

Electromovilidad y su relación con la generación, distribución y consumo de energía

ING. MATHOTY REBOLÉ, MARTÍN IGNACIO
Mgter. en Desarrollo Regional e Integración

Contexto Mundial-Regional

Crisis del petróleo y Cambio climático: Crean la necesidad de una transición hacia fuentes de energía sostenibles lo que ha impulsado el desarrollo y la integración de tecnologías renovables y movilidad eléctrica en los sistemas energéticos.

En este contexto, las energías hidroeléctricas, por biomasa y la energía solar fotovoltaica en conjunción con los vehículos eléctricos (VEs) representan pilares fundamentales para construir un futuro energético más limpio y eficiente.

Sin embargo, la intermitencia de la energía solar y la gestión de la carga de los VEs plantean desafíos significativos para la estabilidad y la eficiencia de la red eléctrica.

Desafío: Fortalecer la generación de energía y las redes de interconexión para facilitar la integración de la energía solar fotovoltaica y la movilidad eléctrica en las redes.



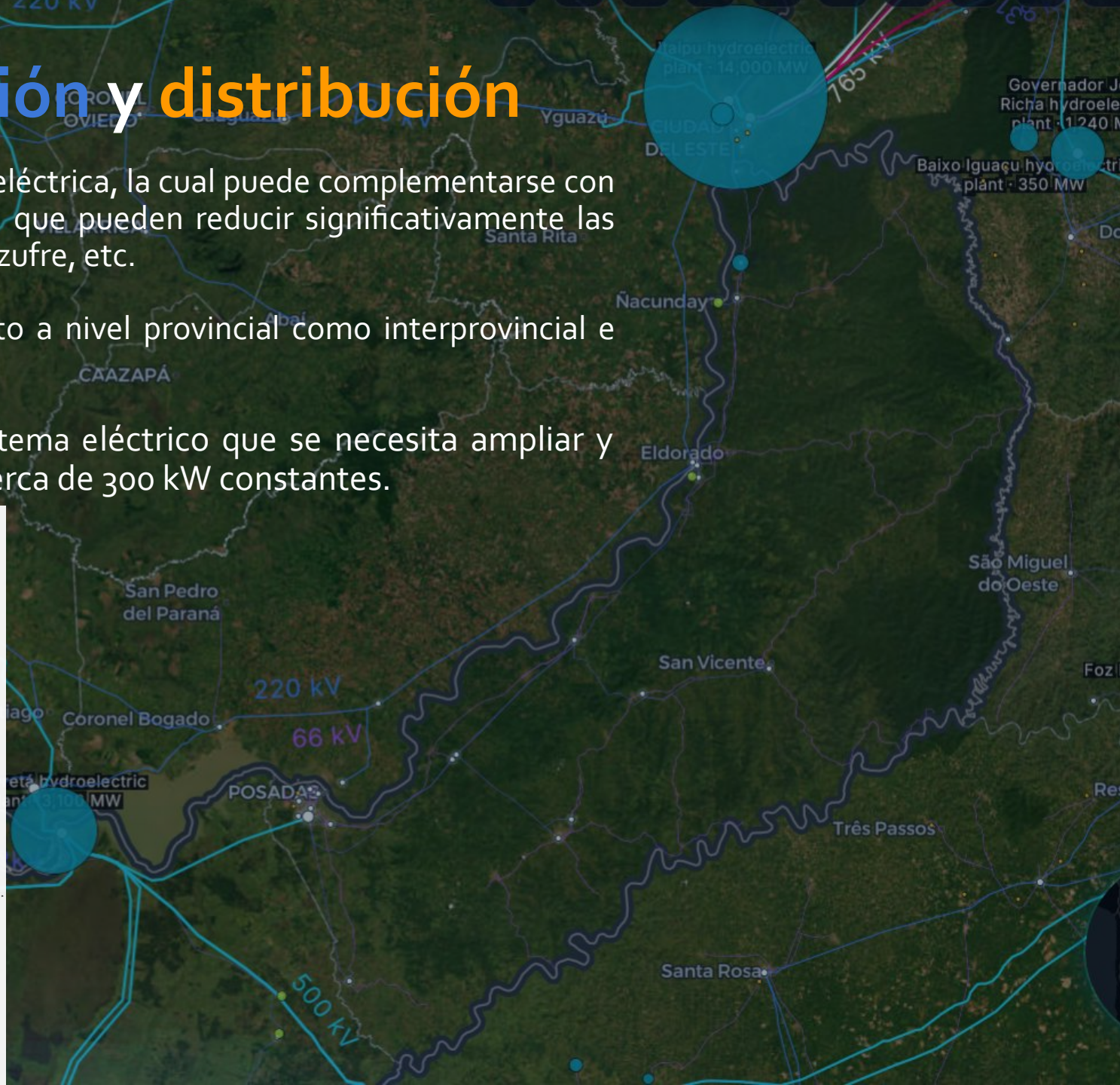
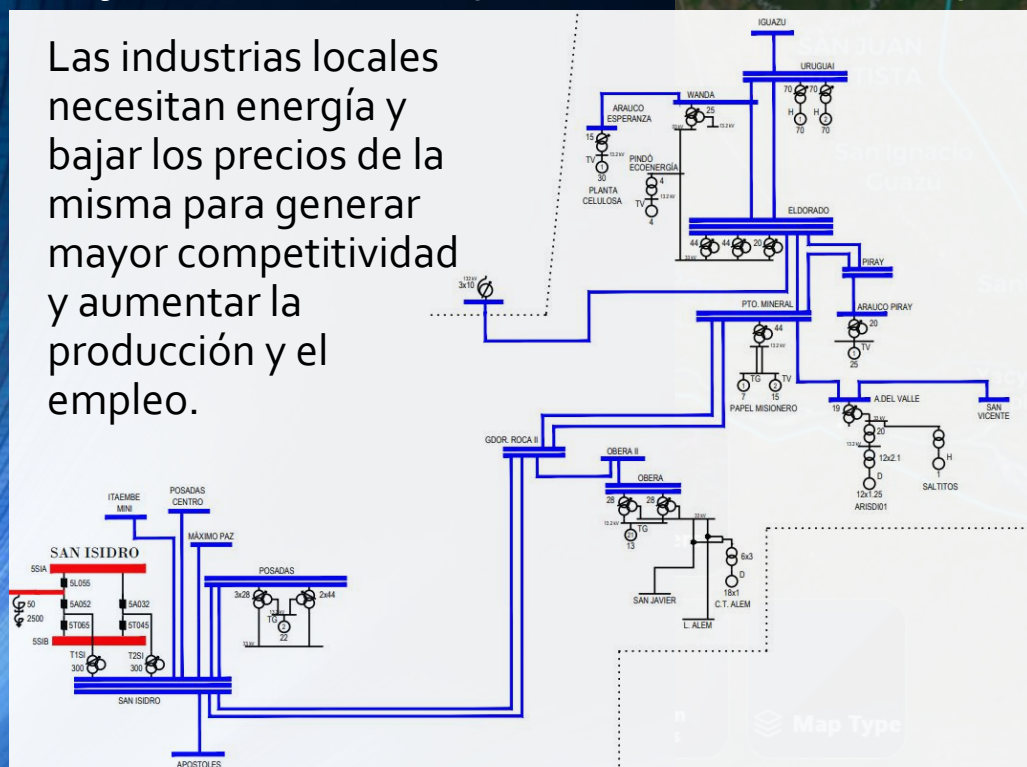
Contexto Local: generación y distribución

