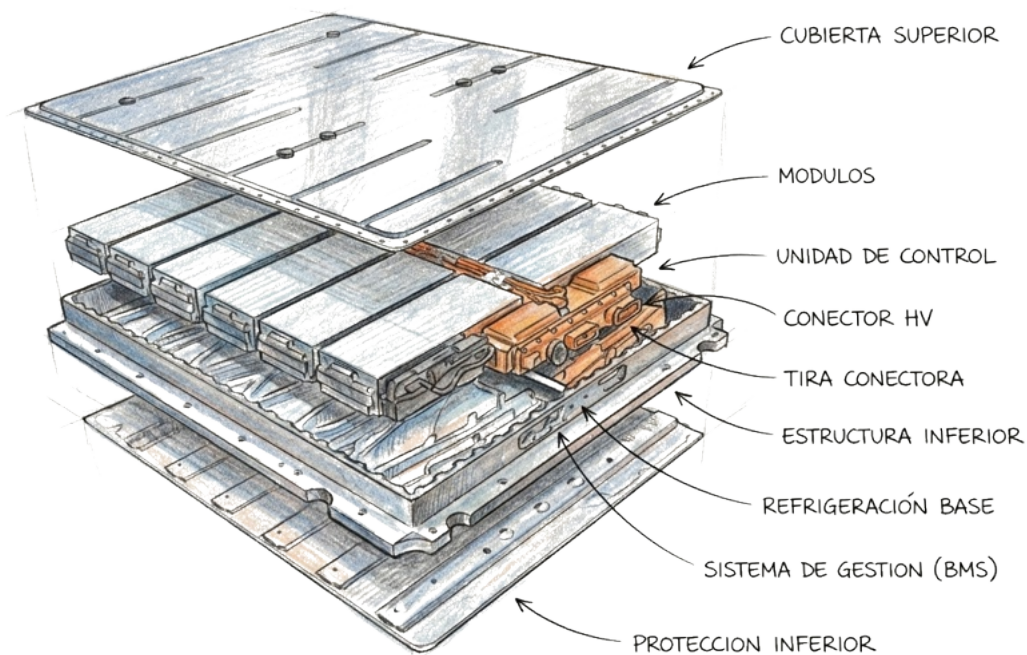
- **Ánodo (Hard Carbon):** A diferencia del litio, el sodio no se lleva bien con el grafito convencional. Por eso, las celdas de sodio utilizan **carbón duro** (*hard carbon*), un material más desordenado que permite que los iones de sodio (que son más grandes que los de litio) entren y salgan con facilidad.
- **Cátodo (Óxidos laminares o Azul de Prusia):** En lugar de níquel o cobalto, utilizan compuestos basados en materiales muy abundantes como el hierro, el manganeso o el famoso "Azul de Prusia".
- **Colectores de Corriente (Aluminio en ambos lados):** Esta es una ventaja enorme. En las de litio, el ánodo necesita cobre (caro). En las de sodio, se puede usar **aluminio tanto en el ánodo como en el cátodo**, lo que reduce drásticamente el peso y el coste.

Tabla comparativa entre NCM/LFP/Na⁺ *(elaboración ChatGPT):

ASPECTO	NCM (NÍQUEL-COBALTO)	LFP (LITIO-HIERRO)	Na ⁺ (SODIO-ION)
Materiales Clave	Níquel, Cobalto, Manganeso, Litio	Litio, Hierro, Fosfato	Sodio (Na), compuestos catódicos sin litio
Densidad Energética	ALTA 220-280 Wh/kg	MEDIA 140-180 Wh/kg	BAJA-MEDIA 100-160 Wh/kg
Ciclos de Vida	1.000 - 2.000 ciclos	EXCELENTE 3.000 - 7.000 ciclos	2.000 - 5.000 ciclos (Estimado)
Seguridad Térmica	MEDIA Riesgo de fuga térmica	ALTA Muy estable	ALTA Alta tolerancia
Coste	ALTO Por Cobalto y Níquel	MEDIO-BAJO	MUY BAJO Sodio abundante
Disponibilidad MP	LIMITADA Problemas geopolíticos	BUENA	EXCELENTE Abundante y barato
Comportamiento en Frío	BUENO	MEDIOCRE Pierde capacidad < 0°C	MEJORADO Mejor que LFP
Velocidad de Carga	ALTA	ALTA (Mejorada actualmente)	MEDIA
Sostenibilidad	BAJA-MEDIA Metales críticos	MEDIA-ALTA	ALTA Sin metales tóxicos
Madurez	MADURA Estándar actual	MUY MADURA En crecimiento	EMERGENTE Fase inicial acelerada

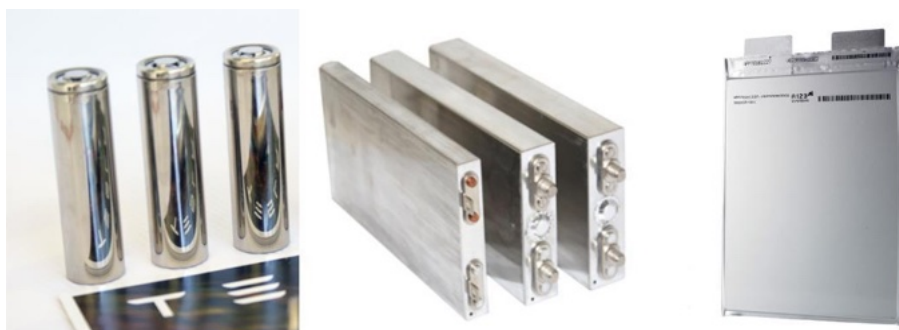
2.2: ¿Cómo es una batería de litio?

La batería de un coche eléctrico es un **pack** que engloba distintos componentes:

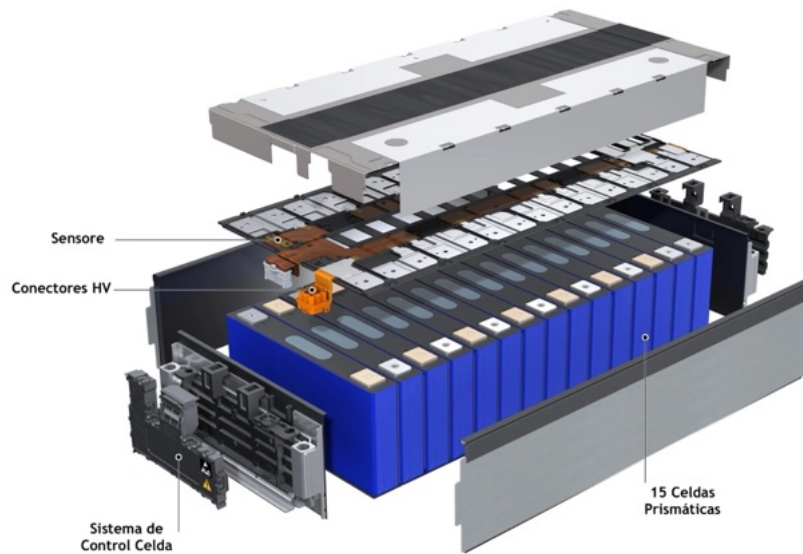


Esquema PackBatería Plataforma MEB VW 82kWh (12 módulos)

- **Celda:** Es la unidad mínima de almacenamiento. Dependiendo del fabricante, tienen diferentes formas (*de izquierda a derecha*):
 - **Cilíndricas:** Parecidas a una pila AA común (usadas por Tesla).
 - **Prismáticas:** Bloques rígidos rectangulares.
 - **Bolsa (Pouch):** Láminas flexibles, similares a la batería de un móvil.



- **Módulo:** Es una agrupación de varias celdas conectadas entre sí y protegidas por una estructura física. Los módulos facilitan el montaje y la gestión térmica.



- **Resto de componentes:** dentro de la carcasa sellada del pack de batería, no solo hay celdas; también encontramos componentes críticos para su control y vida útil: BMS, Sistema Gestión Térmica, Conectores y sensores:

El Sistema de Gestión de Baterías (BMS): El Cerebro de la Electromovilidad

El **BMS** (Battery Management System) es el componente electrónico crítico encargado de supervisar y regular el funcionamiento de la batería. Su misión principal es gestionar los ciclos de carga y descarga, así como vigilar variables clave: la temperatura, el **Estado de Carga (SOC)** y el **Estado de Salud (SOH)**.

Arquitectura del Sistema

Para operar con precisión, el BMS se divide en dos niveles jerárquicos:

1. **BMC (Battery Management Controller):** Es la unidad central de control.
2. **CMC (Cell Module Controllers):** Unidades integradas en los módulos de celdas que recolectan datos en tiempo real (voltaje y temperatura) y los transmiten al controlador central.

Funciones Principales del BMS

- **Supervisión Individual de Celdas:** El sistema analiza el voltaje y la temperatura de cada celda por separado. Esto permite detectar anomalías antes de que causen daños y facilita el **balanceo de celdas**, asegurando que todo el paquete trabaje de forma uniforme.
- **Gestión de Carga Segura:** Regula la entrada de energía para que el proceso sea rápido pero sin riesgos. Al controlar la intensidad de corriente y el voltaje, evita fenómenos peligrosos como la sobrecarga o el exceso de calor.
- **Optimización de la Descarga:** Administra cómo se extrae la energía para alimentar el motor. Un ejemplo claro es la **limitación de potencia en climas extremos**; el BMS restringe el

rendimiento temporalmente para proteger la química interna de la batería frente al frío intenso.

- **Regulación Térmica:** El BMS interactúa con los sistemas de refrigeración y calefacción del vehículo. Su objetivo es mantener la batería en un rango térmico ideal, lo que previene el envejecimiento prematuro y maximiza la autonomía.

- **Diagnóstico de Salud (SOH):** Mediante algoritmos avanzados, el sistema evalúa el desgaste de la batería a lo largo de los años. Si detecta una degradación significativa, emite alertas para realizar mantenimientos preventivos o planificar el reemplazo de componentes.

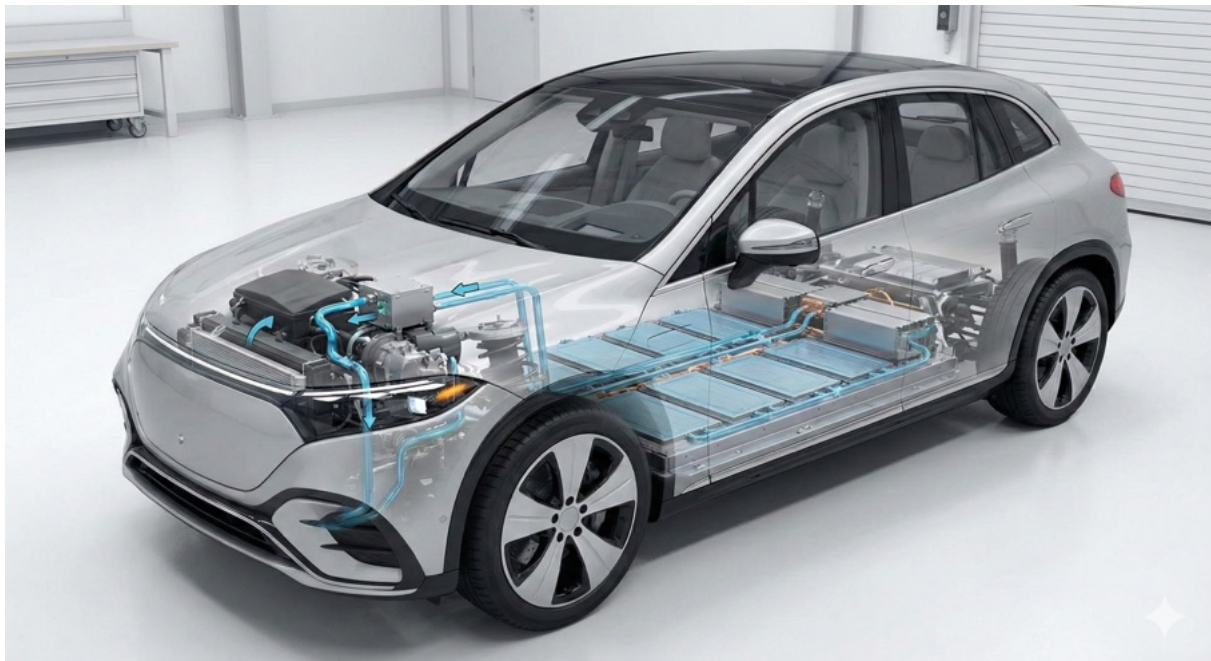
El Sistema de Gestión Térmica

Un circuito de refrigeración (normalmente por líquido) que mantiene las celdas a la temperatura óptima (entre **20°C** y **30°C**), tanto en invierno/verano como durante las cargas rápidas. Su disposición y funcionamiento varía según el fabricante.

Contactores y sensores

Los contactores son interruptores de seguridad que desconectan la corriente en caso de accidente o fallo.

Los sensores ayudan a medir temperaturas, fallos de aislamiento y fugas.



2.3: Evolución del Diseño de los Paquetes de Baterías

La forma en que las celdas se organizan dentro de un vehículo eléctrico ha evolucionado drásticamente para mejorar la eficiencia, reducir el peso y maximizar el espacio. Actualmente, existen tres arquitecturas principales:

1. Celda a Módulo (C2M / CtM): El Enfoque Tradicional

Este diseño utiliza una estructura jerárquica donde las celdas se agrupan primero en "paquetes intermedios" llamados módulos. Estos módulos, que incluyen su propia electrónica y refrigeración, se interconectan para formar el paquete final. Como hemos visto en el apartado anterior.

- **Modularidad y Reparación:** Su mayor ventaja es que permite sustituir módulos específicos en caso de avería, sin necesidad de desechar toda la batería.
- **Seguridad por Aislamiento:** Al estar compartimentadas, si una celda falla o sufre un escape térmico, el módulo actúa como una barrera física para proteger al resto.
- **Escalabilidad:** Los fabricantes pueden crear diferentes autonomías simplemente añadiendo o quitando módulos según el tamaño del vehículo.

2. Celda a Paquete (CTP): Eliminando el Intermediario

La tecnología **Cell-to-Pack (CTP)** prescinde de la estructura de módulos, instalando las celdas directamente en la carcasa principal de la batería. Empresas como **BYD** y **CATL** lideran este campo.

- **Optimización del Espacio:** Al eliminar las carcasas de los módulos, queda más sitio para las celdas, lo que aumenta la densidad energética del conjunto.
- **Eficiencia de Costes y Peso:** Menos piezas significan un proceso de montaje más sencillo, barato y ligero.

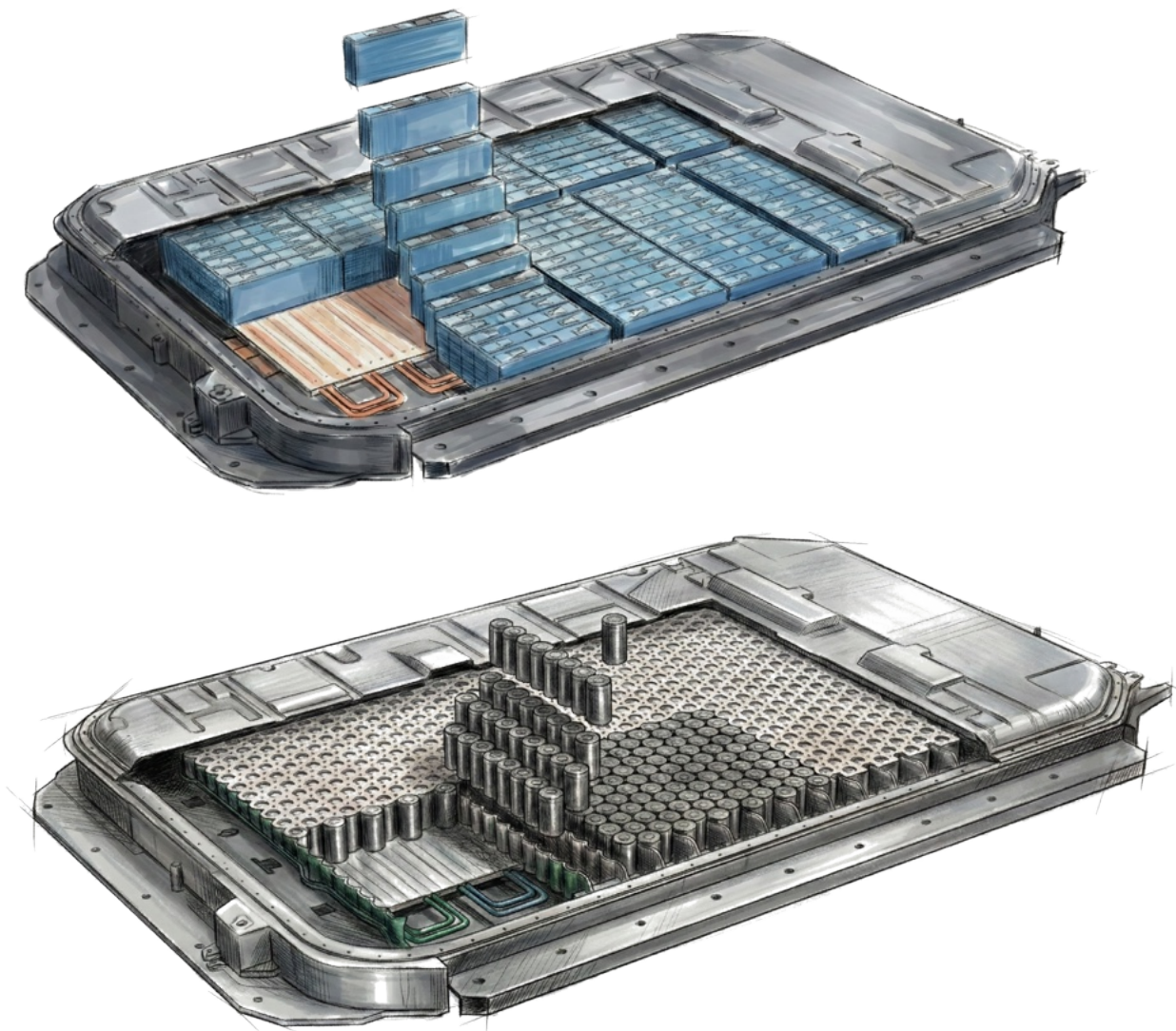
3. Batería Estructural: La Batería es el Vehículo

Este es el siguiente nivel de integración. En lugar de ser un componente que se "instala" en el coche, el paquete de baterías se convierte en una **parte integral del chasis** del vehículo. Es decir, la batería soporta cargas estructurales y ayuda a dar rigidez al coche.

- **Reducción Drástica de Componentes:** Se eliminan estructuras duplicadas (el suelo del coche y la tapa de la batería pueden ser lo mismo). Tesla, en sus modelos **Model Y** y **Cybertruck**, afirma que esto reduce drásticamente el número de piezas totales.
- **Rendimiento Dinámico:** Al formar parte de la estructura, se mejora la rigidez y se optimiza el centro de gravedad, lo que se traduce en un mejor manejo y seguridad.
- **El Reto:** La principal desventaja es que, al ser una pieza estructural, su reparación o sustitución es mucho más compleja que en los sistemas modulares.

CARACTERÍSTICA	CTP (CELL-TO-PACK)	CTB (CELL-TO-BODY)	CTC (CELL-TO-CHASSIS)
Concepto	Elimina módulos intermedios.	La batería es parte de la estructura del suelo.	La batería y el chasis son una pieza única .
Estructura	Celda → Pack completo	Celda → Habitáculo	Celda → Chasis (Bastidor)
Mantenimiento	Posible Cambio de pack	Difícil Integrada en cuerpo	Muy Complejo Es parte del chasis
Ventaja Principal	Ahorro de espacio y peso vs sistema modular.	Aumenta la rigidez del coche y espacio interior.	Máxima eficiencia estructural y ahorro de piezas.
Ejemplos	CATL Qilin BYD Blade	BYD Seal	Tesla Model Y (Celdas 4680)

El ejemplo de Celda a Módulo lo vimos al inicio de este apartado y a continuación dejo un par de ilustraciones de Cell-to-Pack:



2.4: Arquitectura de 400V frente a 800V:

En la industria del vehículo eléctrico, el diseño del paquete de baterías suele girar en torno a dos estándares de voltaje: **400 voltios** (el estándar actual) y **800 voltios** (la tecnología emergente). Aunque el voltaje más alto suele asociarse con mayor modernidad, ambas configuraciones presentan ventajas y desafíos específicos.

Arquitectura de 400 Voltios: El Estándar Consolidado

Hasta ahora la gran mayoría de los vehículos eléctricos actuales utilizan sistemas de 400V. Es una opción equilibrada que ha dominado el mercado durante la última década.

Ventajas:

- **Madurez Tecnológica:** Es un sistema ampliamente probado, lo que garantiza una fiabilidad superior y un conocimiento técnico profundo por parte de los fabricantes.
- **Eficiencia de Costes:** Al ser una tecnología estándar, los componentes son más económicos de producir gracias a las economías de escala.
- **Compatibilidad Total:** Prácticamente cualquier infraestructura de carga pública es compatible. Un ejemplo clave es la red de **Supercargadores de Tesla**, diseñada primordialmente para este voltaje.
- **Flexibilidad de Celdas:** Permite utilizar celdas de mayor tamaño, lo que facilita alcanzar una alta densidad energética con un cableado interno menos complejo.

Desventajas:

- **Limitación en la Carga Rápida:** La potencia de carga está restringida por la intensidad de corriente (amperaje). Por ejemplo, si un cargador está limitado a 500 A, a 400V la potencia máxima teórica es de **200 kW**.
- **Mayor Peso en el Cableado:** Para manejar altas potencias sin sobrecalentarse, el sistema requiere cables de mayor sección (más gruesos y pesados).

Arquitectura de 800 Voltios: El Salto al Rendimiento

Marcas premium y modelos de nueva generación están adoptando los 800V para mejorar la experiencia de carga y la eficiencia del peso.

Ventajas:

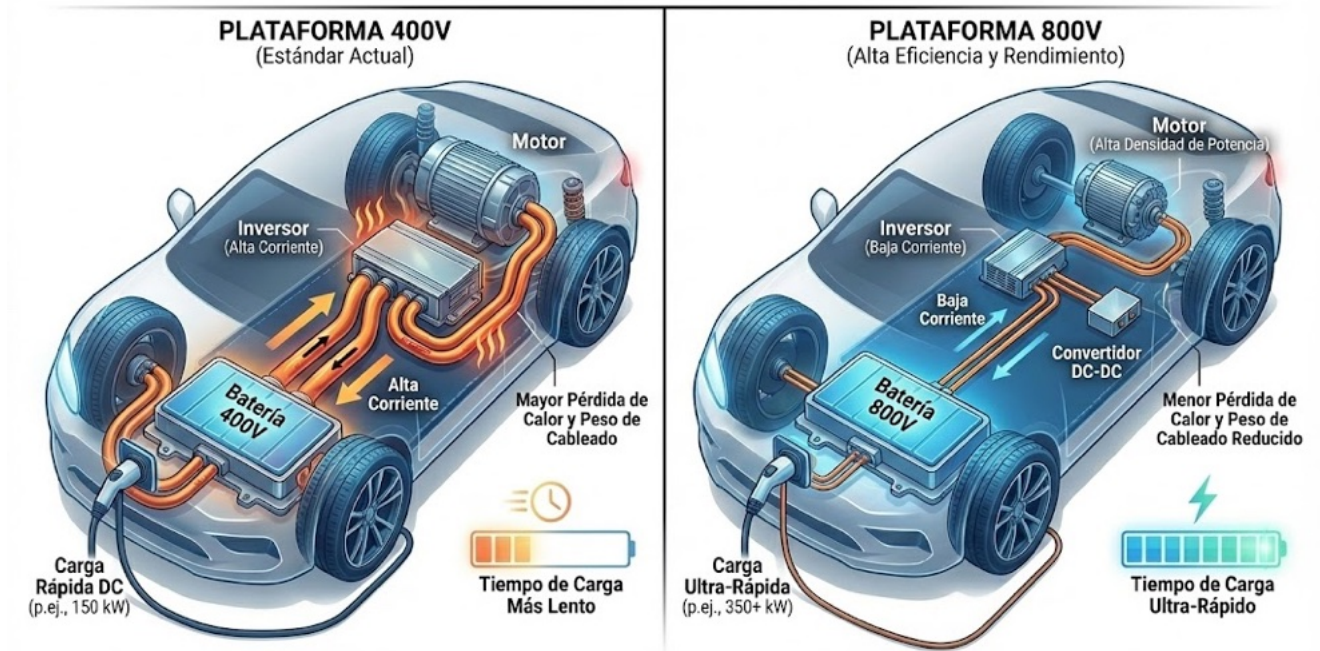
- **Cargas Ultra-Rápidas:** Al duplicar el voltaje, se puede duplicar la potencia de carga manteniendo el mismo amperaje. Siguiendo el ejemplo anterior: 500 A a 800V permiten alcanzar hasta **400 kW**, reduciendo drásticamente el tiempo en la estación de carga.
- **Reducción de Peso:** El sistema puede utilizar cables más delgados para transportar la misma energía, lo que aligera el peso total del vehículo y mejora ligeramente la eficiencia.

Desventajas:

- **Infraestructura en Desarrollo:** aunque hoy en día los principales proveedores de carga rápida ya instalan puntos que soportan 800v, en España quedan muchos que no los soportan. Además de que los supercargadores de Tesla funcionan a 400v.

- **Conflictos de Compatibilidad:** Al conectar un coche de 800V a un cargador de 400V (como los de Tesla), el vehículo debe usar un convertidor interno para elevar el voltaje. Este proceso suele limitar la velocidad de carga y añade complejidad técnica. Incluso recientemente marcas como Mercedes han optado por no incluir, la compatibilidad en los cargadores de 400v, de serie.

COMPARACIÓN DE VOLTAJE EN PLATAFORMA VE: 400V vs. 800V



2.5: Densidad de Energía:

La **densidad de energía** de una batería representa la cantidad de energía que puede almacenar en relación con su peso o su volumen. Existen dos formas principales de medirla:

- **Densidad gravimétrica:** se mide en **Wh/kg** (vatio-hora por kilogramo) y refleja cuánta energía se obtiene por cada kilo de batería.
- **Densidad volumétrica:** se mide en **Wh/l** (vatio-hora por litro) e indica cuánta energía se puede almacenar por unidad de volumen.

Actualmente, las baterías de los vehículos eléctricos suelen tener una **densidad gravimétrica** entre **200 Wh/kg y 300 Wh/kg**, y una **densidad volumétrica** que ronda los **500 Wh/l**. Cuanto mayor sea cualquiera de estas densidades, más energía podrá almacenarse ocupando menos espacio o con menos peso.

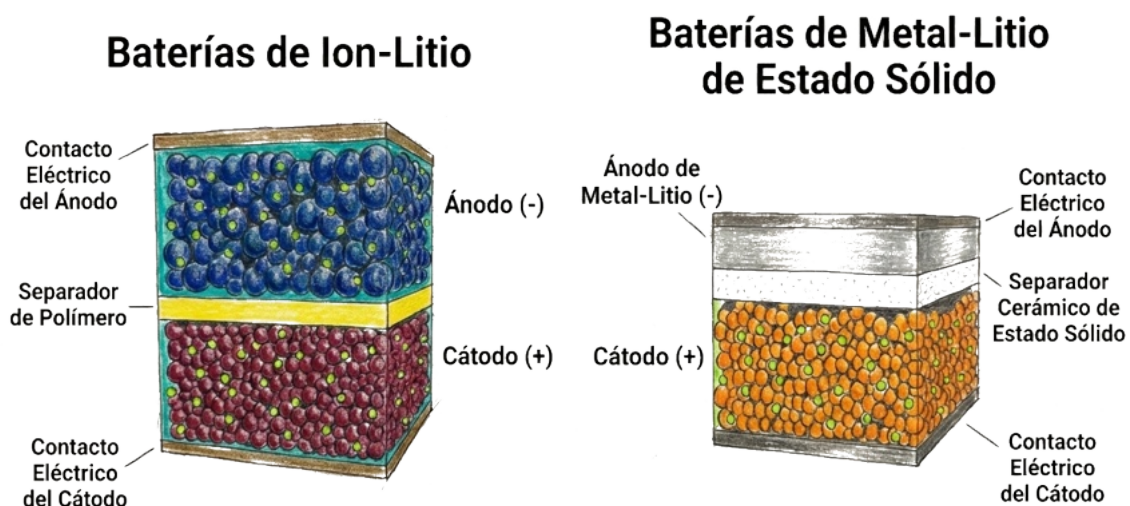
Por ejemplo, si una batería alcanza los **300 Wh/kg**, podría almacenar la **misma energía que una de 150 Wh/kg pesando la mitad**, o bien duplicar la energía sin aumentar el peso. Sin embargo, el volumen que ocupa la batería también es un factor crucial, ya que en un vehículo el espacio disponible es limitado.

Un caso ilustrativo es la batería de **58 kWh útiles (62 kWh brutos)** del **Volkswagen ID.3**, que pesa alrededor de **450 kg** y ocupa un volumen considerable, representando aproximadamente un **25 % del peso total del vehículo**.

Por eso, una de las principales líneas de innovación en el desarrollo de baterías de **alto tensión (HV)** es el aumento tanto de la densidad **gravimétrica** como de la **volumétrica**. Las futuras **baterías de estado sólido**, por ejemplo, prometen **duplicar la densidad energética actual**, lo que permitiría:

- Mantener la misma capacidad (**kWh**) ocupando **menos espacio** (densidad volumétrica).
- O bien, reducir significativamente el **peso de la batería** (densidad gravimétrica).

Este avance contribuiría a aumentar la **autonomía** de los vehículos o a reducir su peso total, mejorando la eficiencia sin necesidad de instalar baterías más grandes.



2.6: kW vs kWh ¿En qué se mide la capacidad de la batería?

La cantidad de energía que puede almacenar una batería (capacidad) se mide en **kilovatio-hora (kWh)**. Esta unidad representa la capacidad de suministrar una determinada potencia (kilovatio, kW) durante un período de tiempo concreto (horas).

Conceptos fundamentales:

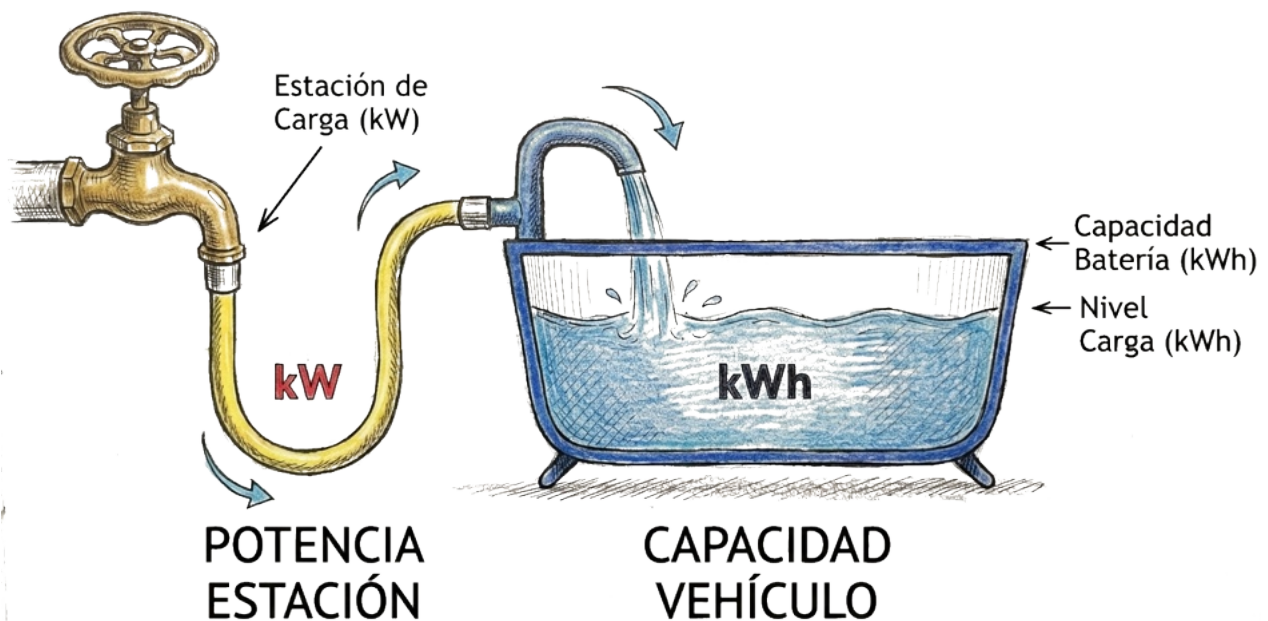
- Los **kWh** son comparables a los **litros de un depósito de combustible**: indican cuánta “energía” cabe en la batería.
- Los **kW** serían el equivalente al **grosor de la manguera** al repostar: nos dan una idea de cuánta energía puede circular en cada momento.
- **kWh** equivale a: **voltios × amperios-hora ÷ 1000**.

$$\text{Capacidad (kWh)} = \frac{\text{Voltaje (V)} \times \text{Amperios-hora (Ah)}}{1000}$$

Por ejemplo, una batería de **58 kWh** podría, “en teoría” (ya entenderéis esto [más adelante](#)), suministrar:

- 58 kW** durante **1 hora**,
- o **29 kW** durante **2 horas**,
- o **5,8 kW** durante **10 horas**.

Este concepto es clave para entender la **autonomía** y las **prestaciones** de un vehículo eléctrico, ya que determina tanto la cantidad de energía disponible como la potencia que puede entregarse a lo largo del tiempo.



2.7: ¿Qué significa la capacidad Bruta y Neta de una Batería? El BUFFER

- **Capacidad Bruta:** Es la cantidad total de energía que puede almacenar la batería, es decir, su capacidad física completa.
- **Capacidad Neta:** Es la cantidad de energía realmente utilizable por el vehículo para movernos. Siempre es algo menor que la bruta.

La diferencia entre ambas se debe a que las baterías de vehículos eléctricos (EVs) incorporan lo que se conoce como **buffer** o **margen de protección**. Este buffer limita tanto la carga completa como la descarga total de la batería para alargar su vida útil y evitar daños.

Por ejemplo, el **Volkswagen ID.3** tiene un buffer aproximado del **4% en la parte superior** (para proteger la sobrecarga) y un **2% en la parte inferior** (para evitar descargas profundas).

Este margen significa que, aunque la batería tenga una capacidad bruta de 62 kWh, la capacidad neta disponible para el uso diario es de unos 58 kWh. Más adelante profundizaremos en cómo afectan estos márgenes a la salud de la batería y su longevidad.

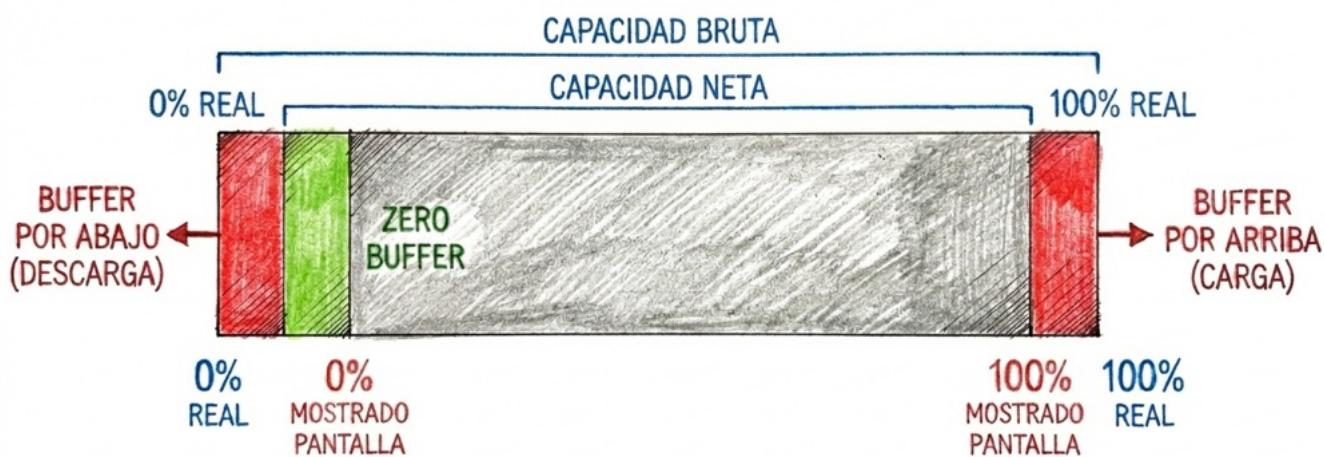
Búfer utilizable oculto

Algunos fabricantes ocultan parte de la capacidad disponible (neta) de la batería en un búfer utilizable oculto.

Podemos notar que el último 1% de batería parece "eterno". Esto no es un fallo, es un diseño deliberado. Los fabricantes configuran el Estado de Carga (SOC) de forma no lineal.

Esto es lo que se conoce como el Zero Buffer. El coche te asusta mostrando un 1%, o incluso un 0%, para que busques un cargador con urgencia, pero en realidad te está dejando usar esa "reserva oculta" para que no te quedes tirado en mitad de la carretera.

Además del buffer de protección inferior del 2% (no utilizable), el ID.3 integra un 4% adicional que sí forma parte de la capacidad neta de la batería. Este margen actúa como una reserva de emergencia, permitiendo que el vehículo continúe circulando brevemente tras alcanzar el 0% en el marcador, evitando así una detención inmediata.

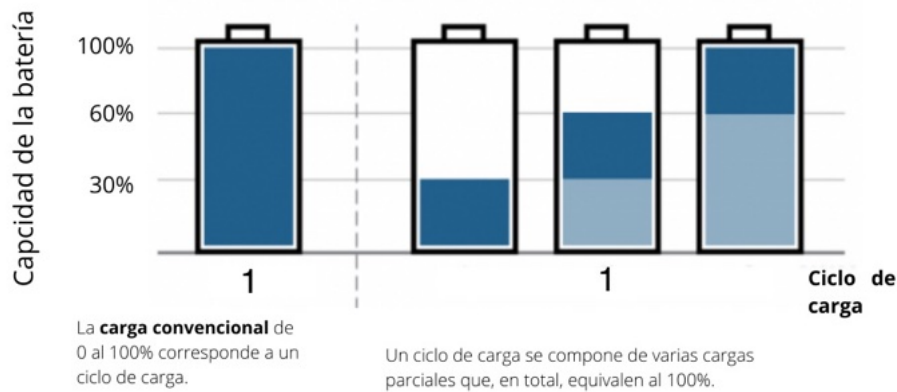


2.8: Duración/Vida útil de la batería:

La **vida útil de una batería** se mide habitualmente en **ciclos de carga y descarga**. Un **ciclo completo** significa utilizar el equivalente al **100% de la capacidad de la batería**, independientemente de cómo se reparta esa carga o descarga. Por ejemplo:

- Si cargas tu batería del **0% al 100%** de una sola vez, eso cuenta como **1 ciclo completo**.
- Pero también sería **1 ciclo completo** si la cargas dos veces del **30% al 80%**, o cinco veces del **40% al 60%**. Lo que cuenta es la **cantidad total de energía movida**.

Ciclo de carga de una batería



Por este motivo, los **hábitos de carga parcial** (no agotar la batería ni cargarla siempre al 100%) —algo que veremos en detalle en el “[Capítulo 3.5 Hábitos de recarga](#)” — pueden **prolongar considerablemente la vida útil de la batería**.

***Nota importante:** Las baterías de **litio**, utilizadas en los vehículos eléctricos, **no sufren efecto memoria**. A diferencia de las baterías antiguas de níquel, por lo que no es necesario realizar ciclos completos de carga y descarga para mantener su capacidad.

2.9: ¿Qué es la degradación?

Las baterías de iones de litio están sometidas, a lo largo de su vida útil, a un proceso de envejecimiento y desgaste debido a factores físicos y químicos. Como consecuencia, pierden parte de su capacidad para cargarse y descargarse. A esta pérdida se le denomina **degradación**.

Supongamos que tenemos una batería que, inicialmente, con una carga al 100%, almacenaba 58 kWh, pero que con el paso del tiempo su capacidad ha disminuido hasta los 52,2 kWh. En este caso, la batería ha sufrido una degradación del 10%, lo que significa que su capacidad actual es del 90% respecto a la original.

Si te preguntas cómo se puede conocer realmente la degradación de la batería de tu coche, la respuesta es que la mayoría de los vehículos no ofrecen este dato de forma directa. En algunos casos, sin embargo, es posible obtener un dato aproximado mediante la conexión a la **OBD-II** (puerto de diagnóstico del vehículo), y digo aproximado porque medir la capacidad de una batería no es tan sencillo como medir los litros de gasolina que entran en el depósito, de ello hablaré en el apartado: [¿Cómo calcula el BMS la capacidad de la batería?](#)

Envejecimiento de las Baterías de Litio: Detalles Clave

A lo largo de su vida útil, las baterías experimentan un proceso de envejecimiento que provoca una pérdida gradual de capacidad y un aumento de la resistencia interna. Esto se traduce en una menor cantidad de energía disponible y en una reducción de la potencia que pueden entregar. A continuación, analizamos los principales factores y mecanismos responsables de esta degradación.