Misiones cuenta con gran potencial en energía hidroeléctrica, la cual puede complementarse con generación distribuída FV y generación de Biomasa que pueden reducir significativamente las emisiones de CO₂, Oxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, etc.

Se deben fortalecer las redes de interconexión tanto a nivel provincial como interprovincial e internacional.

El Norte y centro de la provincia cuenta con un sistema eléctrico que se necesita ampliar y mejorar. Consumo de picos de más de 600 kW y cerca de 300 kW constantes.

Las industrias locales necesitan energía y bajar los precios de la misma para generar mayor competitividad y aumentar la producción y el empleo.



Electromovilidad: Consumo

De donde viene el combustible que se consume en Misiones?

Cual es el porcentaje de impuestos que tienen los combustibles?

Consumo: Impuestos Relacionados a los combustibles Líquidos

ICLy CO₂: entre un 13 y 16%

IVA: 21%

IIBB: 4,5%

Total aprox: 38,5% y 41,5%

Consumo de la flota en Misiones

Aproximadamente 180 mil autos a nafta.

Consumo aproximado de 30 a 40 km/día. Son cerca de 3,3 litros de combustible:

- 600.000 litros/día -
- Cada litro de nafta quemado genera aproximadamente 2,3 kg de CO₂.
- 1.380 toneladas de CO₂/día - 25.185.000 de árboles
- En Misiones hay un estimado de entre 600 y 900 millones de árboles (4% de la selva en Misiones toma ese CO₂)

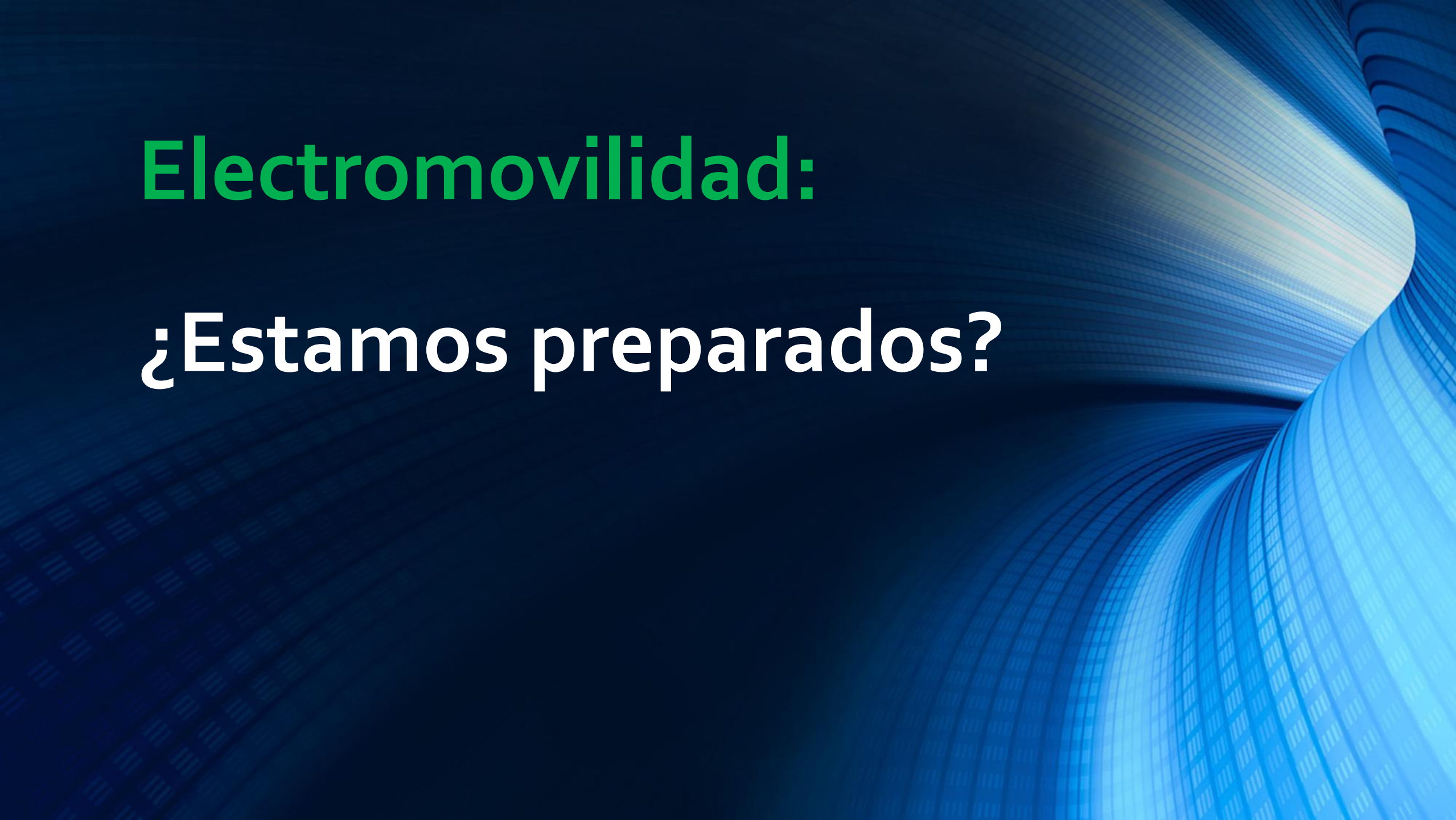
Electromovilidad: Eficiencia Energética

- Auto eléctrico: Aprovecha entre el 85% y 90% de la energía de la batería para mover el vehículo. El motor eléctrico tiene pocas piezas móviles y no derrocha energía en calor.
- Autos a combustible: Es mucho menos eficiente. Solo aprovecha entre el 20% y 30% de la energía del combustible; el resto se pierde en forma de calor, fricción y gases de escape (una central de CC puede llegar a 64%).