Tipos de Envejecimiento:

1. Envejecimiento en reposo (Calendar ageing):

Incluso cuando la batería no está en uso, diversos procesos químicos continúan afectando a sus componentes. Uno de los fenómenos más relevantes es la formación y crecimiento de la **Interfase Electrolítica Sólida (SEI)**, una capa que se crea sobre el electrodo para protegerlo, pero que con el tiempo aumenta su espesor y reduce la cantidad de litio disponible para las reacciones. Este tipo de degradación es más acusado cuanto mayores son la temperatura y el estado de carga en reposo.

2. Envejecimiento por uso (Cycling ageing):

Este envejecimiento ocurre cuando la batería se somete a ciclos de carga y descarga. Su impacto depende no solo de la temperatura y el nivel de carga, sino también de la intensidad de la corriente. Cuanto mayor sea la velocidad a la que se carga o descarga la batería, mayor será el estrés para sus componentes, acelerando su desgaste.

Factores que Aceleran la Degradación:

- **Temperatura:**

Operar fuera de los márgenes óptimos (aprox. 15°C a 35°C) acelera la degradación. Las temperaturas bajas favorecen la formación de depósitos de litio en el ánodo, mientras que las altas temperaturas estimulan reacciones secundarias en el cátodo y el crecimiento de la SEI, aumentando la resistencia interna y deteriorando la batería.

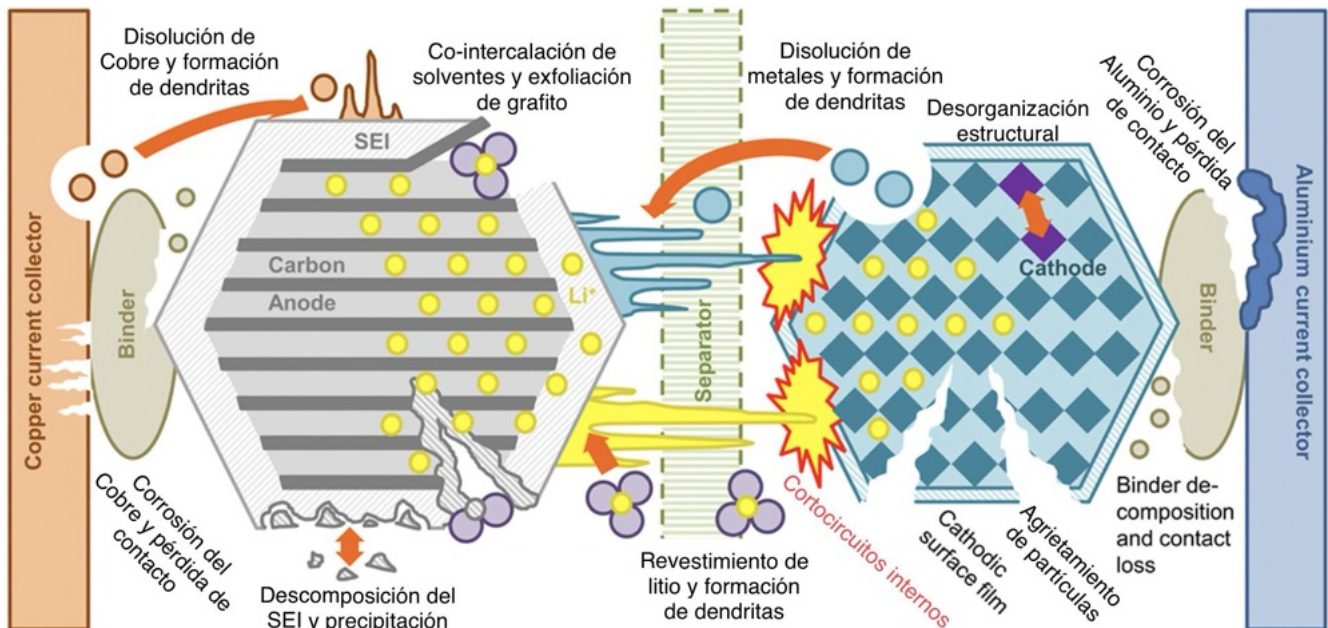
- **Estado de Carga (SoC):**

Mantener la batería en niveles muy altos de carga durante largos periodos favorece la degradación del electrolito y de los electrodos. Por otro lado, niveles excesivamente bajos pueden provocar corrosión en el ánodo y daños estructurales en el cátodo. Lo ideal es mantener un **SoC moderado (80-20%)**, evitando tanto los extremos bajos como los altos siempre que sea posible.

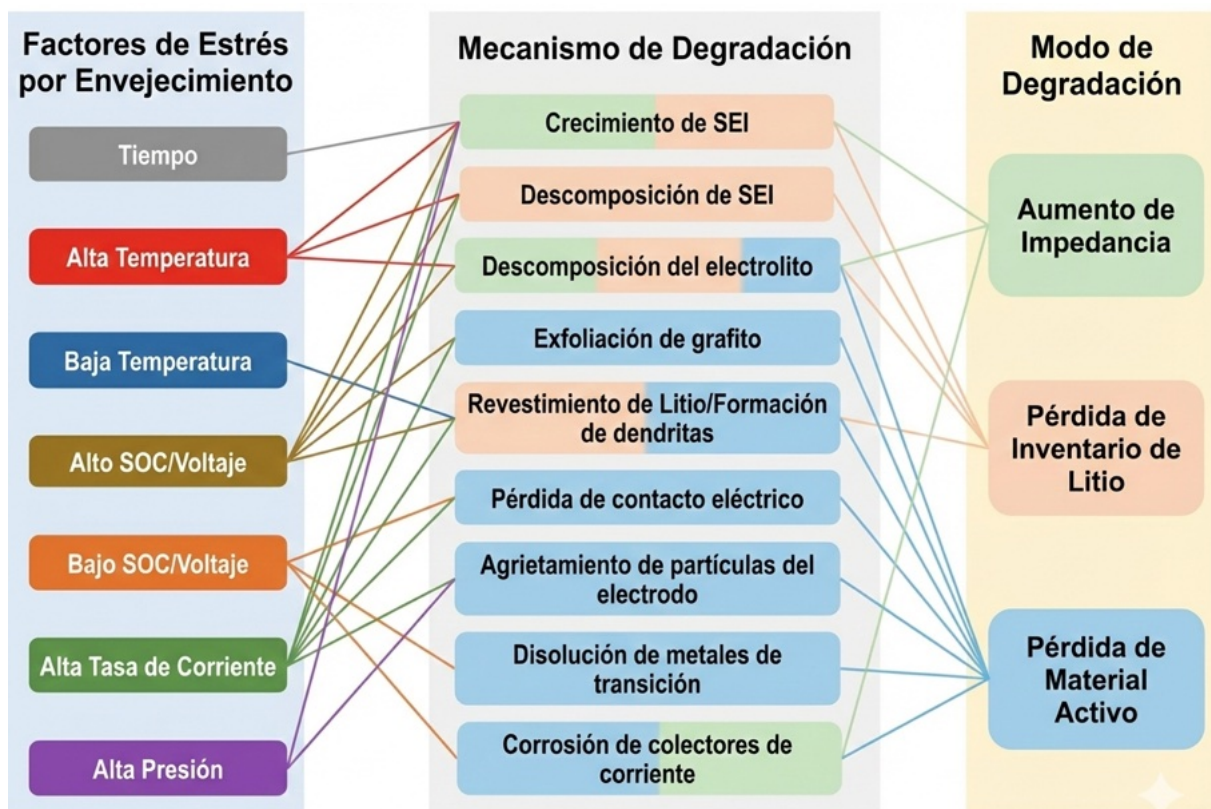
- **Corriente de carga/descarga:**

Cargar o descargar la batería a corrientes elevadas genera más calor y puede provocar un alojamiento desordenado de los iones de litio, lo que da lugar a la pérdida de litio activo y la aparición de reacciones no deseadas. Utilizar potencias bajas, siempre que sea posible, ayuda a alargar la vida útil de la batería.

***SEI:** Interfase Electrolyte Sólida, es una película muy delgada de material que no existe cuando se construye una batería. Sólo cuando la batería se carga por primera vez las moléculas se agregan y reaccionan electroquímicamente para formar la estructura, que actúa como una puerta que permite a los iones de litio pasar de un lado a otro entre el ánodo y el cátodo.



*Causas y efectos de la degradación de una batería. Imagen bajo [licencia CC BY 4.0](#), obtenida del Artículo “[Degradation diagnostic for lithium ion cells](#)” of Journal of Power (Autores: Christoph R. Birkel, Matthew R. Roberts, Euan McTur, Peter G. Bruce, David A. Howey), traducción propia



*Esquema procesos degradación de una batería. Imagen bajo [licencia CC BY 4.0](#), obtenida del Artículo “[Degradation diagnostic for lithium ion cells](#)” of Journal of Power (Autores: Christoph R. Birkel, Matthew R. Roberts, Euan McTur, Peter G. Bruce, David A. Howey), traducida y adaptada (Google Gemini).

2.10: ¿Balancear vs Calibrar la batería?

• BALANCEAR:

Consiste en el ajuste del **voltaje de las celdas** que componen la batería. Este proceso lo realiza automáticamente el **BMS** (*Battery Management System* o Sistema de Gestión de la Batería).

El balanceo puede ser **Activo o Pasivo**:

Característica	Balanceo Pasivo	Balanceo Activo
Método	Disipa el exceso de energía como calor mediante resistencias.	Transfiere la energía sobrante a celdas con menor voltaje.
Velocidad	Más lento.	Más rápido.
Eficiencia energética	Baja (se pierde energía).	Alta (se aprovecha la energía).
Complejidad	Baja (circuito simple y económico).	Alta (requiere convertidores DC/DC y control más sofisticado).
Generación de calor	Mayor.	Menor.
Coste	Más económico.	Más costoso.
Uso típico	Baterías de coste contenido, packs sencillos.	Vehículos que priorizan durabilidad y rendimiento.

• CALIBRAR:

Cuando se utiliza de forma habitual una horquilla de carga muy estrecha (por ejemplo, entre un 40% y un 60%), con el paso del tiempo es posible que el **BMS** se “descale”. Esto significa que sus estimaciones sobre la energía disponible se vuelven menos precisas al perder algunas referencias clave.

En casos extremos (hoy en día es muy difícil que esto llegue a pasar, gracias a las avanzadas BMS), esta descalibración podría provocar que el coche se detuviera inesperadamente, aunque el indicador de batería muestre que aún queda carga, debido a que la BMS sobreestima la energía realmente disponible.

Afortunadamente, esta situación es fácil de corregir mediante una **calibración** manual. El procedimiento consiste en:

1. Descargar la batería hasta un **SoC** (Estado de Carga) bajo, aproximadamente un **5%**.
Dejar reposar el coche 1 hora antes de enchufarlo a cargar.
2. Cargar la batería al **100%** a poder ser en carga lenta, unos +-5kW de potencia, y dejar el coche enchufado durante **1 hora adicional**.

De este modo, se le proporcionan al BMS los puntos de referencia de los extremos de la batería, permitiéndole realizar estimaciones más precisas.

Este tipo de ciclos profundos no son recomendables de forma habitual, ya que un uso constante de los extremos de carga puede acelerar la degradación de la batería. Solo deberían realizarse en caso de **descalibración severa** o como **mantenimiento preventivo**, aproximadamente cada **6-12 meses**.

Diferencias entre baterías NCM y LFP: Voltaje de trabajo y calibración

Las baterías de iones de litio no son todas iguales. Existen diferentes **químicas** que influyen tanto en el rendimiento como en el comportamiento de carga y descarga. Las dos más comunes en los coches eléctricos actuales son: NCM y LFP

1. Diferencia de voltaje:

- Las **baterías NCM** tienen un voltaje de trabajo más alto. Su plena carga se alcanza a **4,2V por celda** y se consideran descargadas en torno a **3,0V**.
- Las **baterías LFP**, en cambio, operan en un rango de voltaje más bajo: su máximo es **3,65V por celda** y su mínimo **2,5V**. Además, la curva de descarga de las LFP es aún más plana, con un cambio de voltaje muy poco perceptible durante gran parte del uso.

Química	Nombre	Rango de voltaje por celda	Tensión nominal
NCM	Níquel-Cobalto-Manganeso	3,0 V – 4,2 V	3,6 – 3,7 V
LFP	Litio-Ferro-Fosfato	2,5 V – 3,65 V	3,2 – 3,3 V

2. Necesidad de calibración más frecuente en LFP:

Debido a esta **curva de descarga extremadamente plana**, las baterías **LFP** son más propensas a sufrir **errores de estimación del SoC (Estado de Carga)**. Es decir, al haber tan poca variación de voltaje entre el 20% y el 80%, el **BMS** tiene más dificultad para determinar con precisión cuánta carga queda realmente.

Por este motivo:

- En baterías **LFP** es **más necesario realizar calibraciones periódicas** para que el BMS mantenga una estimación precisa del SoC.
- Algunos **fabricantes recomiendan incluso cargar habitualmente al 100%** en baterías **LFP**, no solo para mantener la calibración sino porque estas baterías no sufren tanto con cargas completas como las NCM.

Ejemplo: En vehículos con baterías LFP (como algunos Tesla Model 3 o BYD), se sugiere sin problemas cargar al 100% para uso diario.

¿Cómo calcula el BMS la capacidad de la batería?

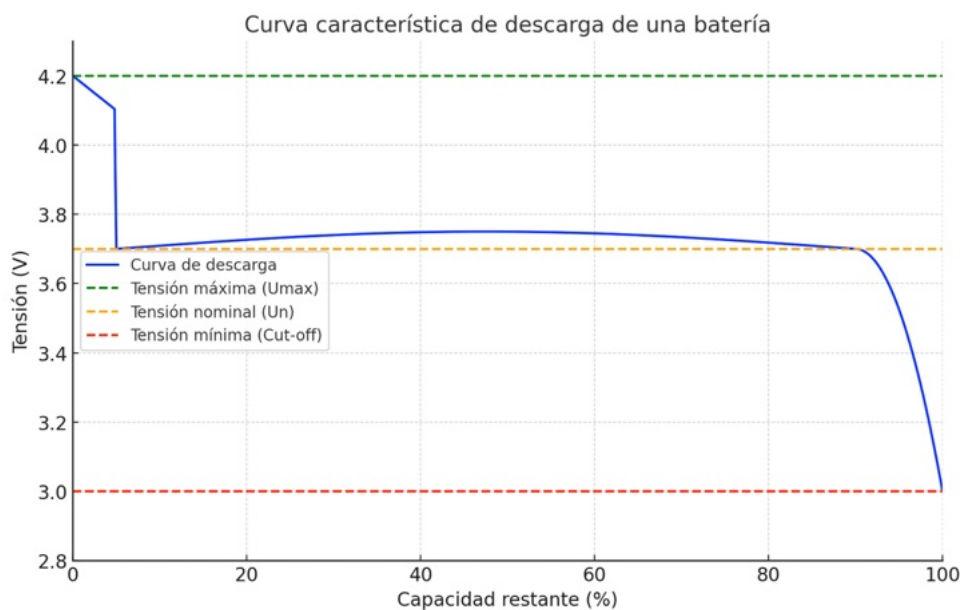
Como ya hemos explicado, la **BMS** es el cerebro que controla y gestiona la batería del vehículo. Entre sus funciones principales se encuentran:

- **Control de la temperatura:** Sensores distribuidos por las celdas miden continuamente la temperatura de la batería para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente.
- **Monitoreo del voltaje de cada celda:** El BMS supervisa individualmente cada celda para garantizar que el aumento o disminución del voltaje durante la carga o descarga sea uniforme. Si detecta desequilibrios, ajusta la carga o descarga de celdas concretas para igualarlas.
- **Cálculo e información del SoC (Estado de Carga):** El **SoC** representa el porcentaje de carga de la batería, pero no es tan sencillo de medir como en un depósito de combustible. No se trata de un volumen exacto que se llena o vacía de forma lineal.

La BMS emplea complejos algoritmos para estimar el **SoC**, siendo el **voltaje de la batería** uno de los datos más relevantes para este cálculo. Sin embargo, el comportamiento del voltaje no es lineal y está influido por factores como:

- La **temperatura** de la batería.
- La **velocidad de carga o descarga**.
- El **estado general de las celdas**.

Para entender en profundidad cómo se comporta una batería durante su uso, es fundamental conocer su **curva característica de descarga**. Esta curva describe cómo varía la **tensión** (voltaje) de la batería en función de su **capacidad restante**.



Tres tensiones clave en una batería:

1. Tensión máxima (U_{max}):

Es el valor más alto de voltaje que la batería puede alcanzar durante el proceso de carga, habitualmente en circuito abierto (sin corriente circulando).

2. Tensión nominal (U_n):

Es el valor de voltaje medio alrededor del cual opera la batería durante la mayor parte de su descarga. Suele corresponder a la parte más estable y plana de la curva de descarga.

3. Tensión mínima (Cut-off):

Es el valor de voltaje por debajo del cual se considera que la batería está totalmente descargada. Descargar una batería por debajo de este límite puede causar daños irreversibles y una pérdida acelerada de capacidad.

Análisis de la curva de descarga:

- **Etapas inicial:**

Con la batería completamente cargada y en reposo (sin demanda de corriente), el voltaje se encuentra en su punto máximo. Sin embargo, en cuanto comienza la descarga, se produce una caída inicial rápida de tensión debido a la resistencia interna de la batería.

- **Zona de descarga útil:**

A continuación, la curva se aplana y se mantiene prácticamente horizontal. Es en esta zona donde se obtiene la **tensión nominal** y donde la batería entrega la mayor parte de su energía de forma estable.

- **Etapas final:**

Al final de la descarga, el voltaje vuelve a descender bruscamente hasta alcanzar el **cut-off**, momento en el cual el sistema desconecta la batería para evitar daños.

Factores que afectan a la capacidad real:

La capacidad de una batería no es un valor fijo, sino que **depende de varios factores**:

- **Temperatura:**

La capacidad disminuye en temperaturas bajas y puede aumentar ligeramente en temperaturas altas (aunque esto último acelera la degradación). La capacidad estándar se mide normalmente a **25 °C**.

- **Tasa de descarga (C):**

La **tasa de descarga** se expresa en “C”, que representa la corriente necesaria para descargar la batería en una hora. Por ejemplo:

- 1C → descarga completa en 1 hora.
- 0,5C → descarga en 2 horas.
- 2C → descarga teórica en 30 minutos.

La Ley de Peukert: ¿Por qué no es lineal la descarga?

Aunque se podría pensar que duplicar la corriente de descarga simplemente reduce el tiempo a la mitad, en realidad no es así. A tasas de descarga más altas:

- El **calor generado** en la batería aumenta.
- La **resistencia interna** provoca mayores caídas de tensión.
- El sistema químico interno no es capaz de suministrar la misma cantidad de energía útil.