Electromovilidad: Consumo y Costos

Costo estimado cada 100 km:

- - Movilidad eléctrica (15 kWh): 230\$/kWh con impuestos, lo que significa \$ 3450 los 100 km.
- - Nafta (8 litros): \$2380 con impuestos, \$19040 los 100 km.
- Relación por 100 km 5,5 a 1,
- El movimiento eléctrico representa el 18% del costo de combustible.

The background is a dark blue gradient with abstract, flowing, curved lines that create a sense of motion and depth. On the right side, there is a bright, glowing blue area with a fine grid pattern, resembling a digital or technological interface.

Electromovilidad:

¿Estamos preparados?



Cargador portátil tipo 2 con enchufe N de 20 A

cód. ref.: 98555308

Mantené tu vehículo eléctrico Chevrolet siempre listo para la carretera con nuestro cargador portátil para vehículos eléctricos. Compacto y ligero, ofrece comodidad y seguridad, permitiéndote cargar en cualquier lugar. Ideal para viajes largos o emergencias, es el accesorio indispensable para vehículos eléctricos.



Cargador portátil (hasta 7kW)

cód. ref.: 98554192

Mantené tu vehículo eléctrico Chevrolet siempre listo para la ruta con nuestro cargador portátil. Compacto y ligero, ofrece comodidad y seguridad, permitiéndote cargar en cualquier lugar. Este accesorio cuenta con dos puertos de entrada de conexión rápida, lo que te permite cargar tu vehículo eléctrico desde un enchufe doméstico o industrial, ¡con hasta 7 kW



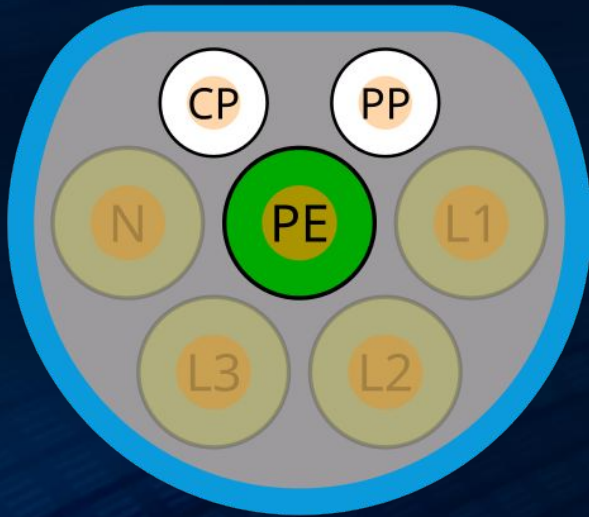
Cargador wallbox (hasta 22kW)

cód. ref.: 98554466 e 98556413

Transformá tu experiencia de recarga con nuestro wallbox. Diseñado para la eficiencia y la comodidad, te permite cargar tu vehículo eléctrico en la comodidad de tu hogar.

Tipos de Cargadores

Conector: Tipo 2



IEC 62196 (Type 2): En el caso de la carga en CC, solo los pines DC + y DC – en la parte inferior funcionan y desde la parte superior participa solo el pin de comunicación y el conductor de tierra, que proporciona el punto cero de referencia para los sistemas de protección. Estos tipos de conectores pueden soportar una potencia de hasta 350 kW.

Descripción de los 7 Pines

L1 (Fase 1): Conductor para la corriente de la primera fase de alimentación de CA.

L2 (Fase 2): Conductor de la segunda fase, utilizado únicamente en instalaciones y cargas trifásicas.

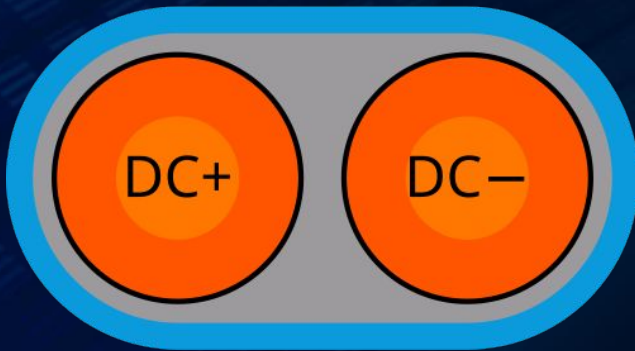
L3 (Fase 3): Conductor de la tercera fase, activo solo en esquemas de carga trifásica.

N (Neutro): Conductor de retorno de corriente para los circuitos monofásicos o desequilibrios de fase.

PE (Protección de Tierra / Earth): Conector de puesta a tierra de seguridad para proteger al usuario y al vehículo frente a fallos eléctricos.

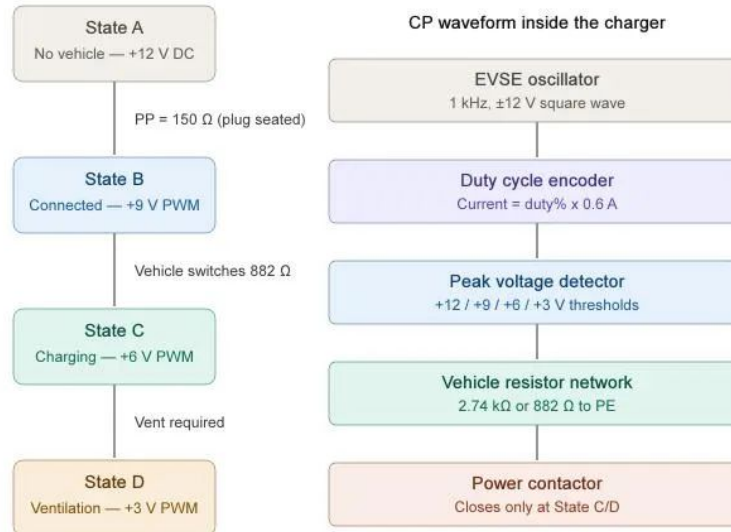
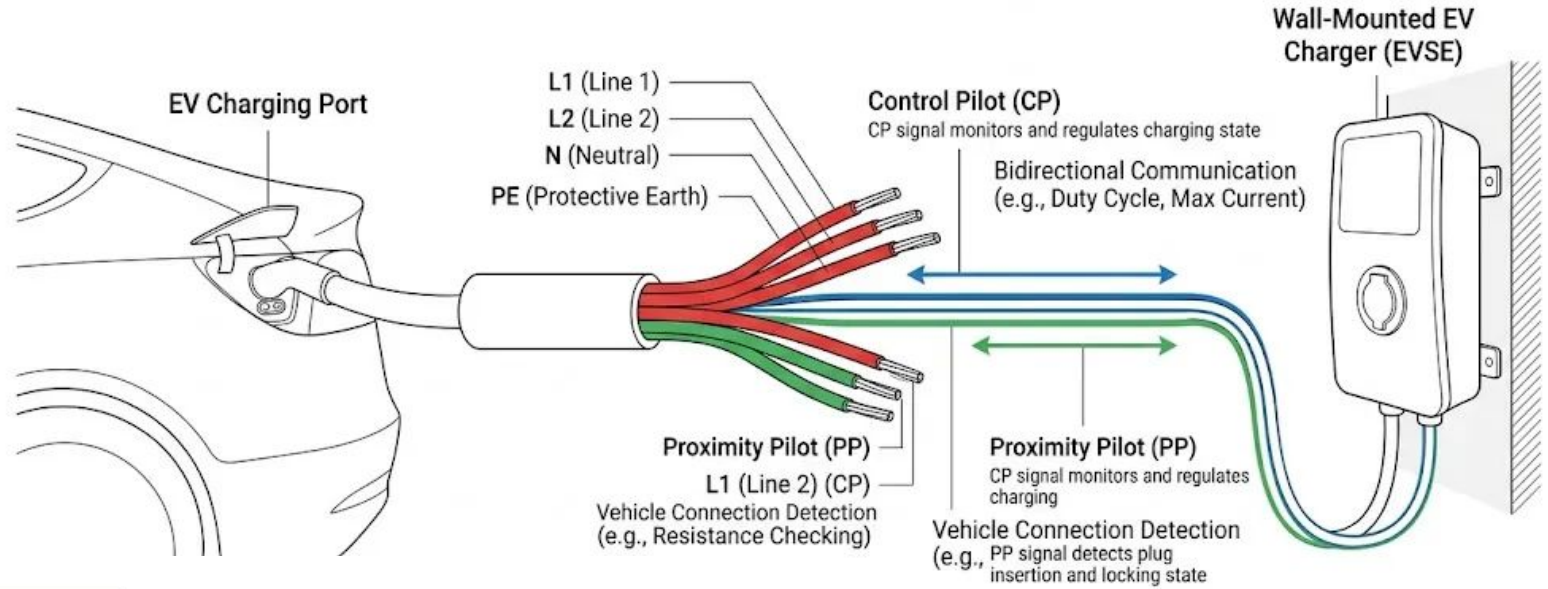
CP (Control Pilot): Pin de señalización de control; permite la comunicación analógica o digital continua entre el auto y el punto de carga para regular la energía de manera segura. Es ligeramente más corto para desconectarse al final.

PP (Proximity Pilot): Pin de detección de proximidad; avisa al vehículo que el cable está enchufado e identifica la capacidad máxima de corriente permitida por el cable.





Electric Vehicle to EVSE Connection Schematic: Signaling and Power Lines



Conector: Tipo 2

PP (Proximity Pilot): Detección Física y Capacidad del Cable

El pin PP funciona mediante resistencias fijas conectadas a la línea de tierra (PE) dentro del propio conector.
Presencia del conector: Cuando el enchufe ingresa a la toma del coche, el vehículo mide el cambio de resistencia óhmica. Esto le indica que el conector está firmemente insertado.

Límite de corriente: La resistencia varía según el grosor y capacidad del cable de carga. Por ejemplo, un valor de $150\ \Omega$ le avisa al coche que el cable soporta hasta 32 A, mientras que $680\ \Omega$ limitan la sesión a 16 A. Así se evita que el coche intente absorber más energía de la que el cobre puede tolerar.

Corte seguro de marcha: Si intentas desenchufar el conector, el pin PP se desconecta primero, interrumpiendo inmediatamente la marcha del vehículo por seguridad.

CP (Control Pilot): Conexión de comunicación

El pin CP gestiona una onda cuadrada analógica de 1 kHz (modulación por ancho de pulsos o PWM) generada por el cargador. El ciclo de trabajo (duty cycle) de esta onda le comunica al coche la potencia disponible en la estación. El proceso sigue una secuencia de voltajes específicos medidos desde el coche hacia tierra:

El Cargador: Genera y envía constantemente la señal de +12 V a una frecuencia fija de 1 kHz (1.000 ciclos por segundo).

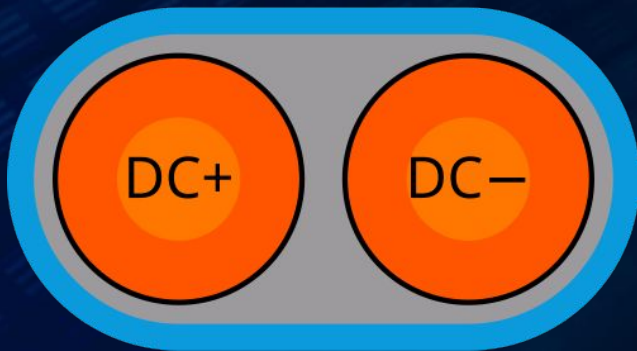
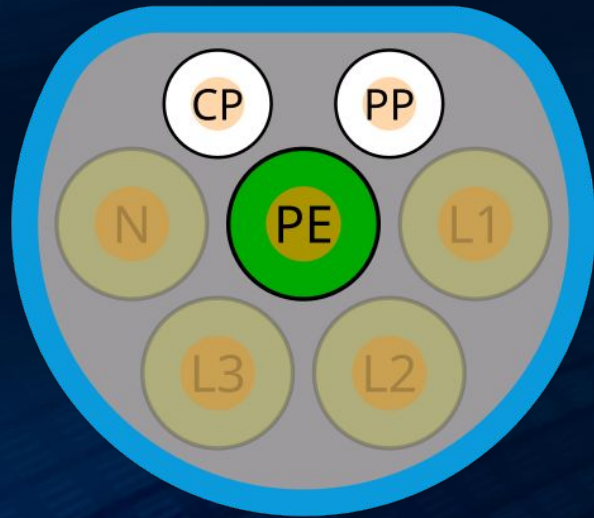
El Auto: Actúa como un "freno" o resistencia. Al conectarse, cierra el circuito y deja caer el voltaje del cargador (de 12 V a 9 V, y luego a 6 V) para indicar que está listo.