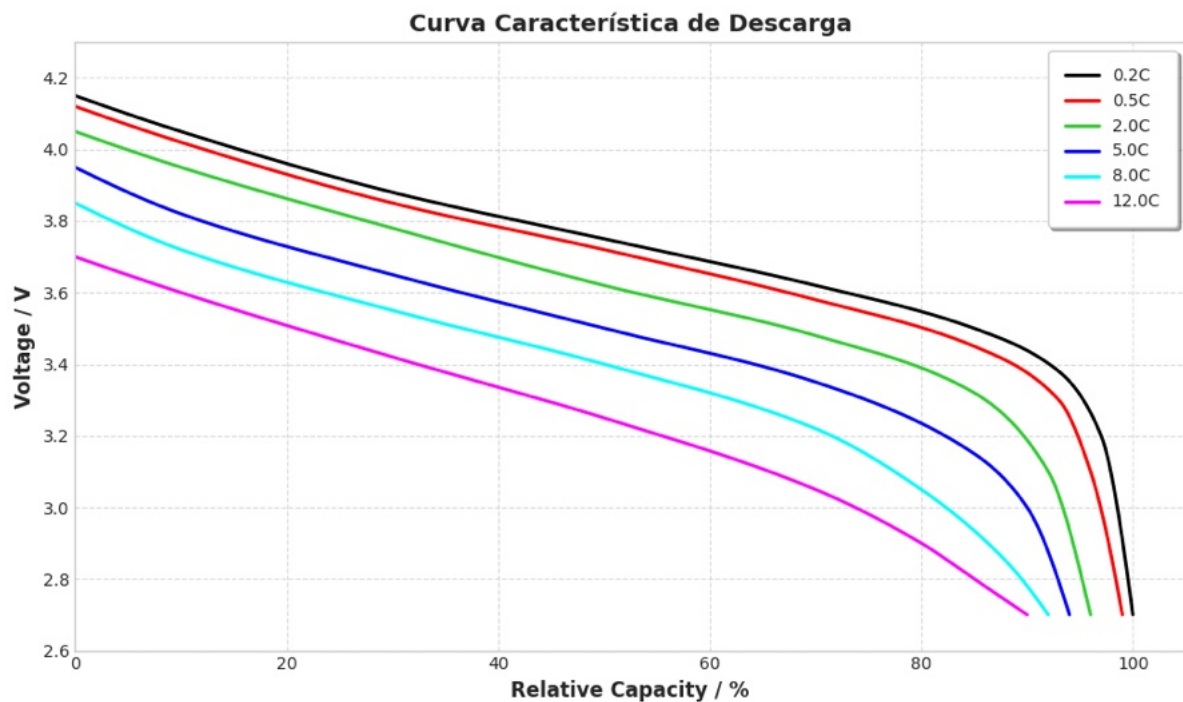
Este fenómeno se describe mediante la **Ley de Peukert**, que se formula de la siguiente manera:

$$t = T \cdot \left(\frac{C}{i \cdot T} \right)^k$$

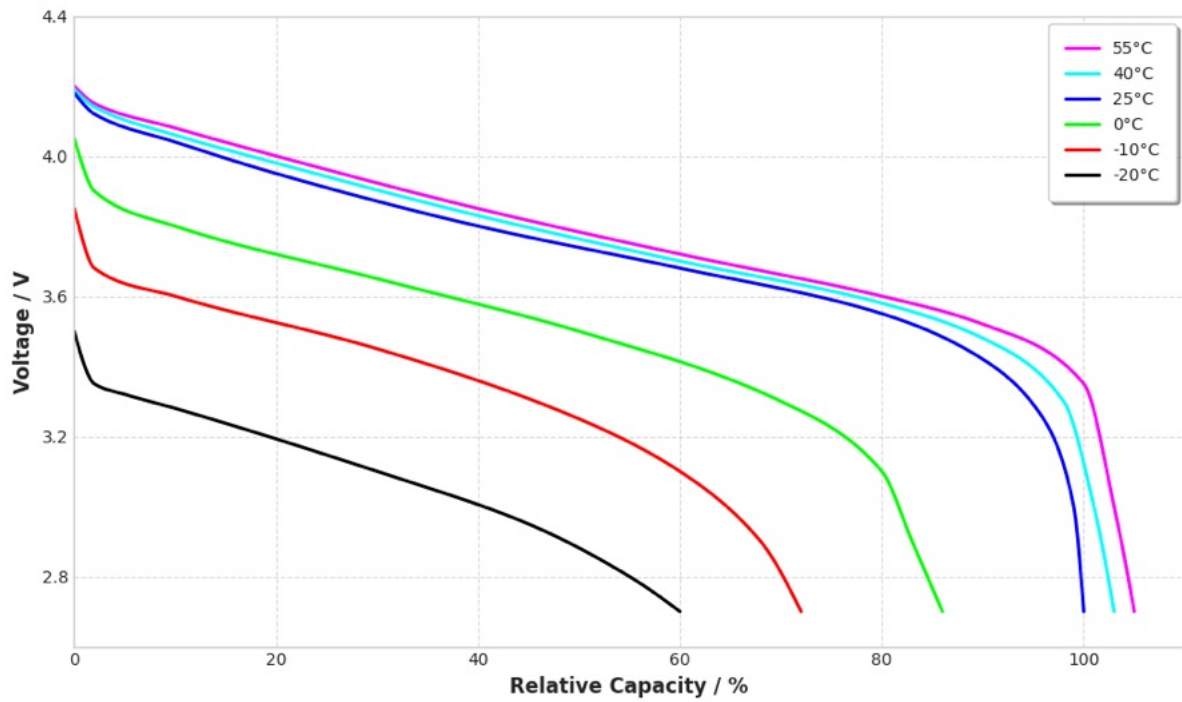
Donde:

- **t** = tiempo de descarga
- **C** = capacidad nominal de la batería (Ah)
- **i** = corriente de descarga (A)
- **k** = exponente de Peukert (depende del tipo y estado de la batería; en baterías de litio suele ser más bajo que en baterías de plomo)

El resultado es que cuanto más rápidamente se descarga una batería, menos capacidad total se puede extraer de ella.



Del mismo modo, cuanto más baja sea la temperatura de la batería menos energía se podrá extraer de ella. Por ello la necesidad de incluir sistemas de gestión térmica que garantice mantener la batería en un rango óptimo de temperaturas.



3. Cargar tú EV:

Lo ideal para realizar la **carga** de tu EV es hacerlo **en casa**. Supone una gran comodidad llegar a casa, enchufar y listo (lo normal es programar las cargas por la noche, en tarifa Valle o SuperValle). Se acabó tener que parar en la gasolinera camino al trabajo o al salir.

3.1: Opciones para cargar en Casa:

Usar “cargador portátil”

“de emergencias”, “ocasional”, “schuko”... (tiene diversos nombres).

Su precio está entre 150-500€: estos cargadores disponen en un extremo de un conector schuko macho o un CETAC, en el otro de un conector Tipo 2 (mennekes) y en el medio de ambo, una caja de “control”, algunos con posibilidad de elegir potencia de carga, diferir el inicio de la carga, visualizar los kWh cargados, el Voltaje de la línea...

Estos cargadores tienen una **potencia de carga** generalmente **baja** (8A - 10A - 12A - 16A según el modelo), ya que se van a enchufar a una toma schuko doméstica (enchufe de casa) que no admiten más de 16A (16A x 230voltios = 3,68kW de potencia). Los hay capaces de soportar hasta 32A si en lugar de schuko tienen toma **CETAC** (monofásica o trifásica).



El **inconveniente** de estos cargadores, además de su potencia limitada (que no tiene que ser por sí sola una desventaja), es que, al conectarse a un enchufe doméstico durante largas horas, se hace “sufrir” a la instalación (los cables, la propia toma del enchufe de la pared), principalmente cuando no están preparadas/dimensionadas para ello. Por tanto, lo correcto y adecuado si nos planteamos (poco recomendado) usar este cargador como el habitual, es:

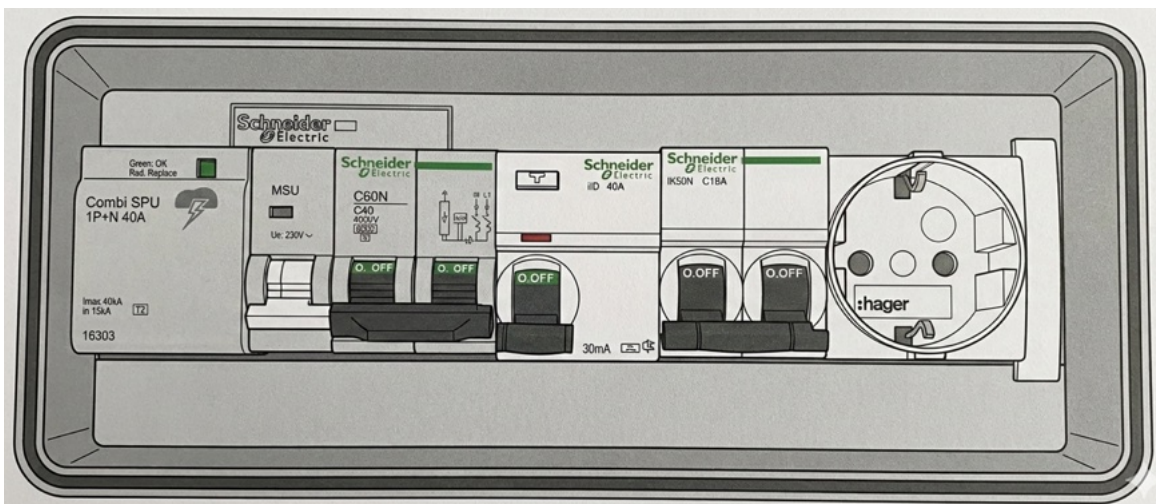
1. Preparar/confirmar que la instalación es la correcta.
2. Pensar en el tiempo de carga necesario para tus trayectos habituales. No es lo mismo usar al día un 60% de batería (con una batería de 58kWh necesitarías 16h a 10A por ejemplo) que un 20% (que siguiendo el ejemplo de antes implicaría entre 5-6h).
3. ¿Recordáis que la energía que recibimos del enchufe es Corriente Alterna (AC) y el coche tiene un transformador, para convertirla en Corriente Continua (DC), antes de meterla en la batería? Bien, pues esto conlleva una pérdida de energía en el proceso y cuanto menor potencia de carga mayor es el % de energía perdida. Esto tampoco tiene que ser malo por sí solo, pero al cabo del año puede suponer una pérdida cuantitativa de energía.

Como ya he mencionado anteriormente existen **cargadores portátiles** con tomas **CETAC**, que permiten cargar hasta 32A y aprovechar por ejemplo una instalación trifásica. Para ello, deberíamos tener esta toma de enchufe instalada en casa. Algo que no es lo habitual pero muy recomendable si pretendemos usar el cargador portátil para cargar habitualmente nuestro coche. Pudiendo además hacer uso de un adaptador CETAC - Schuko para que el mismo cargador nos sirva también para cargar en un enchufe doméstico. Este tipo de cargador sería una solución ideal si no tenemos una plaza de parking en propiedad o tenemos una segunda vivienda vacacional, ya que el coste de su instalación es menor al de un Wallbox.



Cabe recordar que, ya bien, instalemos un Cargador de Pared (WallBox®) o hagamos uso de un cargador portátil, es indispensable preparar la instalación eléctrica acorde a la normativa vigente: [Instrucción Técnica Complementaria "ITC" BT 52](#). Además de la necesidad de actualizar el ICE (Certificado de Instalación eléctrica) el conocido como boletín.

Ejemplo de cuadro eléctrico para el cargador doméstico:



De izquierda a derecha:

1. **Protector contra sobretensiones permanentes y transitorias:** por un lado, las permanentes se encargan de proteger frente a aumentos de tensión producidos en un tiempo indeterminado. Por otro, las transitorias protegen la instalación frente a aumentos de tensión en un periodo de tiempo que puede ser de microsegundos.
2. **Diferencial superinmunizado:** cuenta con filtros de altas frecuencias que permiten detectar si se ha producido una derivación de corriente a tierra o si se trata de un falso positivo producido, por ejemplo, por el uso simultáneo de diferentes dispositivos electrónicos.
3. **Interruptor automático Magneto-Térmico:** al producirse un aumento elevado de corriente de forma rápida, el interruptor automático salta para frenar el posible daño de este incremento de intensidades. De igual forma, su lámina bimetálica permite detectar situaciones de sobrecarga.
4. **Toma Schuko:** es una toma de enchufe convencional para emergencias. Aunque instalemos un wallbox siempre será buena idea tener una toma schuko independiente por si se produce algún fallo en el wallbox que nos impide cargar el coche, así siempre podremos cargar el coche, aunque sea a una baja potencia.

Usar el WallBox® (Punto de Carga Doméstico).

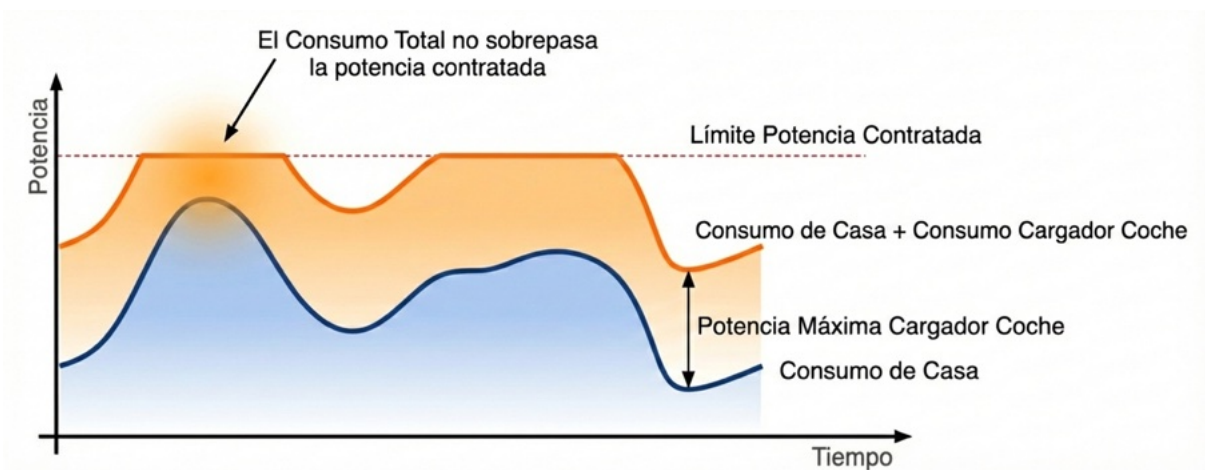
Su precio está entre 600-1200€, hay infinidad de marcas, modelos, opciones... pero básicamente es una “caja” (con electrónica) que se monta en la pared y de la que sale un cable “gordo” con un conector Tipo 2 en la punta para enchufarlo a la toma de carga de nuestro vehículo eléctrico.



Requiere ser instalado por un electricista autorizado, colocar el cableado correcto y un cuadro con las protecciones reglamentarias (los “automáticos”, coloquialmente hablando). Por tanto, su instalación es costosa y variable según la casuística de esta (entre 1200-2000€).

Estos Wallbox pueden implementar ciertas características muy útiles:

- **Control Dinámico de Potencia:** indicas al cargador la potencia contratada en tu casa y gracias a un sensor, que se debe colocar en la entrada de la línea eléctrica de casa, el Punto de Carga regula la potencia de carga del coche para no pasarse de dicha potencia, aunque pongas en marcha el horno, la lavadora..., evitando que se corte la luz en casa y además aprovechando toda la potencia disponible para cargar el coche. Esta característica me parece indispensable en cualquier punto de carga doméstico.
- **Integración fotovoltaica:** si tienes una instalación de paneles solares, permite aprovechar la generación de energía solar para cargar el coche.



3.2: Cargar fuera de casa:

Existen PdR (Puntos de Recarga) para EVs en múltiples localizaciones, desde estaciones de servicio hasta en el supermercado.

Deberemos distinguir varios tipos de PdR:

- Por su **velocidad de carga**:
 - Ultrarrápidos: >200kW en DC.
 - Rápidos: 50-150kW en DC
 - Lentos: <11kW a 22kW en AC
- Por el **tipo de corriente** y tipo de conector: AC o DC.
 - **Tipo 2**, el estándar europeo para AC.
 - **CCS 2 o Combo 2**, el estándar europeo para DC y empleado en todos los cargadores rápidos y ultrarrápidos.
 - También existen los **CHAdeMO**, que son otro tipo de conector, estándar en Japón (vehículos como los Nissan lo usan). Permiten tanto carga en AC como en DC.

Los **Tipo 2** solemos encontrarlos en supermercados, parkings públicos... la potencia máxima de carga suele ser de 11kW. Son los ideales cuando no tenemos prisa y vamos al super o al centro comercial... Cargar el coche entero demora varias horas. En este tipo de cargadores habitualmente tendremos que usar nuestro cable de carga tipo 2.

Los **CCS o Combo 2** son de carga rápida, son ideales cuando estamos de viaje, ya que permite minimizar la duración de las paradas. Estos cargadores tienen siempre el cable incorporado y requerirá retirar la pequeña tapita que hay en la toma de carga de nuestro coche. Estos cargadores tienen una potencia variable, aunque hoy en día la más común es >100kW, que nos permitirá cargar nuestro coche en menos de 1h (el tiempo promedio para cargar del 10% al 80% es de 25-35min)

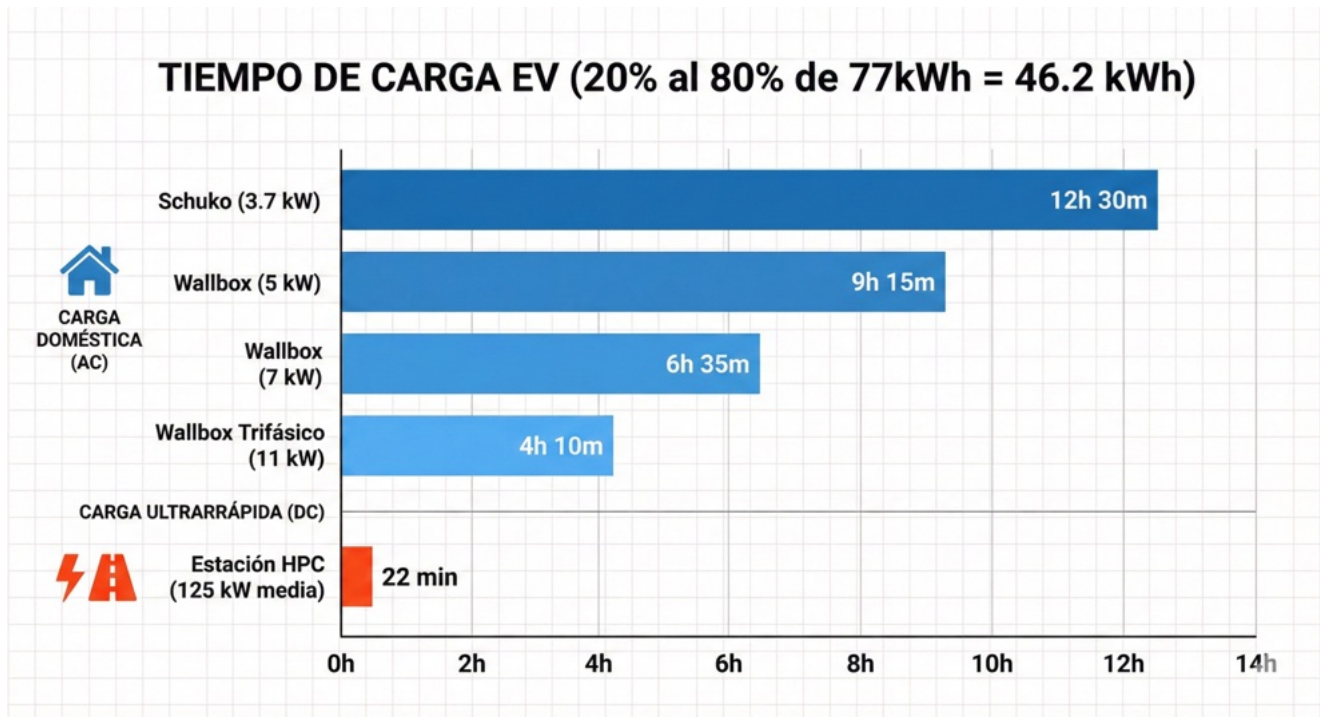


Imagen ilustrativa de tiempo de carga para una batería de 77kWh (20-80%) a diferentes potencias.

¿Puedo cargar mi coche si está lloviendo?

Pues probablemente hayas escuchado que el mundo implosiona si se te ocurre hacerlo... pero la verdad es que el mayor problema que puedes tener es que te mojes si no tienes un paraguas. Por el resto no tendrás ningún problema.



¿Cómo buscar los PdR?

Además de poder usar el Navegador de nuestro coche, voy a recomendaros algunas aplicaciones para Andorid e iOS, muy interesantes a la hora de buscar PdR y organizar viajes:



- **Electromaps:** quizá la mejor opción para buscar PdR y saber si están operativos (leer comentarios), están casi todos, es colaborativa, por tanto, si falta alguno puedes añadirlo. Importante recordar ajustar los filtros de búsqueda de los puntos de carga. OJO! Suelen aparecer PdR que aún están en construcción/pendiente de operatividad.



- **ABRP - A Better Route Planner:** con esta podremos planificar nuestros viajes. Te permite seleccionar tu EV, la climatología, el peso extra, si pretendes circular a más velocidad de la marcada por las señales... y en base a ello te muestra la mejor ruta, marcando los PdR en los que debes parar, cuánto tiempo debes cargar y una estimación de la duración del viaje teniendo en cuenta el tiempo circulando y el tiempo en las cargas.

OJO! a veces establece paradas en PdRs que todavía no están operativas, confirmar siempre que funcionan (comentarios electromaps por ejemplo, o app propia del punto). Más adelante te encontrarás una sección que te enseña a usar esta aplicación:

[7: Planificar Viajes con mi EV.](#)



- **EDP Moveon:** red de puntos de carga de la comercializadora eléctrica EDP.



- **Recarga Pública Iberdrola/BP Pulse:** red de puntos de carga de la comercializadora eléctrica Iberdrola, actualmente en importante expansión de estaciones con más de 2 puntos de carga ultrarrápida.



- Zunder EasyCharger:** dispone de la mejor red de carga de España, actualmente en expansión en Francia. En 2025 se alcanzaron las 200 estaciones y más de 950 puntos de carga disponibles, de las que más de 700 superan los 150kW de potencia. Son estaciones grandes, habitualmente con un mínimo de 4 PdR por estación, además disponen de pérgolas solares que dan sombra y energía limpia. Tiene además interoperabilidad con estaciones de carga de toda Europa, facilitando con su eZCard la carga de tu Ev en cualquier viaje. Sin duda una App indispensable, sobre todo si sumas la [Promoción para socios de AUGE](#).



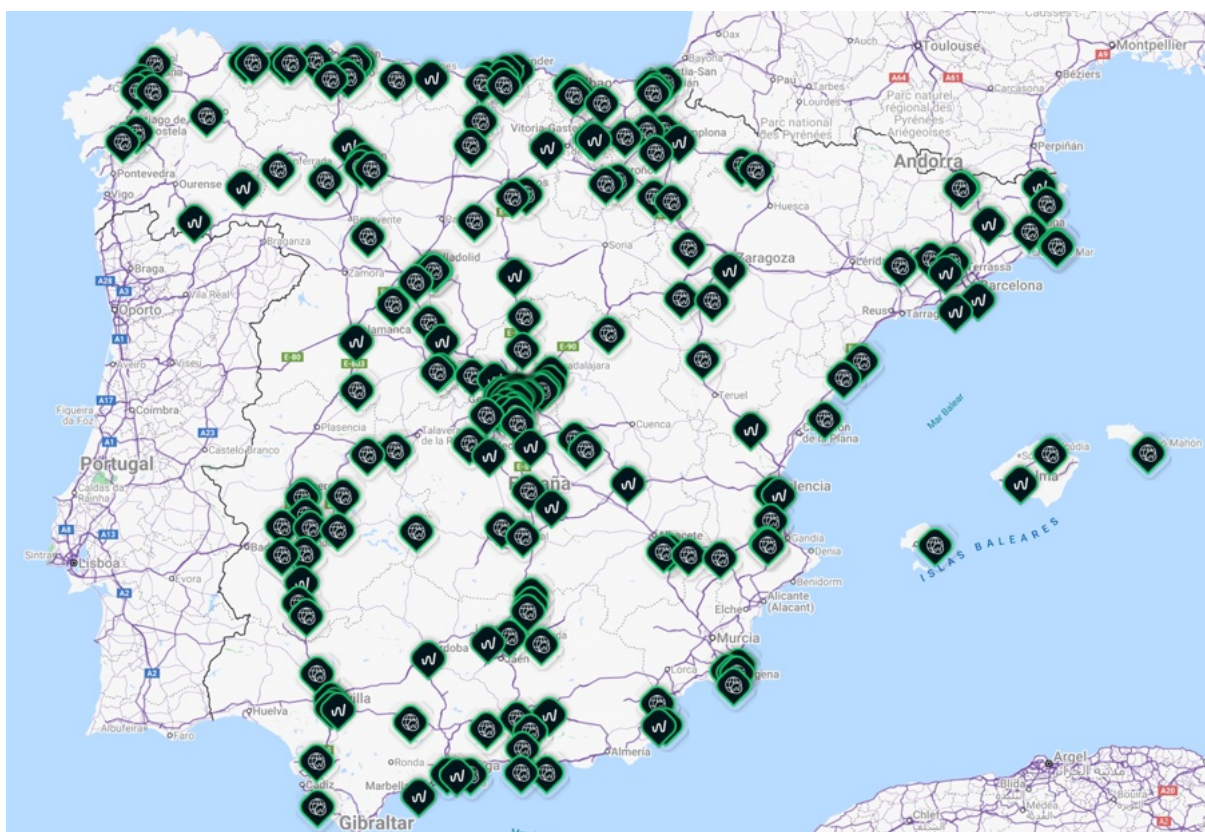
**Mapa Estaciones ZUNDER con PDRs de más de 150kW de potencia.*



- **Endesa X Way:** red de puntos de carga de la comercializadora eléctrica Endesa.



- **Wenea/TotalEnergies:** importante red de puntos de carga de >50Kw repartidos por toda la geografía española. Wenea fue adquirida en parte por TotalEnergies en 2024, por eso ahora ambas comparten los puntos de carga en sus APPs. Suelen ser estaciones pequeñas, de 1 o 2 PdR.



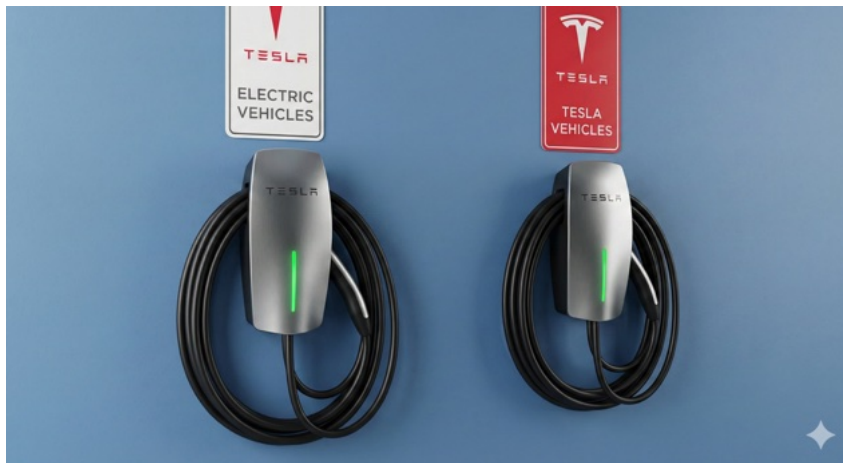
IONITY

- **IONITY:** red de PdR Ultra-rápidos hasta 350kW y 800v. Fue fundada por BMW Group, Daimler Group, Ford Motor Company y Volkswagen Group, recientemente se unió Hyundai Motor Group. Actualmente en expansión en España (42 construidas en 2025 y 7 en construcción, con una media de 4 PdR por estación), muy extendida ya en el resto de Europa con 772 estaciones y una media de 7 PdR cada una.

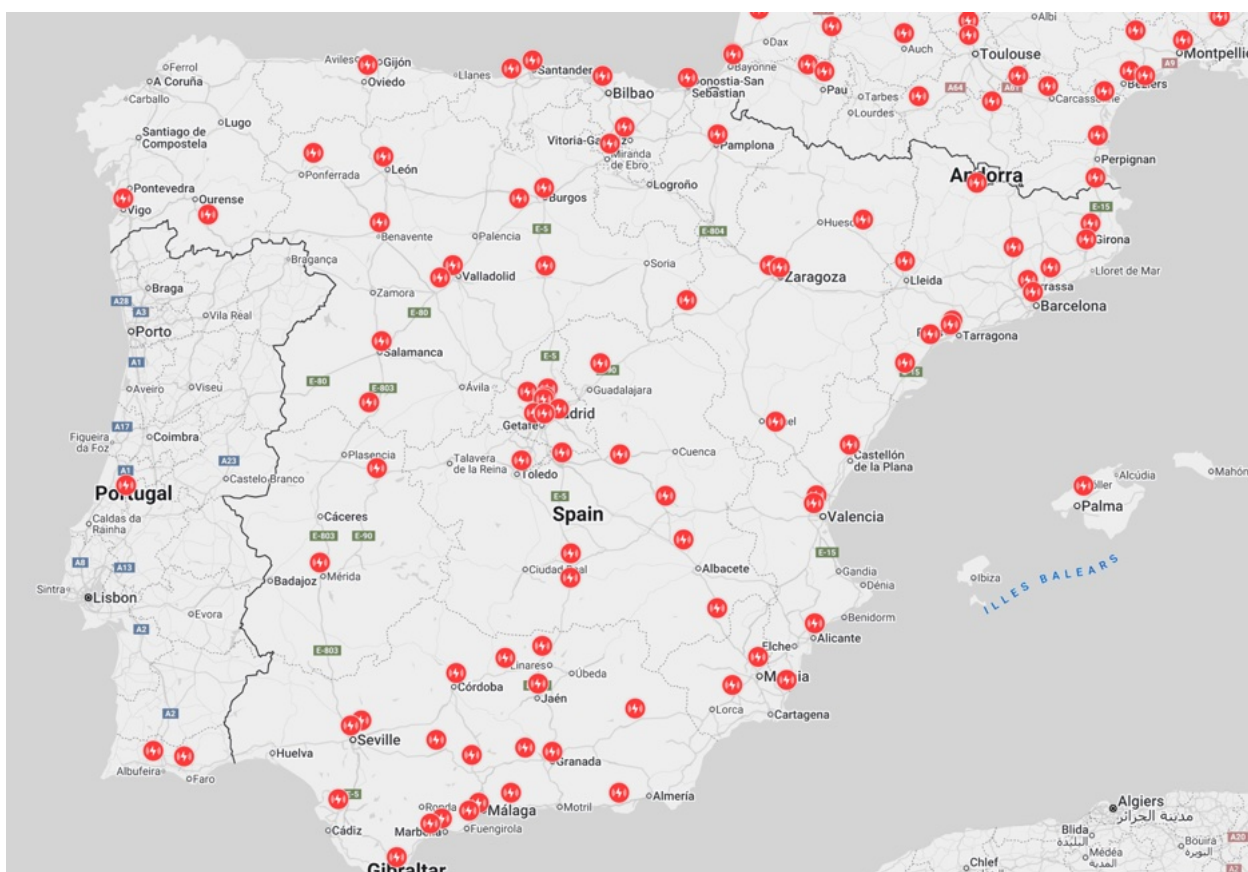


- **Tesla Destination Charger:** NO es una app, pero en numerosos hoteles, parkings... disponen de Cargadores en Destino de Tesla.

Pueden ser usados por cualquier vehículo, aunque debemos tener en cuenta que hay algunos cargadores exclusivos para vehículos Tesla, para diferenciarlos, estas plazas de aparcamiento están marcadas por una placa: unas blancas que ponen Electric Vehicles y otras rojas que pone Tesla Vehicles, estas últimas son las exclusivas de vehículos Tesla.



- **Tesla SuperChargers (SuCs):** recientemente Tesla ha abierto [la mayoría de sus SuperCargadores](#) a otras marcas. Tendremos que descargar la App Tesla, registrarnos, incluir un método de pago y entrar en Cargar Vehículo No TESLA. Fiabilidad muy alta y habitualmente buenos precios.



Cargar en Portugal: el modelo MOBI.E

Si vas a viajar al país vecino, debes saber que allí no pagas directamente al dueño del cargador (como harías en una gasolinera). Portugal utiliza la red **Mobi.e**, un sistema donde la entidad que gestiona el poste y la que te vende la energía son distintas, esto permite usar una sola APP para cargar en cualquier PdR portugués.

1. ¿Cómo se calcula el precio?

A diferencia de España, donde sueles ver un precio fijo por kWh, en Portugal la factura se desglosa en tres capas que se suman:

- **CEME (Comercializadora):** Es quien te vende la energía. Tú eliges con qué App o tarjeta pagas (ej. Miio, Prio, Iberdrola).
- **CPO (Operador del Punto):** Es el dueño físico del cargador (ej. Galp, Ionity). Cobra por usar su máquina. ¡Ojo! Suelen cobrar por **minuto de ocupación** además de por energía.
- **Tarifas de Red e Impuestos:** Tasas reguladas por el gobierno (TAR) e impuestos (IVA e IEC).



***Consejo de ahorro:** existe [una web](#) (creado por usuarios) que te dice el precio total de la recarga en el PdR que selecciones dentro de un mapa. Permite elegir el vehículo y el % a cargar.

2. Apps Imprescindibles: Miio vs. Prio

Para moverte por Portugal, estas son las dos opciones principales:

- **Miio (La más fácil):** Es la App favorita de los usuarios. Es extremadamente clara: te permite simular cuánto te costará la carga exacta para tu modelo de coche antes de empezar. Aunque sus tarifas pueden ser ligeramente superiores, su transparencia evita sustos.
- **Prio (La más económica):** Suele ofrecer los precios más competitivos del mercado portugués. Sin embargo, su proceso de alta no es inmediato para extranjeros.



3. Guía paso a paso para darte de alta en Prio



Si quieres ahorrar y vas a viajar con frecuencia, te recomendamos hacer este trámite con antelación:

I. Registro Web: entra en su [portal para extranjeros](#) y rellena el formulario inicial.

II. Contrato y Documentación: te enviarán un PDF por email. Deberás devolverlo firmado junto a:

- Copia de tu documento de identidad.
- IBAN bancario (para domiciliar los pagos).
- Comprobante de titularidad bancaria.

III. Portal MyPRIO: Una vez validado, tendrás acceso a su portal para gestionar tus consumos y pedir tu tarjeta física.

4. El salvavidas: La tarjeta física RFID

Nunca dependas solo del móvil. En Portugal es **fundamental** llevar una tarjeta o llavero RFID físico.

- **Sin cobertura:** Muchos cargadores están en parkings subterráneos o zonas rurales sin señal de datos. El móvil fallará, pero la tarjeta siempre funciona.
- **Fiabilidad:** Si el cargador pierde la conexión con el servidor de la App, la tarjeta suele ser el único método que permite desbloquear la manguera y terminar la sesión de forma segura.

5. Otras APPs:

- myATLANTE
- electroverse (de Optopus)

3.3: Potencia de Carga ¿por qué mi coche no carga a toda la potencia que dice ofrecer el PdR?

Es una de las dudas más comunes entre los conductores de vehículos eléctricos. A veces conectamos el coche a un PdR que anuncia una potencia determinada (por ejemplo, **11 kW en AC** o **150 kW en DC**) y sin embargo vemos que el coche no alcanza esa potencia máxima.

La explicación se debe a varios factores, que dependen tanto del **vehículo** como del **propio punto de carga**.

→ En AC (Corriente Alterna)

La potencia de carga está limitada por el **cargador interno del coche** (conocido como **OBC – On Board Charger**) que se encarga de transformar la corriente alterna en corriente continua para alimentar la batería.

- Lo más habitual en los coches hoy en día es:
 - **7,4 kW** en **monofásica**.
 - **11 kW** en **trifásica**.
- Otros coches admiten potencias diferentes, algunos sólo cargan a **3,6 kW** o **7,4 kW** (típico de Híbridos Enchufables), mientras que unos pocos pueden llegar a **22 kW** en AC (por ejemplo, algunos Renault Zoe y modelos de alta gama).

Si el coche solo admite 7,4 kW, da igual que el PdR ofrezca 11 kW: el coche tomará solo lo que su cargador interno permita.

→ En DC (Corriente Continua – Carga Rápida)

Aquí no interviene el cargador interno del coche, ya que la corriente continua va directamente a la batería, por tanto, será esta la que limite la carga, haciendo que no siempre se alcance la potencia máxima teórica del cargador:

Factores que influyen en la potencia de carga en DC:

1. Limitación del Fabricante:

Cada vehículo tiene un límite máximo de potencia en DC determinada por:

- La **química de la batería** (NCM, LFP...)
- El **voltaje** de la arquitectura del coche (400v u 800v)
- El **sistema de refrigeración** (líquida o por aire).
- La **estructura interna** de la batería (buffer, diseño, capacidad de disipación térmica).

2. % de carga al llegar al PdR:

- Cuanto **más baja esté la batería (SoC)** al llegar, mayor potencia puede aceptar.

3. Temperatura de la batería:

- Las baterías rinden mejor en torno a **25-35°C**.
- Si está muy fría o demasiado caliente, la potencia se verá reducida para proteger la batería.

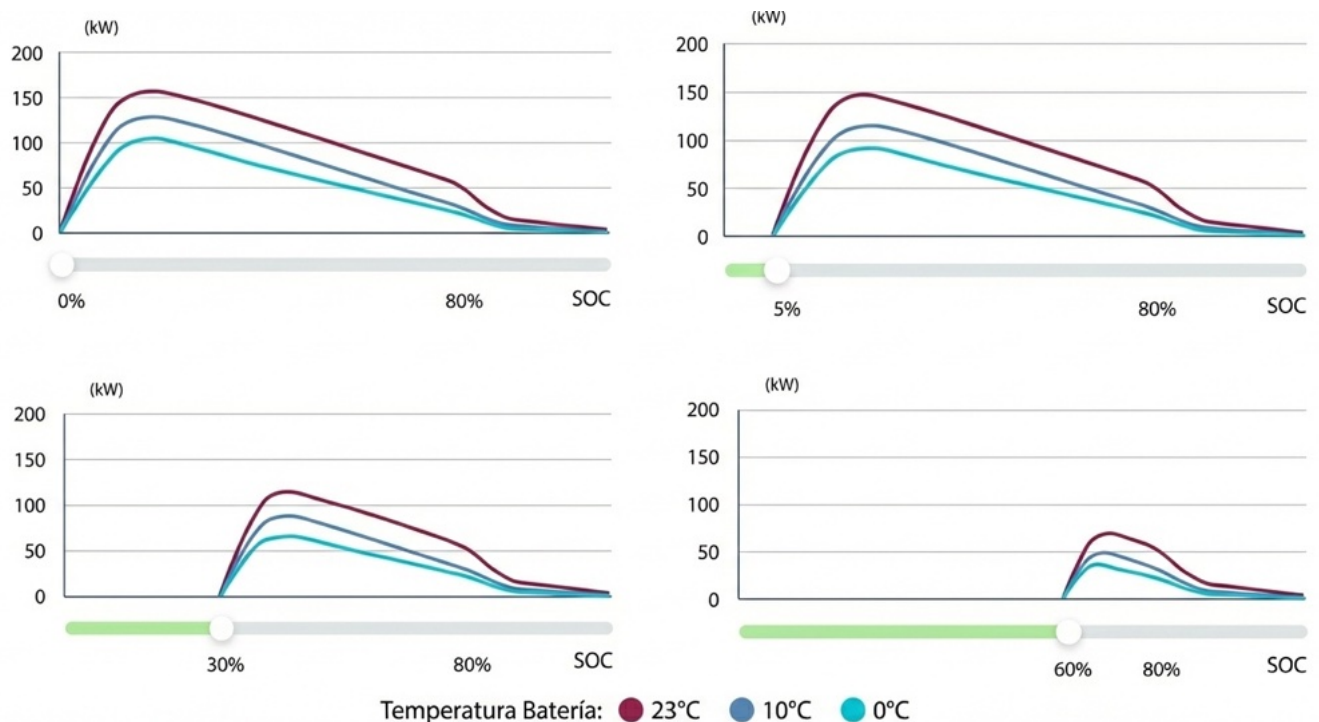
4. Limitaciones del propio PdR:

- A veces el PdR no entrega la potencia máxima por:
 - Problemas técnicos.
 - Gestión dinámica de potencia (varios coches cargando a la vez).
 - Limitaciones de la instalación eléctrica.

5. La Curva de Carga del Vehículo (Charging Curve):

- Todos los coches siguen una **curva de carga**, que nunca es plana.
- Al principio (batería baja) se carga a la potencia máxima posible.
- A medida que sube el **SoC (Estado de Carga)**, la potencia disminuye para proteger la batería frente a tensiones y temperaturas elevadas.
- Por este motivo, **cargar del 0% al 80%** es generalmente lo más rápido en términos de tiempo invertido por kilómetro recuperado.

**De 80% a 100% la potencia cae drásticamente y la carga se ralentiza mucho.*



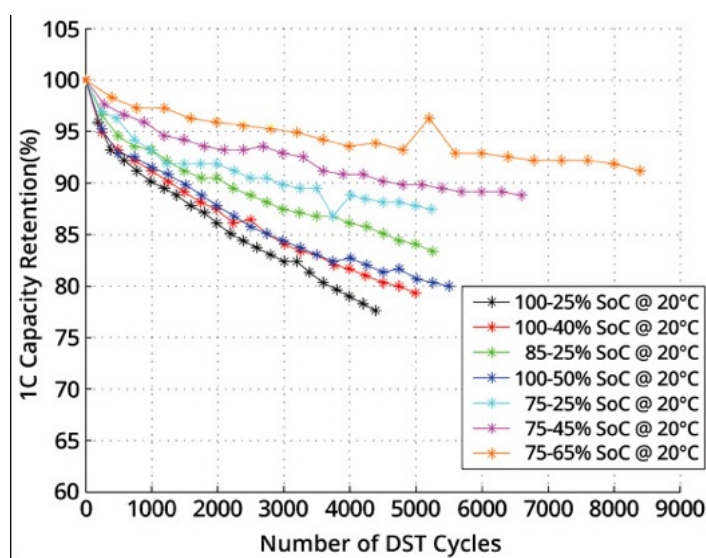
**Esta es un ejemplo de la curva de carga en función de la temperatura y SoC al inicio de la carga.
Es meramente ilustrativo, la curva de carga depende de cada marca y modelo.*

3.4. Carga a Bajas Temperaturas, ¿cómo optimizar el rendimiento de carga de tu vehículo?:

- Usa la **preclimatización** del habitáculo antes de salir de casa, esto tomará energía del cargador para calentar el habitáculo y en algunos coches incluso calienta la batería.
- Elige una plaza de aparcamiento adecuada: si es posible, en días fríos, estacione su vehículo en un lugar **protegido de la intemperie**.
- Ten en cuenta el estado de carga (**SoC**): cuanto más bajo sea más alta será la potencia pico que pueda alcanzar.
- Usa la preclimatización de la batería antes de llegar a un PdR de carga ultrarrápida si se quiere aprovechar la potencia pico. Esta función climatiza la batería para llegar en condiciones óptimas al punto de carga. Suele activarse automáticamente si usamos el navegador del coche y el destino final o intermedio es un PdR. Esta función depende de cada modelo/marca.