Estado A (+12 V continuos): El cable no está conectado al vehículo.

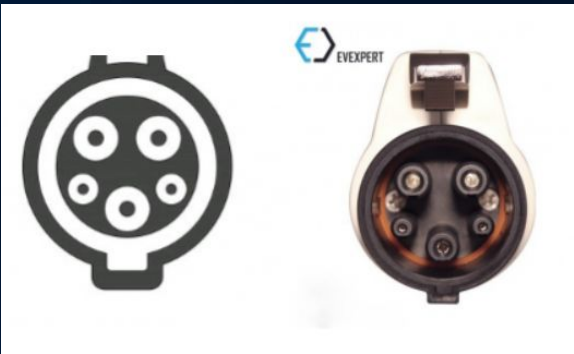
Estado B (+9 V en cresta de onda): El cable se conecta al coche. El vehículo introduce una resistencia que baja el voltaje y se sincroniza con el duty cycle para saber cuántos amperios tomar (50% 30A, 16% 10A).

Estado C (+6 V en cresta de onda): El coche cierra un segundo circuito indicando que su batería y sistemas están listos para recibir energía. Al detectar este cambio a 6 V, el cargador cierra los relés de potencia para liberar la corriente eléctrica hacia los pines de fuerza (L1/L2/L3).

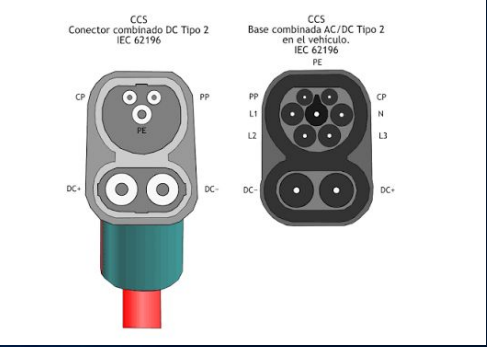
Estado E (0 V o -12 V): Error en el sistema (pérdida de tierra o cortocircuito), la carga se detiene inmediatamente.



Tipos de Conectores



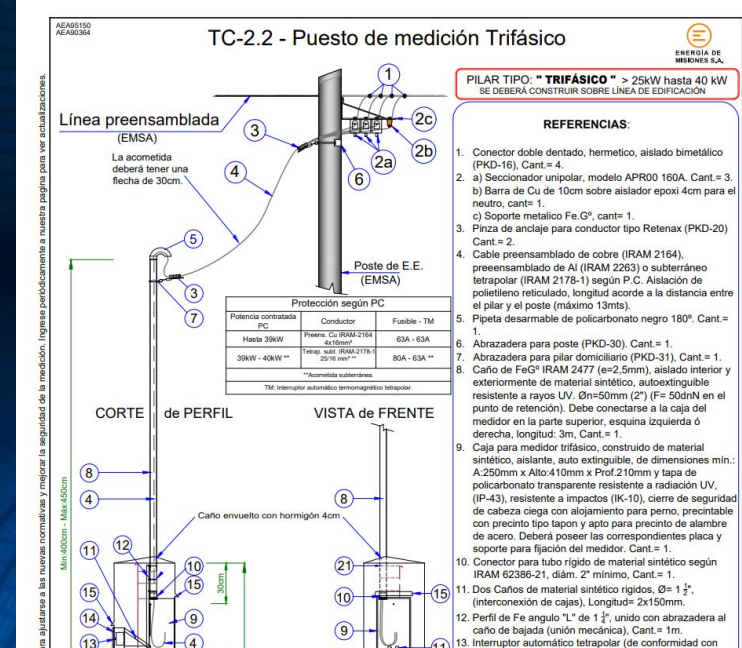
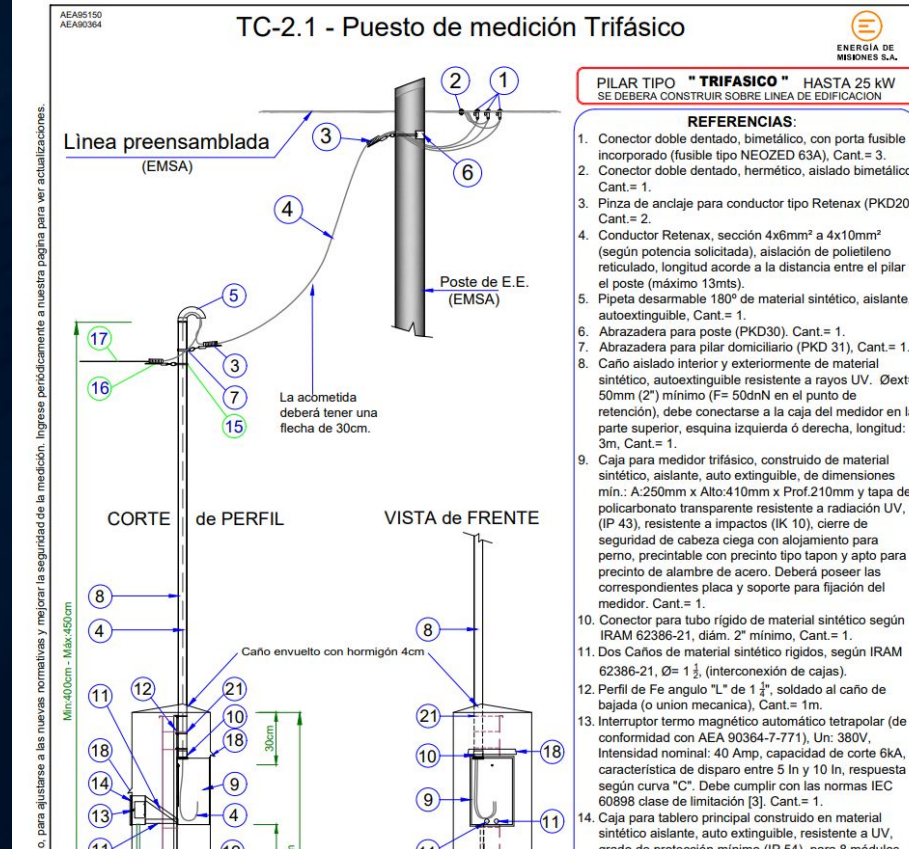
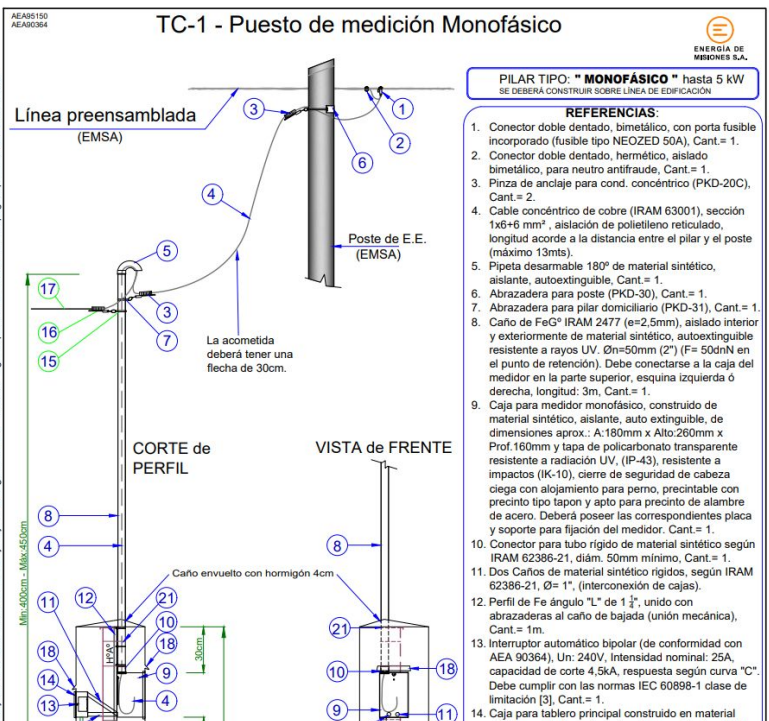
El estándar J1772 de 5 pines admite una amplia gama de velocidades de carga de corriente alterna (CA) monofásica. Estas abarcan desde dispositivos portátiles que pueden conectarse a una toma de corriente doméstica NEMA 5-15 que puede suministrar 1,44 kW (12 A a 120 V) hasta equipos cableados que pueden suministrar hasta 19,2 kW (80 A a 240 V). El acoplador combinado 1 admite la carga a 200–920 voltios CC y hasta 350 kW.