3.5. Hábitos de recarga de nuestra batería:

La descarga de la batería por debajo del 20% o la carga por encima del 80% la someten a cierto estrés, pudiendo disminuir su vida útil (ciclos de carga totales), diversas investigaciones así lo corroboran. Siendo considerablemente mejor (menor degradación a igualdad de ciclos de carga completos) hacer cargas parciales y centradas (70%-30% por ejemplo) que cargas completas (100%-20% por ejemplo). Por ello, hoy en día incluso los móviles, traen herramientas para evitar las cargas al 100%, con el único fin de alargar la vida útil de la batería. Aunque hoy en día este efecto está mitigado por el Buffer del que ya comentamos disponen las baterías, para que realmente cuando nos marca un 0% en realidad no esté descargada del todo y cuando esté al 100% no esté cargada del todo. Sigue siendo importante hacer ciclos de carga cortos para alargar la vida útil de la batería y prevenir su degradación.



"Fuente: Adaptado del [Informe Tarea 3 sobre Ecodiseño de Baterías \(Comisión Europea, 2019\)](#)."

No cabe duda de que esto no es algo que tengamos que cumplir a rajatabla y debemos adaptarnos a nuestras necesidades, ya que lo principal es que hemos adquirido un coche que debe cumplir con el objetivo de su compra, con esto quiero decir que, si a diario hacemos 300km y por tanto necesitamos el 100% de nuestra batería cada día, pues para eso nos hemos comprado el coche, para usarlo. Pero si a diario hacemos 50km y usamos un 20% de la batería, quizá lo ideal sería mantener el % de batería entre el 40 y el 60% (cargar todos los días) o entre el 40% y el 80% (cargar cada 2 días), aunque yo recomiendo en este caso la primera opción, primero porque así necesitaremos menos tiempo para recuperar la carga de la batería y segundo porque si todos los días recargamos lo que usemos siempre estaremos preparados para cualquier imprevisto (viaje no programado, por ejemplo).

Volviendo al gráfico, veamos la diferencia en degradación entre un ejemplo y otro. Cabe recordar que no deja de ser un estudio con una condiciones determinadas e ideales de carga/descarga, en la vida real (frío/calor, potencia de carga/descarga...) la degradación será mayor en ambos casos.

Tomando como base una batería de 58 y un consumo de 19 kWh/100km. Con los datos de vida útil del estudio de la Comisión Europea, cuya gráfica mostré antes:

1. En caso de "**Descargas Profundas**" (Ciclos 100% - 25%) tras 1400 Ciclos Completos tendrá un SOH del 85% y se habrán realizado aproximadamente 320.000km.
2. En caso de "**Descargas pequeñas y centradas**" (Ciclos 75% - 45%) tras 1400 Ciclos Completos tendrá un SOH del 90% y se habrán realizado aproximadamente 450.000km

Pero como digo estos son datos teóricos, en condiciones ideales y aunque en la vida real la degradación sea mayor, será proporcional a esta.

Cada EV en su manual nos dará unas indicaciones del cuidado de su batería, pues no serán las mismas para una batería NCM que una LFP, estás últimas la mayoría de las marcas recomiendan cargarlas al 100% con mucha frecuencia para evitar la descalibración del BMS. A continuación, dejo recomendaciones genéricas:

- A diario, limitar la carga máxima al 80%
- Si realiza la carga hasta el 100% emprenda la marcha inmediatamente en la medida de lo posible.
- Cuando haya heladas no estacione con la batería por debajo del 40%.
- Para periodos de estacionamiento superiores a 12h, el % de carga debe estar entre el 30-80%

Además de la importancia de mantener el SoC de nuestra batería en unos valores "centrales" (próximas al 50%), es más saludable para la batería realizar cargas lentas (en corriente alterna a <11kW) que cargas rápidas o ultra-rápidas (en DC a >50kW)

Resumiendo, es mejor hacer varias cargas pequeñas a lo largo de la semana que una grande.

4. Autonomía de mi EV

Actualmente la autonomía/consumo de todo vehículo, sea eléctrico o de combustión, usa el ciclo WLTP para homologar su consumo/autonomía. Aunque el WLTP es algo más realista que el antiguo NEDC, las cifras de autonomía no siempre se parecen a las conseguidas en la vida real (por ej.: en mi antiguo térmico la diferencia rondaba el 25%).

Un EV acusa más las pequeñas variaciones de consumo, por ello, considero que la solución pasaría por obligar a los fabricantes de EVs a mostrar 3 autonomías estimadas según la velocidad e incluso diferenciar entre Verano e Invierno, ya que tanto la velocidad como la temperatura exterior influyen mucho en los km que puedes hacer con tu vehículo eléctrico, pero este ya es un asunto que no me compete.

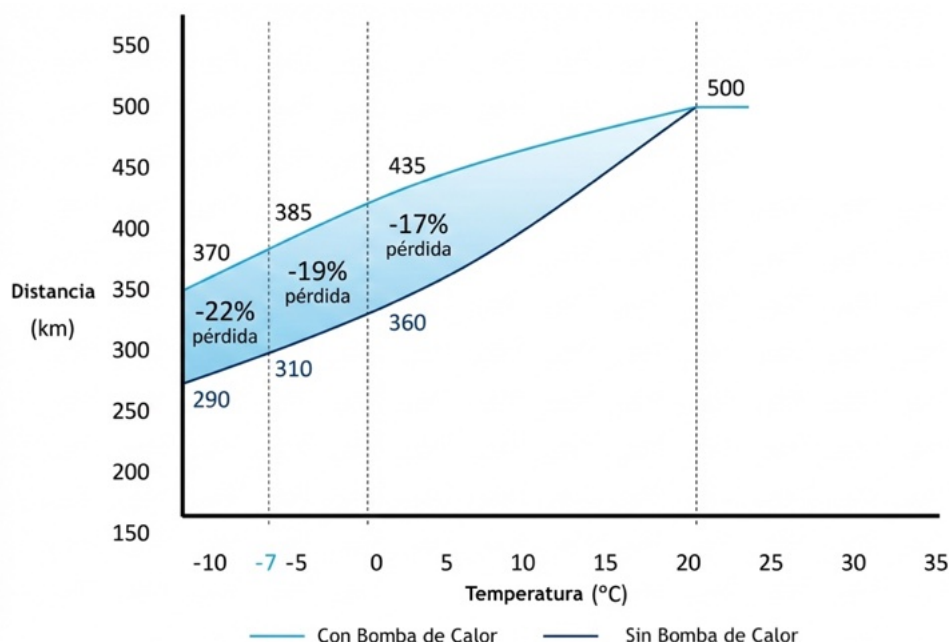
En **Invierno** (<10°C) solemos circular con el Climatizador encendido para calentar el habitáculo.

Un EV tiene 2 opciones para producir calor:

- **PTC cerámico:** digamos que son unas resistencias.
- **Bomba de Calor** (Heat Pump): gracias a un gas refrigerante y el calor residual de algunos componentes del coche consigue obtener más calor con menos energía que el sistema PTC.

Vamos a intentar establecer unas variaciones aproximadas según los parámetros anteriormente mencionados (*Estos valores **NO son una regla** estándar ni exacta, varía según el vehículo, estilo de conducción, orografía...):

- A 120km/h un EV baja la autonomía WLTP aproximadamente un 30-35%
- A temperaturas inferiores a 10°C un EV baja la autonomía WLTP aproximadamente un 20-30%, menos temperatura menos autonomía, podéis ver la gráfica del ID.3 abajo.
- A temperaturas superiores a 25°C un EV baja la autonomía WLTP aproximadamente un 5-10%.

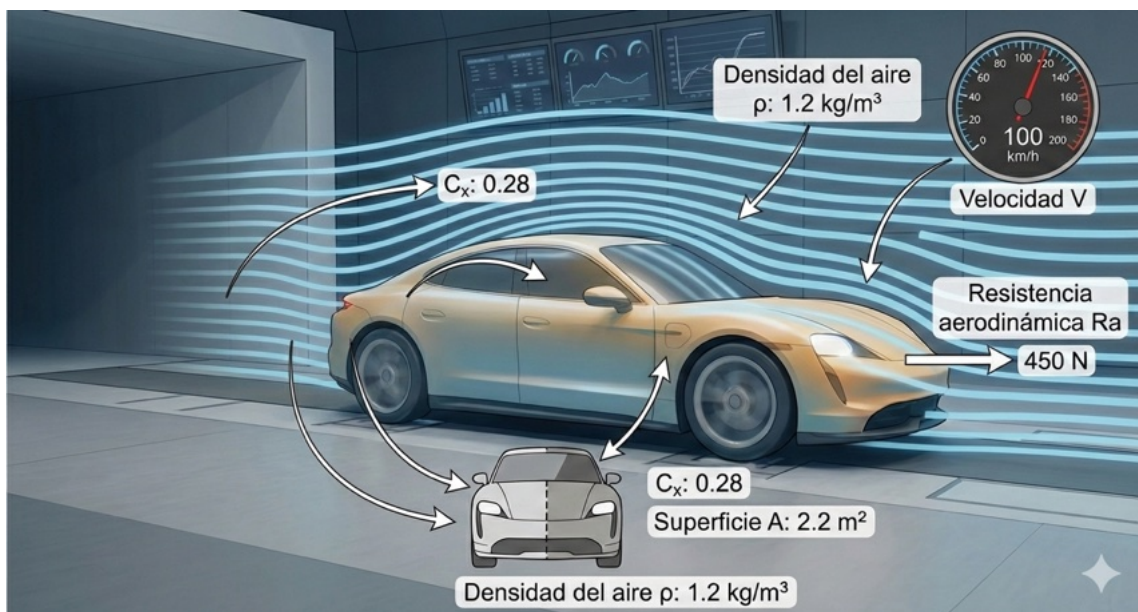
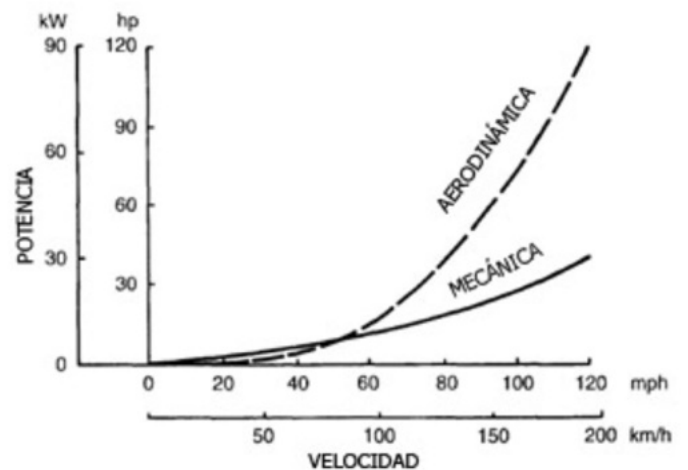


**Gráfica ejemplo variación autonomía según Temperatura Con y Sin Bomba de Calor*

Es muy importante, sobre todo a altas velocidades, la **¡Resistencia aerodinámica!**, en la que influyen la Densidad del Aire, la Superficie Frontal, el Coeficiente de Resistencia (Cx) y obviamente la **Velocidad**.

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot c_x \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

Ra Resistencia aerodinámica
 Cx Coeficiente resistencia aerodinámica
 A Sección transversal (Superficie)
 P Densidad del aire
 V Velocidad



Recordad que el aire frío es más denso, por ello en invierno la resistencia aerodinámica es mayor.

Y ¿por qué afecta más la resistencia aerodinámica a un EV? la realidad es que afecta de forma similar a uno de combustión, lo que pasa es que un incremento del 10% en el consumo de un EV con una autonomía limitada, se percibe más que en un térmico con una autonomía que puede llegar a duplicar la de un EV. Además, en situación de frío, el eléctrico necesita emplear una gran cantidad de energía en producir calor, sin embargo, un térmico (gasolina o diésel) pierde el 50-60% de la energía que produce en la combustión en forma de calor, por tanto, en invierno no necesita quemar más gasolina para producir calor.

Por todo lo mencionado, antes de decantarse por un tamaño de batería u otro, recomiendo encarecidamente que planifiques tus rutas habituales con [ABRP](#) (A Better RoutePlanner) para valorar los consumos de un determinado vehículo en distintas circunstancias: temperatura exterior, estado calzada, viento, velocidad...

5. Motor Eléctrico:

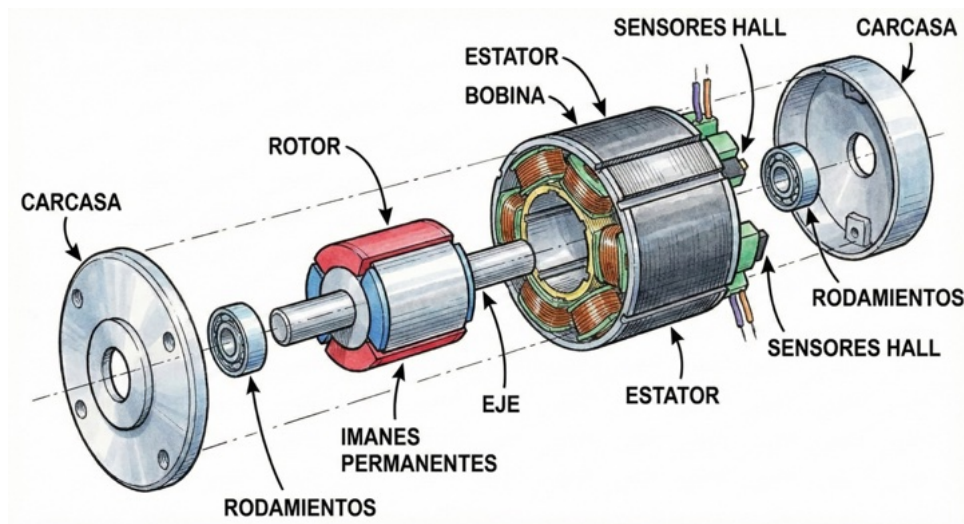
El funcionamiento básico de un motor eléctrico se basa en la rotación electromagnética. Esta consiste en el uso de dos imanes que se rechazan o se atraen, dependiendo de la alineación de sus polos. Esa orientación será la que genere un desplazamiento hacia delante o hacia atrás.

Componentes principales:

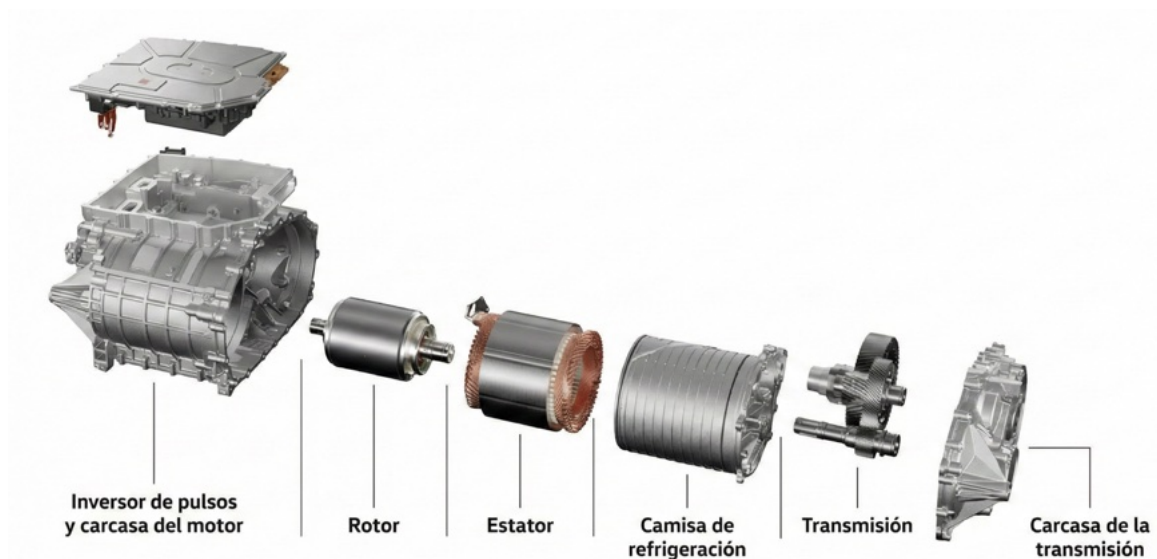
Estató: es un cilindro hueco y fijo que comunica el movimiento al rotor generando un campo magnético giratorio. El estató será como un imán que va desplazando su polaridad constantemente.

Rotor: es un cilindro que gira en el interior del estató y al que se le acopla un eje que irá conectado a los engranajes que se utilizan para desplazar el vehículo.

Bobina: formada por un conjunto de cables de cobre y cuyo campo magnético es opuesto al del rotor.



**Esquema moto eléctrico imanes permanentes*



**Motor Síncrono APP 550 de imán permanente sin escobillas de la Plataforma MEB. Fuente [Volkswagen-Newsroom](https://www.volkswagen-newsroom.com/)*

Tipos de Motores Eléctricos para vehículos:

Actualmente, la industria emplea principalmente motores de corriente alterna trifásica, que se dividen en dos grandes familias:

- **Síncrono** (PMSM, Permanent Magnet Synchronous Motor):

Se caracteriza por una velocidad de rotación directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. El rotor utiliza imanes permanentes y gira a la misma velocidad que el campo magnético del estator, de ahí su nombre. Ofrece alta eficiencia, gran densidad de potencia y buen rendimiento a bajas revoluciones, lo que lo convierte en la opción más habitual en coches eléctricos actuales. Además, puede funcionar como motor o generador (frenada regenerativa).

- **Asíncrono** (Induction Motor/Motor de Inducción):

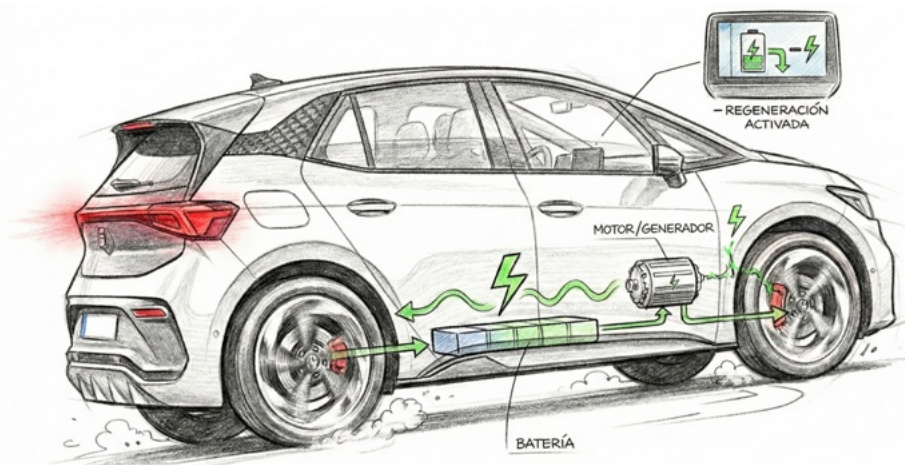
Está formado por un estator (similar al del síncrono) y un rotor de tipo jaula de ardilla o bobinado. Al aplicar corriente trifásica al estator, se crea un campo magnético giratorio que induce una corriente en el rotor. El par se genera por la diferencia de velocidad entre el campo y el rotor (deslizamiento). Son robustos, más económicos que los síncronos y no requieren imanes permanentes, aunque su eficiencia a bajas cargas es inferior. Tesla, por ejemplo, los utilizó ampliamente en sus primeros modelos.

5.1. Regenerar ¿qué es esto?

Ahora que ya sabemos cómo funciona un motor eléctrico debemos saber que la gestión que hace de la energía tiene 2 fases diferentes:

- **Fase de aceleración:** la energía eléctrica en forma de corriente continua pasa de la batería al inversor el cual se encarga de convertirla en corriente alterna. Esta llega al motor que, mediante el sistema antes explicado, mueve el rotor y acaba convirtiéndose en movimiento de las ruedas.

- **Fase de desaceleración:** en esta fase, el movimiento es contrario. El proceso se inicia en las ruedas, las cuales se encuentran en movimiento tras concluir la fase de aceleración, es decir, cuando levantamos el pie del acelerador. El motor eléctrico genera resistencia y convierte la energía cinética en corriente alterna, la cual de nuevo pasa por el inversor que la convierte en corriente continua y, a su vez, se almacena en la batería. Esta resistencia generada por el motor en esta fase es la que produce la llamada frenada regenerativa del coche eléctrico.