Tipo de la corriente y el nombre del conector	Región			
	Japón	China	America	Europa
CA				
Nombre del conector	Tipo 1 - J1772	GB/T	Tipo 1 - J1772	Tipo 2
CC				
Nombre del conector	CHAdeMO	GB/T	CCS - Tipo 1	CCS - Tipo 2

Tipo 2: los conectores IEC utilizan el mismo protocolo de señalización SAE J1772, los fabricantes venden vehículos con entrada SAE J1772-2009 o IEC Tipo 2, según el mercado regional. También existen adaptadores (pasivos) que permiten convertir J1772-2009 a IEC Tipo 2 y viceversa.

Infraestructura necesaria en Viviendas

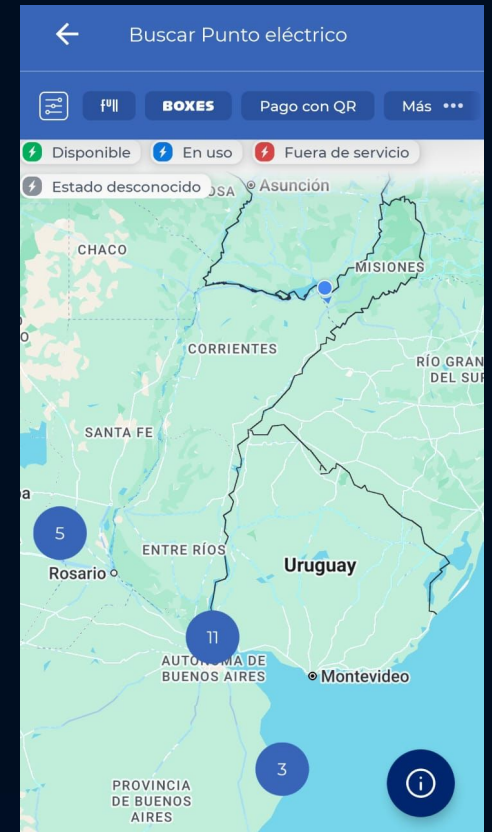


Infraestructura provincial:

Solo se encuentran cargadores en Posadas.

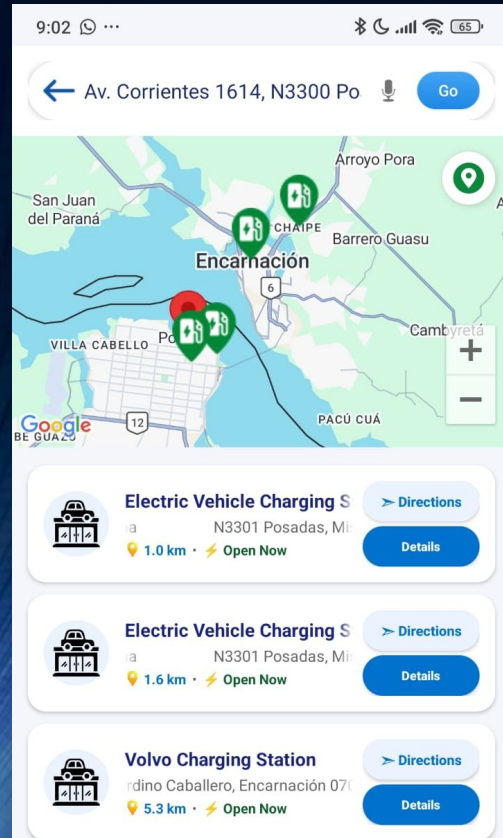
Encarnación, Foz de Iguazú y ciudades limítrofes con Brasil tienen puntos de carga.