5.2. Plataforma EV Dedicada

La plataforma es el chasis y la base técnica del vehículo. En el ecosistema eléctrico, existen dos ideas de la misma:

- **Plataformas Dedicadas (Born Electric):** Diseñadas exclusivamente para ser eléctricas (como la E-GMP de Hyundai/Kia o la MEB de VW). Su principal ventaja es el diseño de **"monopatín" (skateboard)**: al no tener que dejar espacio para motores térmicos, cajas de cambios o túneles de transmisión, permiten una distancia entre ejes mayor, un suelo totalmente plano y un maletero delantero (*frunk*). Esto se traduce en una **habitabilidad superior** y un reparto de pesos óptimo.

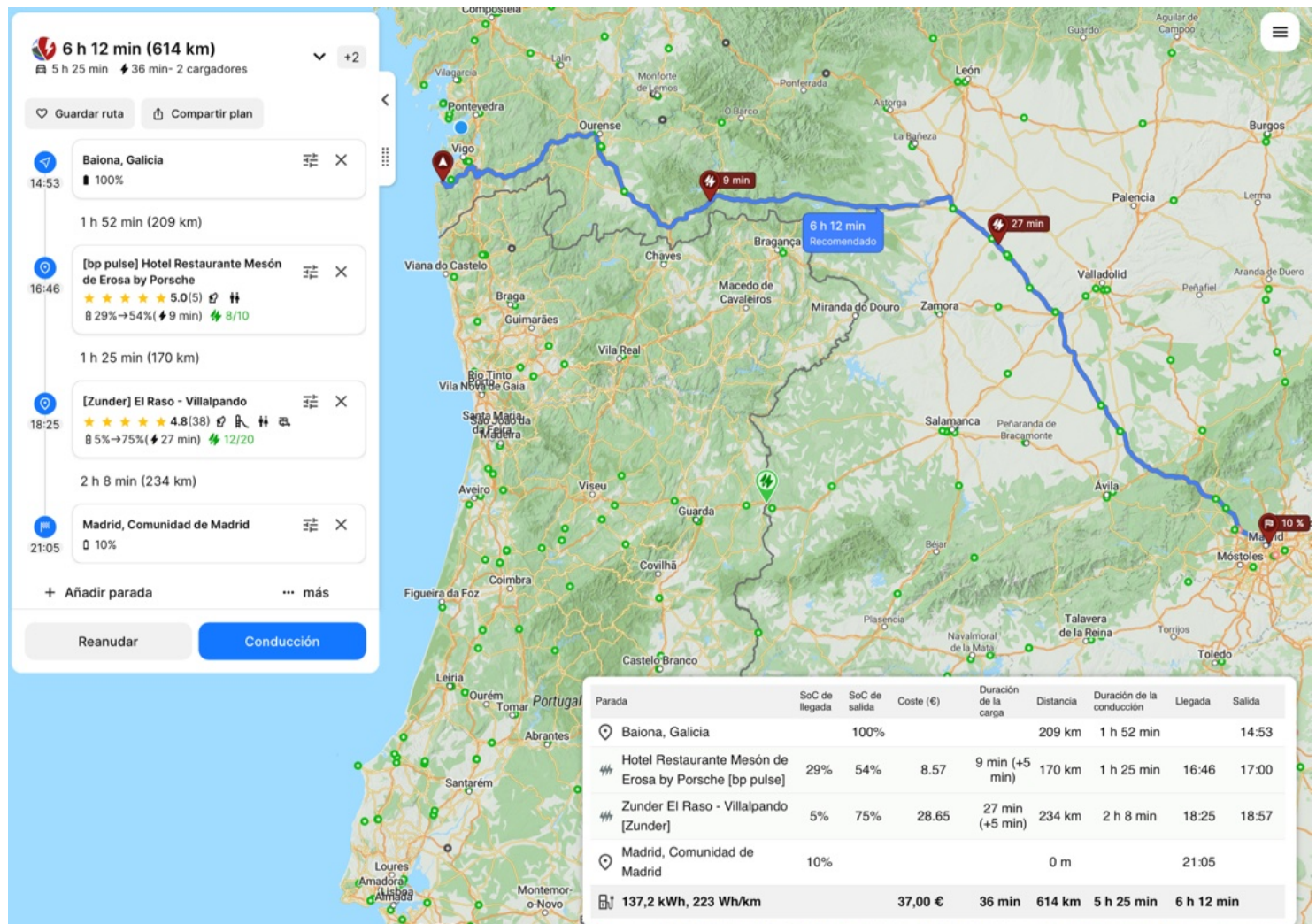
- **Plataformas Multienergía u Optimizadas:** Fabricantes como BMW o Mercedes han demostrado que una plataforma flexible, si está bien ejecutada bajo un concepto **"Electric-first"**, puede igualar la eficiencia de las dedicadas. Estas plataformas permiten a las marcas adaptarse a la demanda del mercado y reducir costes de producción sin sacrificar necesariamente el rendimiento energético.

Por tanto, aunque históricamente las plataformas polivalentes presentaban carencias en peso y espacio, la ingeniería actual ha cerrado esa brecha. La elección hoy no depende tanto de la "exclusividad" de la plataforma, sino de la optimización del sistema propulsor y la gestión térmica.

7. Planificar Viajes con mi EV

Los viajes de largo recorrido (>300km) representan quizá la gran duda de todo comprador de un vehículo eléctrico. Hoy en día con una batería de 58kWh y 77kWh (WLTP de +- 420 a 550) permiten realizar este tipo de viajes perfectamente, siempre y cuando hagamos una planificación adecuada. Por desgracia aún no disponemos de todos los PdR Rápidos que desearíamos para poder emprender un viaje sin necesidad de conocer dónde pararemos a cargar, aunque ya hay vías en la que esto ya no es necesario, pues las estaciones de carga ya son casi tan abundantes como las estaciones de servicio.

Hoy en día los vehículos incorporan en su navegador un sistema que calcula las cargas que debemos hacer durante la ruta. Pero quizá no todas las marcas lo hacen igual de bien. Por ello la mejor opción para planificar nuestra ruta es usar la aplicación (web, Android, iOS) [ABRP](#). A continuación, os pongo un ejemplo de una ruta calculada con esta herramienta, pero antes debemos aprender a configurar ABRP: seleccionar nuestro vehículo, peso extra, clima...



Vehículo: **Polestar 2 LR SM MY26**. Velocidad: 105% (**126km/h**). Degradación Batería 5%. Peso Extra **250kg**.











Ajustes

Detallado



Ajustes de la ruta

	Modelo de coche Volkswagen ID.3 Pro 58kWh (alpha)	▼
	SoC de salida Nivel de carga al inicio de la ruta.	90 %
	Consumo de referencia Consumo de referencia del vehículo.	174 Wh/KM @ 110 KM/H
	Batería y Cargadores	▼
	Velocidad	▼
	Condiciones de la carretera	▼
	Evitar en la ruta Evitar uno de estos elementos en la ruta.	
	Peso extra Peso extra que carga el vehículo.	150 kg

→ Aquí seleccionaremos el **Modelo** y tamaño **batería** de nuestro **coche**, así como si tiene bomba de calor (Heatpump).

→ Aquí elegiremos el **SoC** de la batería a la **salida**.

→ Aquí aparece el consumo de referencia de nuestro coche, lo mejor es no tocarlo. (Por defecto ABRP es pesimista en sus cálculos, pero esto nos permitirá llegar sin sustos al destino).

→ Aquí podemos variar ajustes de la batería y cargadores, la desglosa en la siguiente página.

→ Aquí establecemos ajustes de velocidad, como marcar si queremos ir un 10% por encima de la velocidad de la vía. La desglosa en la siguiente página.

→ Aquí seleccionamos la climatología. La desglosa en la siguiente página.

→ Podemos marcar si queremos evitar peajes, un ferry...

→ Calculamos el peso de los ocupantes y de la carga.

Batería y Cargadores

Cargadores rápidos CCS

→ Aquí siempre marcaremos CCS, que es el cargador rápido de los ID.

Disponibilidad de cargadores

Tener en cuenta la previsión de la disponibilidad de los cargadores, en caso que esté disponible.



→ Dejar desactivado ya que no todos tienen esta información y para planificar una ruta no nos sirve de nada.

Preferencias de redes de carga

Evite, prefiera o use exclusivamente algunas redes de carga

→ Aquí podemos dar preferencia a un determinado proveedor. Por ejemplo preferir IONITY o EasyCharger.

Cargadores a evitar

Manejar los cargadores que se evitan.

→ Lo mismo que la anterior pero al revés.

SoC de llegada a destino

Mínimo nivel de batería con el que se permite llegar al destino final.

5 %

→ Elegir el SoC con el que queremos llegar a destino, lo ideal es llegar con al menos un 10-20%, pero si sabemos que al llegar podremos cargar podemos llegar más justo.

SoC de llegada a cargador

Mínimo nivel de batería con el que se permite llegar a cualquier cargador o punto de referencia.

5 %

→ Elegir el SoC con el que queremos llegar a los cargadores, es preferible llegar por debajo del 20%, así cargaremos más rápido.

Máximo SoC en cargador

Nivel máximo de carga permitido en cargadores.

100 %

→ Elegir el SoC máximo con el que queremos salir de los cargadores. Lo ideal 80% y como mucho 90%, ya que ese último % supone proporcionalmente más tiempo alcanzarlo.

Degradación de la batería

Degradación de la batería respecto a su estado cuando era nueva.

5 %

→ Nos permite establecer un % de degradación.

Tiempo extra de carga

Tiempo añadido para cada carga. (Encontrar el cargador, abrir el puerto...) Un valor más alto provocará menos paradas pero más largas.

5 min

→ Podemos establecer 5min, por el tiempo que empleamos en buscar el PdR, aparcar y empezar la carga.

Velocidad

Tráfico en tiempo real

Utiliza tráfico en tiempo real en las dos primeras paradas.



→ Esta opción requiere suscripción Premium a ABRP.

Velocidad de referencia

Factor de velocidad relativo a los límites de velocidad o velocidad estimada de la carretera.

100 %

→ Si por ejemplo queremos ir un 10% por encima de la velocidad de la vía, establecemos un 110% en esta casilla.

Velocidad máxima

Velocidad máxima, incluso si los límites de velocidad permiten más.

160 km/h

→ Esta casilla está pensada para las Autobahn Alemanas.

Moderar velocidad

Permitir que el planificador reduzca la velocidad máxima si esto es necesario para alcanzar el siguiente cargador.



→ Como veremos en un ejemplo a continuación, esta casilla permite calcular rutas que si vamos a 100km/h en lugar de a 120km/h nos permitirían completarla y de lo contrario no.

Condiciones de la carretera

Previsión del tiempo

Utilizar temperatura y condiciones climáticas en tiempo real.



→ Esta opción requiere suscripción Premium a ABRP.



Viento
Velocidad y dirección.

HEAD

0 m/s



Temperatura
Temperatura exterior.

20 °C

Si no disponemos de cuenta Premium o queremos calcular una misma ruta en distintas situaciones meteorológicas podemos jugar con los valores de Viento, Temperatura y Condiciones de la carretera.

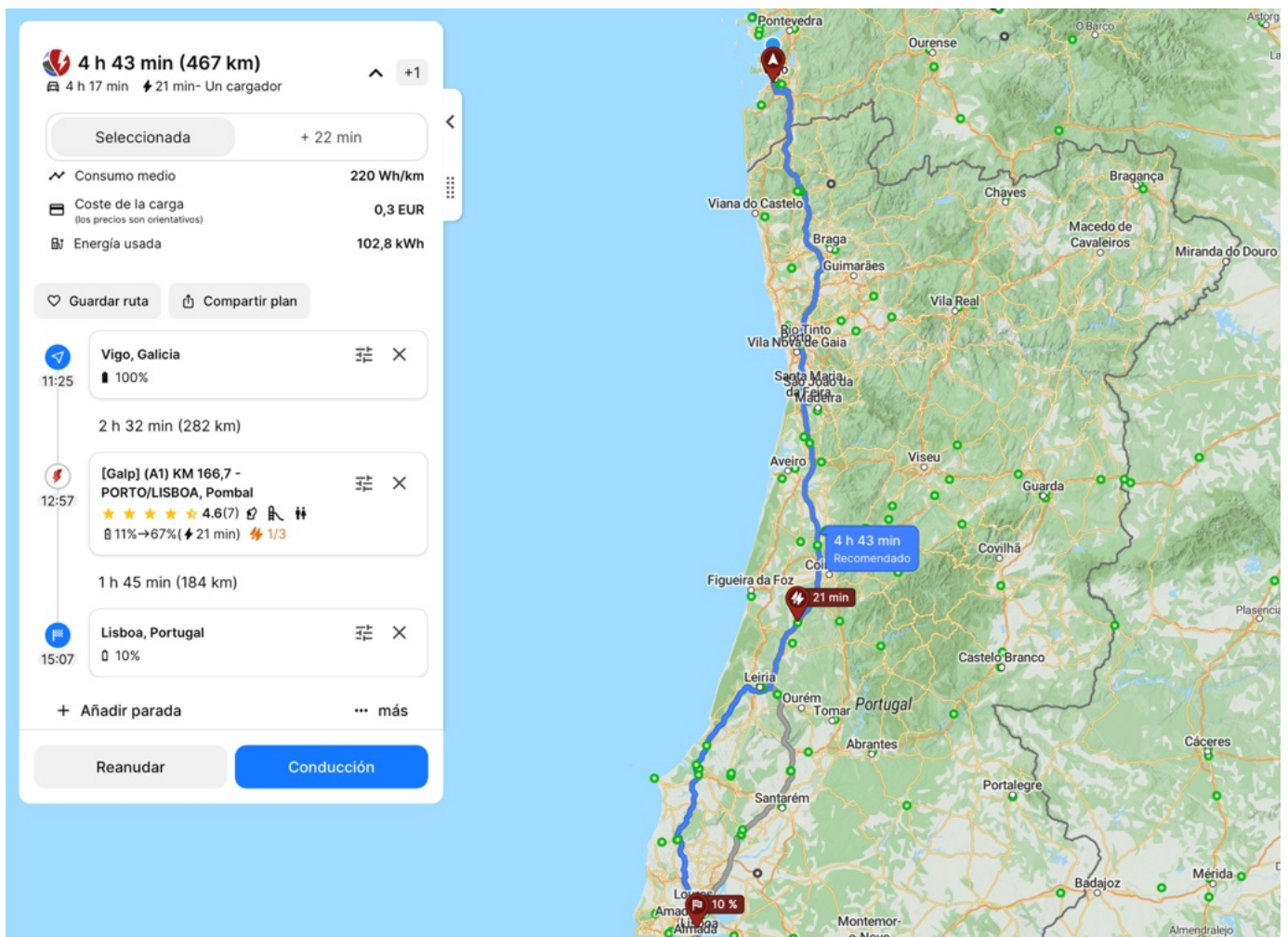


Condiciones de la carretera

Unas malas condiciones aumentarán el consumo del vehículo.

Ejemplo 1 de ruta calculada con ABRP:

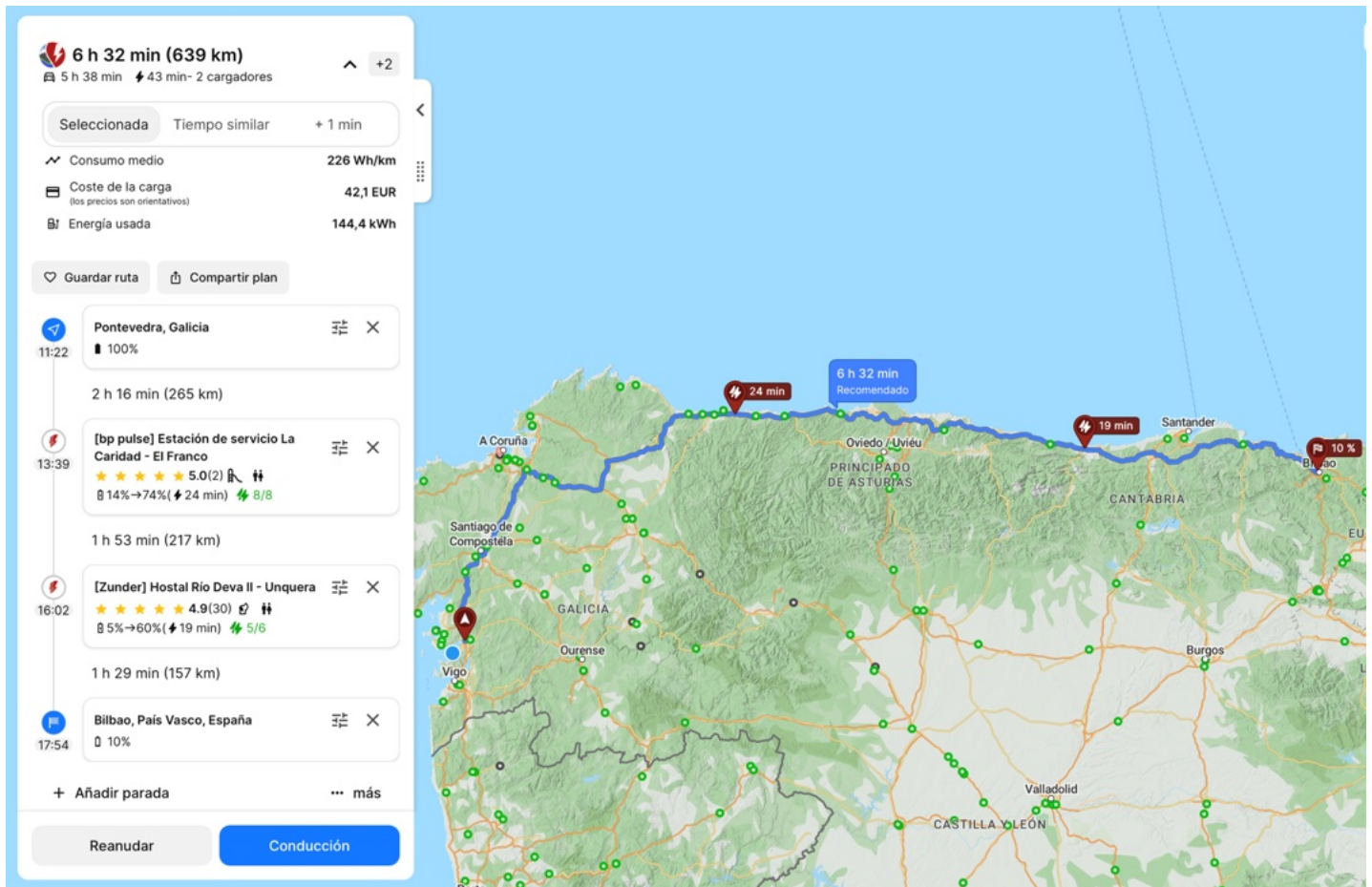
Vehículo: **Polestar 2 LR SM MY26**. Velocidad: 105% (**126km/h**). Degradación Batería 10%. Peso Extra **250kgr**.



Podemos ver que se nos muestra un trazado de la ruta a seguir, las paradas para recargar el coche, la duración de las mismas, consumo medio, así como el coste estimado de las cargas.

Ejemplo 2 de ruta calculada con ABRP:

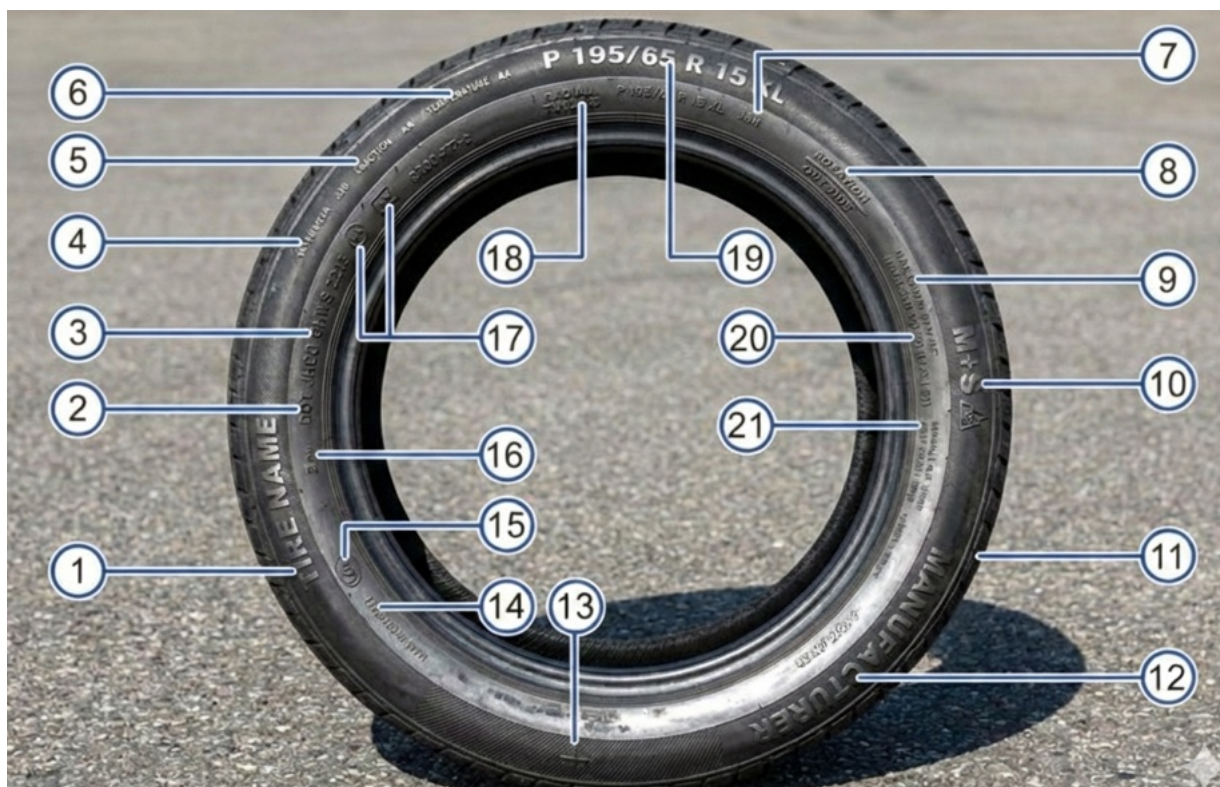
Vehículo: **Polestar 2 LR SM MY26**. Velocidad: 105% (**126km/h**). Degradación Batería 10%. Peso Extra **250kgr**.



Estas son las nociones básicas de ABRP, ahora solo tienes que jugar con los parámetros explicados y planificar tus rutas habituales.

8: Neumáticos:

8.1 Inscripciones Internacionales en los Neumáticos:



1. Nombre del producto.

2. DOT: El neumático cumple los requisitos legales del ministerio de transportes (Department of Transportation) de EE. UU., competente en lo que respecta a las normas de seguridad de los neumáticos.

3. TIN: Nº Identificación Neumático - Fábrica Productora - Fecha de Producción (Semana 22 Año 2013)

4. TREADWEAR XXX: Vida útil relativa del neumático conforme a un test estándar específico de EE. UU. Un neumático con el índice 280 se desgasta 2,8 veces más despacio que el neumático de referencia, con un índice Treadwear de 100.

5. TRACTION AA: Capacidad de frenado del neumático sobre mojado (AA, A, B o C). Esta capacidad se mide bajo condiciones controladas en circuitos de pruebas certificados. Un neumático marcado con una C tiene una adherencia baja.

6. TEMPERATURE A: Resistencia térmica del neumático a altas velocidades en el banco de pruebas (A, B o C). Los neumáticos con los distintivos A o B superan los requisitos legales. La valoración de la temperatura se basa en neumáticos con una presión correcta, sin una presión excesiva. La velocidad excesiva y una presión incorrecta o excesiva son factores que, solos o combinados, pueden generar calor o causar daños en el neumático.

7. 88 H: Índice de carga: Capacidad de carga de los neumáticos e Índice de velocidad.

8. ROTACIÓN y Flecha: Indicación del sentido de giro de los neumáticos → Neumáticos sujetos a rodadura unidireccional.

OUTSIDE: Indicación del lado exterior de los neumáticos → Neumáticos asimétricos

9. MAX INFLATION: Valor de limitación estadounidense de la presión de aire máxima.

- 10.M+S o M/S:** Distintivo de neumáticos aptos para el invierno.
- 11.TWI:** Marca la posición del indicador de desgaste del neumático (Tread Wear Indicator) (→ Profundidad del perfil e indicadores de desgaste).
- 12.MARCA, LOGOTIPO Fabricante.**
- 13.(+),** o el símbolo que corresponda: específicos para una marca concreta de vehículos.
- 14.País Fabricación.**
- 15.Distintivo Específico de China**
- 16.Distintivo Específico de Brasil**
- 17.** Identificación conforme a las normas internacionales con el número del país de homologación. Los neumáticos homologados conforme al reglamento de la CEPE van identificados con una E , y los homologados según el reglamento de la CE, con una e . Le sigue el número de homologación de varias cifras.
- 18. Radial Tubeless:** Neumático Radial Sin Camara.
- 19. Denominación Tamaño Neumático:**
 - P:** Distintivo Vehículo Turismo
 - 195: Anchura Neumático de flanco a flanco (mm)
 - 65: Relación entre altura y anchura en %
 - R:** Letra indicativa de neumático radial
 - 15: Diámetro de la llanta en pulgadas.
 - XL:** Neumático Reforzado (Extra Load)
- 20. Dato EEUU indica carga máx. por rueda.**
- 21. Componentes carcasa y banda rodadura.**

8.2. Mantenimiento de los neumáticos

Con el paso del tiempo los neumáticos se gastan, no siempre de un modo perfectamente uniforme, las llantas llevan golpes y, con todo ello, la masa del conjunto llanta + rueda varía en su peso, esto provoca que por ejemplo el equilibrado que hicimos en su día ya no sea el correcto.

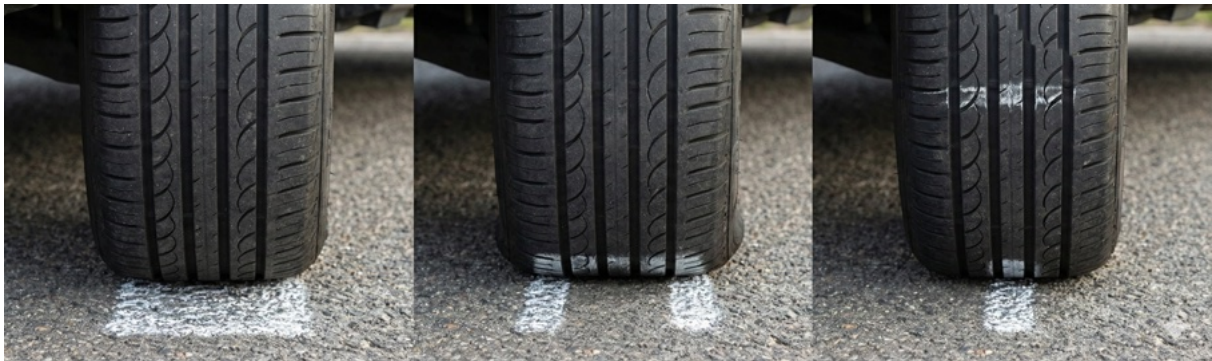
Es por ello por lo que, aunque el equilibrado y la alineación se realizan cuando se cambian los neumáticos, si en algún momento observamos problemas de desgaste y/o vibración excesivos, no está de más volver a equilibrar y/o alinear las ruedas para aumentar la seguridad, confort y no reducir la vida útil de los neumáticos (€€€).

Presión de los neumáticos

Uno de los elementos más importantes de un vehículo es el neumático y de su estado depende que la conducción sea más o menos segura, al fin y al cabo, los neumáticos son el único elemento del vehículo que nos mantiene “sujetos al asfalto”. Una mala presión de los neumáticos afecta considerablemente tanto a la seguridad como a los bolsillos, pues una presión inadecuada hará que los neumáticos sufran un desgaste excesivo e irregular,

reduciendo la superficie de contacto con el asfalto, lo que se traduce en menor agarre, y aumentando el desgaste de las zonas en contacto.

- **Subinflada** (Poca presión): La banda de rodadura se hunde por el centro. El desgaste se produce en los extremos (hombros) del neumático.
- **Presión Correcta**: Toda la superficie apoya uniformemente. El agarre es máximo y el desgaste homogéneo.
- **Sobreinflada** (Exceso de presión): El neumático se abomba. Solo apoya la zona central, perdiendo adherencia y desgastándose prematuramente por el medio.



El sistema de monitorización de la presión de los neumáticos (**TPMS** “Tire-Pressure Monitoring System” en inglés) es obligatorio como sistema de seguridad desde hace unos años, ahora bien, hay 2 maneras conseguir esta información:

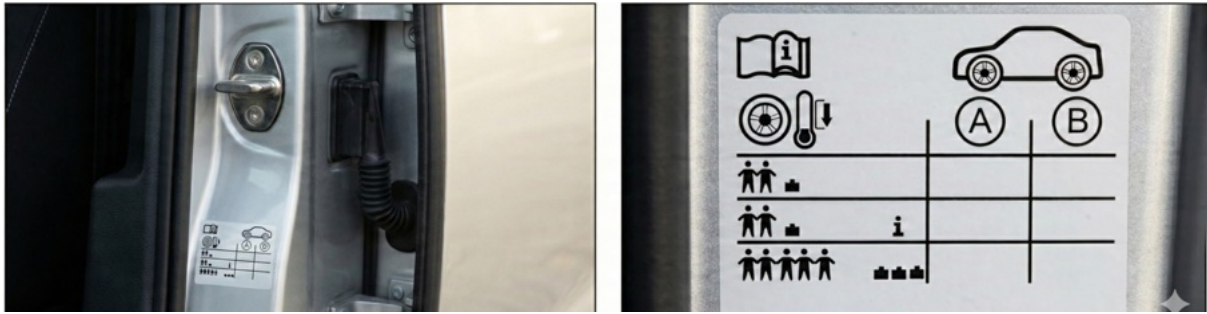
- Mediante **medición indirecta**: una rueda con poca presión tiene menos diámetro que una con la presión correcta, de modo que necesita dar más vueltas para recorrer la misma distancia. A través de los sensores del ABS, el TPMS puede saber qué rueda da más vueltas de lo normal y «presupone» que ésta tiene una pérdida de presión.
- Mediante **medición directa** (el de la imagen): el dispositivo monta un sensor de presión en cada neumático. Tienen una pequeña batería incorporada para su funcionamiento. Cada sensor **mide la presión y la temperatura** de cada rueda y emite a la unidad de control la información mediante radio a una frecuencia.

La mayoría de los vehículos usan el método indirecto para monitorizar la presión de los neumáticos, por ello no se nos informa de la presión concreta de cada neumático, pero se nos avisará si detecta una anomalía. Sólo algunas marcas y modelos concretos usan el método directo, por tanto, únicamente esos modelos nos dirán la presión exacta de cada neumático, por ejemplo, los Tesla incluye los medidores directos de serie.

**Sensor del TPMS
y su ubicación**



La presión adecuada de los neumáticos según carga viene en una pegatina en el marco de la puerta del conductor.



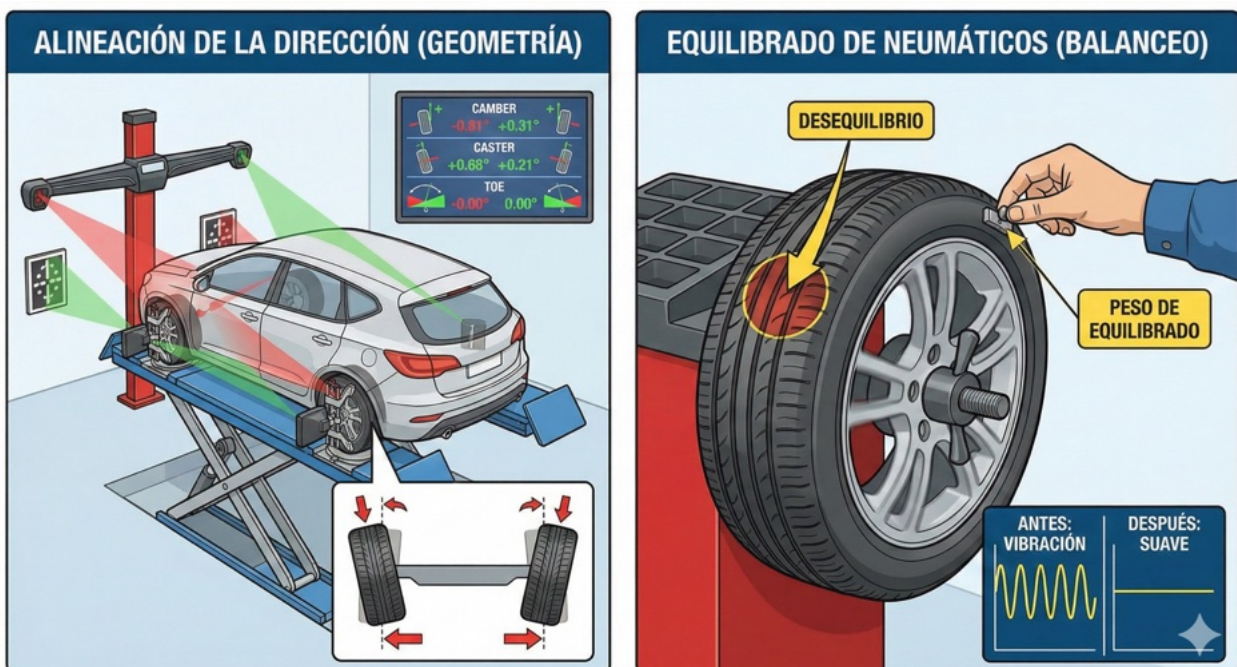
¿Qué es el equilibrado de las ruedas?

El equilibrado de ruedas, o equilibrado de neumáticos, consiste en controlar y corregir la distribución de la masa dentro de un neumático o del conjunto de la rueda (incluida la llanta) para asegurarse de que el giro es uniforme.

La operación consiste en distribuir el peso de la rueda de forma homogénea alrededor de su eje de rotación, de modo que al rodar a alta velocidad no se produzcan vibraciones que repercutan negativamente en el volante y la conducción. Para conseguirlo, los mecánicos utilizan una máquina de equilibrado que hace rodar la rueda y detecta en qué posición exacta es necesario compensar el peso. Para ello, se utilizan unos contrapesos o lastres de pequeño tamaño que suelen pegarse o engancharse en la llanta.

¿Qué es la alineación?

En muchas ocasiones se confunde el proceso de alineación con el de equilibrado. El alineado de las ruedas, también conocido como paralelismo, consiste en ajustar los ángulos de las ruedas para que queden paralelas entre sí y perpendiculares al suelo, respetando estrictamente los valores geométricos definidos por el fabricante del vehículo.



Síntomas de una mala alineación de ruedas

- **Desgaste elevado e irregular de los neumáticos:** Si detectas que alguna de las cubiertas de tu vehículo está mucho más gastada por un solo flanco (interior o exterior), tu coche necesita una alineación de inmediato. Estas señales reflejan un problema claro en la geometría.
- **El vehículo se desvía a un lado:** Si en una recta, soltando momentáneamente el volante, el coche tiende a irse hacia un lado de la carretera, es señal de que la dirección no está centrada (aunque también puede indicar una presión muy baja en una rueda).
- **Dirección rígida o descentrada:** Si notas que el volante no vuelve al centro fácilmente después de girar, o que para ir recto el volante debe ir torcido, es probable que tengas problemas de alineación.
- **Incremento del consumo:** Una mala alineación aumenta la resistencia a la rodadura, obligando al vehículo a consumir más energía para avanzar.

Causas del desalineado

El desajuste puede originarse por varios motivos cotidianos. Entre los más frecuentes:

- Circular habitualmente sobre superficies muy irregulares.
- Impactos contra bordillos ("bordillazos") al aparcar.
- Pasar por un bache profundo a cierta velocidad.
- Pequeños golpes o accidentes leves.

Coste, tiempo y la importancia en Coches Eléctricos

A modo orientativo, el coste de alinear las ruedas puede oscilar entre 50 y 70 €, dependiendo del taller.

En los vehículos eléctricos esta operación es aún más crítica. Debido al mayor peso de las baterías y a la entrega de par (fuerza) instantánea, los neumáticos sufren mucho más estrés. Un coche eléctrico mal alineado degradará las gomas mucho más rápido que uno de combustión.

La cuenta es sencilla: Si un juego de neumáticos (x4) cuesta 800 € y una mala alineación provoca un desgaste irregular que reduce su vida útil un 25% o incluso la mitad, habremos tirado a la basura entre 200 € y 400 € por no haber invertido 50 € en el mantenimiento.

Comprobaciones básicas Neumáticos

Los **Neumáticos** deben revisarse periódicamente, es el elemento del coche que más desgaste va a sufrir, controla presión, profundidad (1,6mm es el límite legal) y desgaste uniforme. Al tener un alto par y un gran peso, los EVs suelen acusar mayor desgaste de los neumáticos, por tanto es muy probable que notes que se gastan antes que en tu antiguo coche.



8.3 Tipos de Neumáticos

- **Neumáticos de Verano:** Conocidos coloquialmente como los neumáticos "normales". Son válidos para la mayor parte del año, ofreciendo buen rendimiento tanto en seco como en lluvia. Sin embargo, al no tener certificación invernal, su compuesto se endurece y pierde eficacia cuando la temperatura baja de los 7°C.



- **Neumáticos "All Season" o "Todo Tiempo":** Combinan tecnologías de invierno y de verano para permitir una conducción segura todo el año. Son aptos para superficies secas, mojadas e incluso nieve ligera, evitando la necesidad de cambiar de ruedas según la estación. Es crucial diferenciar dos tipos según su etiquetado:



"All Season" M+S: El fabricante los etiqueta como aptos para barro (Mud) y nieve (Snow). Sin embargo, no han pasado pruebas certificadas de tracción en nieve, por lo que su capacidad invernal es limitada.

"All Season" 3PMSF: Además del marcaje M+S, cuentan con la certificación 3PMSF (Three Peak Mountain Snowflake). Estos han superado pruebas estandarizadas por la Unión Europea que garantizan su tracción en nieve. Usan compuestos específicos que permiten su uso invernal legal sin cadenas, sin degradarse excesivamente en verano.



- **Neumáticos de Invierno:** Diseñados y optimizados específicamente para climas fríos (por debajo de 7°C) y superficies deslizantes como barro, nieve profunda o hielo. Siempre llevan el marcaje 3PMSF. Para zonas con climas extremos y grandes heladas, existen variantes equipadas con clavos metálicos.



- **Neumáticos ECO** (para Vehículos Eléctricos): Diseñados para maximizar la eficiencia, cuentan con una baja resistencia a la rodadura. Esto permite incrementar la autonomía (+5-10%) y el silencio de marcha, factores clave para la homologación WLTP de los eléctricos. Nota: Al priorizar la eficiencia y la durabilidad, estos neumáticos suelen ofrecer un agarre inferior a un neumático deportivo convencional, lo que puede traducirse en mayores distancias de frenado y un comportamiento más delicado en mojado. Para climas muy lluviosos, es recomendable valorar si el aumento de autonomía compensa la posible merma en prestaciones de seguridad.

8.4. DIFERENCIA ENTRE NEUMÁTICOS RUNFLAT Y SELFSEAL

• **Neumáticos RUNFLAT:** Se trata de neumáticos que en caso de pinchazo permiten seguir circulando (no más de 80 Km a una velocidad no superior a 80 Km/h) sin riesgo de pérdida de estabilidad y consecuentemente evitando potenciales accidentes.

Existen dos tipos de neumáticos Run Flat diferentes según la tecnología aplicada:

- Los de **flancos reforzados** evitan el deslntado del neumático gracias al diseño especial de su talón. El refuerzo en el flanco garantiza que el neumático no se deforme al sufrir una súbita pérdida de presión.
- Los de **tipo PAX** o de soporte interior, disponen de un soporte interno en el que se apoya la banda de rodadura cuando el neumático se queda sin presión o sufre un descenso importante de la misma.



• **Neumáticos SELFSEAL/SEALINSIDE (autosellantes):** Se trata de neumáticos que incorporan una capa de masilla en su interior, justo bajo la banda de rodadura. Esta instalación evita fugas de aire en la rueda cuando ésta ha sido perforada por algún elemento punzante.

La tecnología autosellante no requiere de llantas especiales o del uso del sistema TPMS (mecanismo de monitorización de la presión de aire).



Para más **información y ayuda:**



<https://www.auve.org/>



Puedes encontrarme en Telegram como: [@turkkano](https://t.me/turkkano)

LICENCIA



CC BY-NC-ND 4.0 [2026] [Martin Mendez]

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Usted es libre de: Compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Bajo las siguientes condiciones:

Atribución: Debe otorgar el crédito correspondiente y proporcionar un enlace a la licencia.

No Comercial: No puede utilizar este material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.

Para ver una copia de esta licencia, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

La información contenida en esta guía tiene fines puramente informativos y educativos. El autor no se hace responsable de los daños materiales, personales o pérdidas económicas que puedan derivarse del uso de la información aquí presentada.

La manipulación de baterías, sistemas eléctricos y BMS conlleva riesgos de incendio, explosión y descarga eléctrica. Se recomienda encarecidamente que cualquier intervención técnica sea supervisada por un profesional cualificado y se respeten siempre las normativas de seguridad vigentes.

Nota sobre el contenido: Partes de este texto y tablas informativas han sido generadas y optimizadas con la asistencia de modelos de inteligencia artificial (Google Gemini, ChatGPT), habiendo sido posteriormente revisadas, contrastadas y editadas por el autor para asegurar su coherencia y contexto. Las marcas comerciales mencionadas pertenecen a sus respectivos propietarios.