- Debería haber un punto de carga rápida en la provincia cada 180 o 200 km.
- Una APP que unifique ubicaciones de tipos de conectores en Misiones y Argentina.
- YPF cuenta con algunas estaciones con carga rápida, pero no muestra ninguna en Misiones.

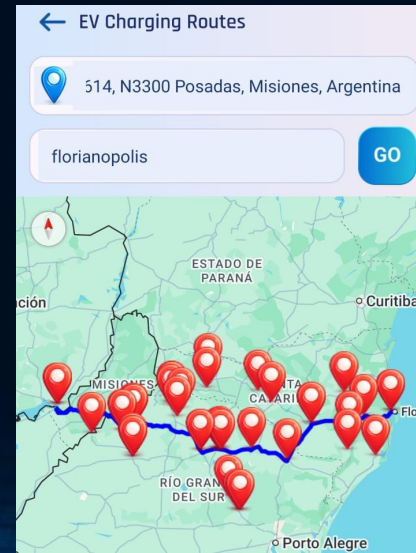
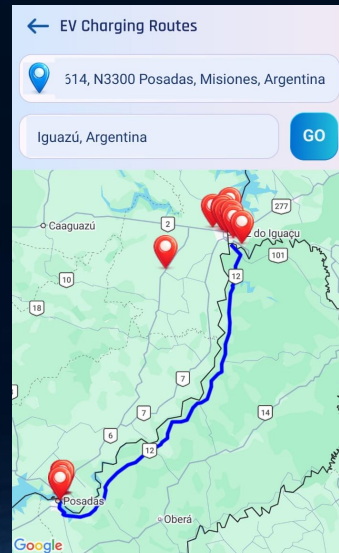
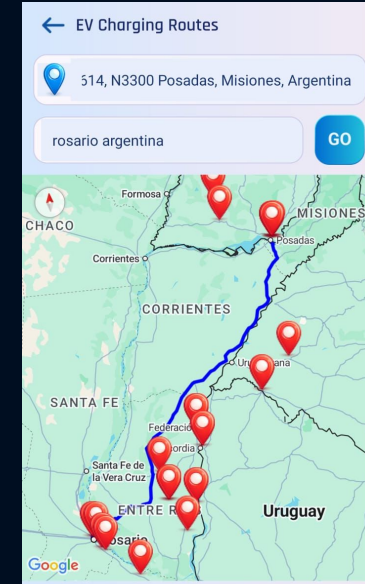
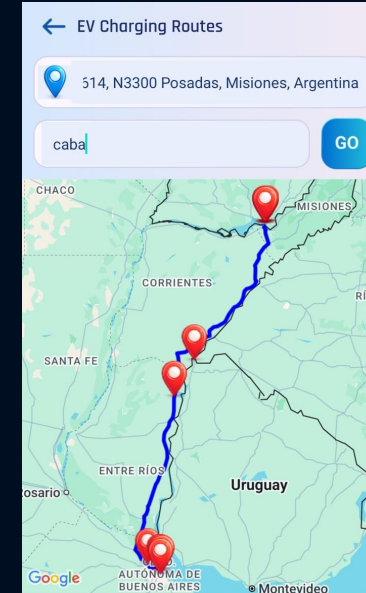
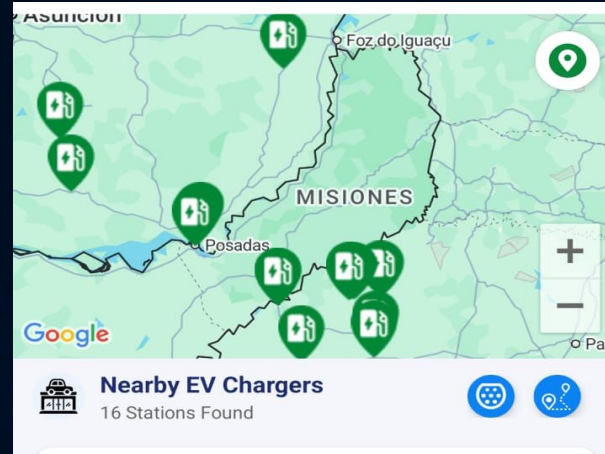


APP EV Charging

Posadas:



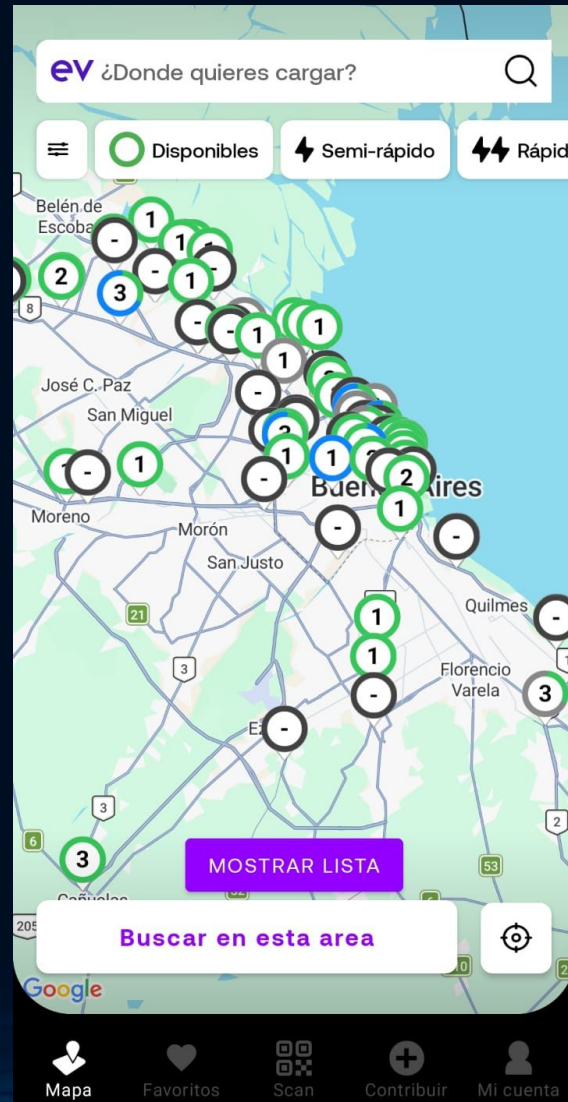
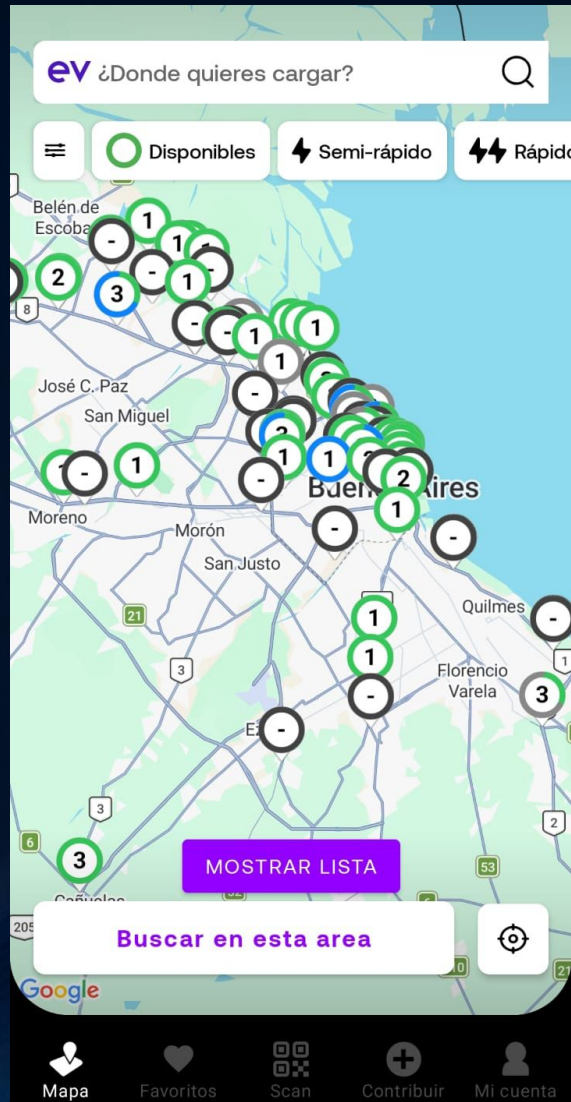
Misiones:



Bs As:



EV Jungle



Infraestructura de distribución: Transformadores de distribución



Dirección Técnica

Especificación Técnica: GI-096-005

Revisión Nro.: 005

Título: Transformadores Trifásicos de Distribución de Llenado Integral

Fecha de Vigencia: 30/12/02

Fecha de Revisión: 08/01/24

1 GENERALIDADES

1.1 Objeto de la especificación

La presente especificación establece los requisitos que deben satisfacer los transformadores trifásicos de distribución, sumergidos en aceite mineral aislante, de enfriamiento natural (ONAN), herméticos de llenado integral, grupo de conexión Dyn 11, con tensión secundaria nominal de 400 V, tensión primaria nominal de 13.2 kV, o de 33 kV, y potencias en kVA estandarizadas por ENERSA de:

Tensión Primaria Nominal		Norma
13.2 kV	33 kV	
63 kVA		-
100 - 160 kVA	63 - 100 - 160 kVA	IRAM 2269
250-400-630-1000-1250 kVA	250-400-630-1000 kVA	IRAM 2250



Electromovilidad: Infraestructura para el 10% de la flota

18.000 autos (10%), cargando cada 3 días, son 6000 autos cargando por día con cargadores de 7kW (8 hs de carga):

- 42.000 kW - Son 168 Transformadores de 250 kVA.
- Posadas tiene mas de 1200 Transformadores de distribución.
- Solución: Gestión de la demanda por bandas horarias, inserción de energía distribuida (preferentemente con baterías), incrementar infraestructura de generación, transmisión, transformación y distribución.



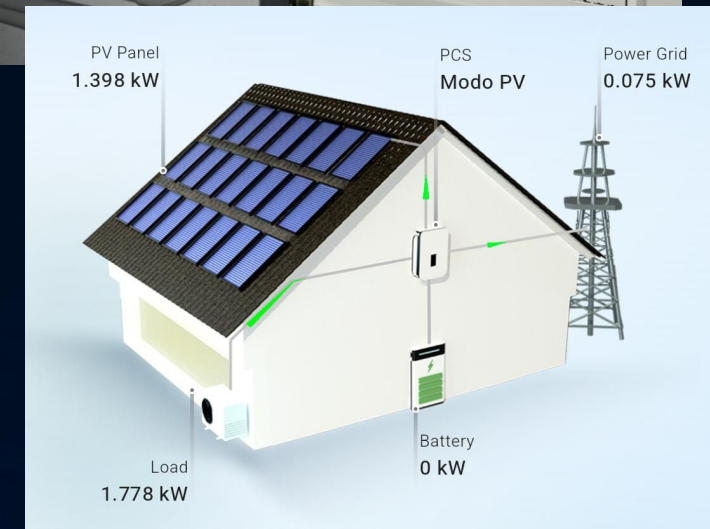
Sistemas de Generación distribuida FV con baterías

Generación distribuida FV para Electromovilidad: Sistema de 11kW



La vivienda debería tener disponible una superficie soleada para poder generar la energía.

Deberían fomentarse espacios de estacionamiento techado en supermercados, clubes y espacios públicos con cargadores de VE.





Vs



Generación, Transmisión, Transporte y distribución:

La provincia está preparada? Cuanta generación deberíamos tener para el 10% de la flota eléctrica?

- De los mas de 600 MVA de picos de consumo, deberán agregarse 42 MVA mas de potencia.
- El incremento de la generación de energía deberá ser de 336 MWh por día, 122.640 MWh/año (122 GWh/año).

Generación de energía Hidráulica:

Corpus Pindo-í plantea una central de pasada sobre el Río Paraná con una potencia instalada de 2800 MW.

Generaría alrededor de 20.000 GWh anuales (10 mil GWh para Argentina)

Esto implica:

- 1,5 millones de autos eléctricos, 6 millones de toneladas de CO₂ no emitidas al año.
- Un ingreso a la provincia de 70 millones de dólares al año por no pagar impuesto al combustible si se calcula flota de 180 mil vehículos, más un ingreso, más 50 millones de dólares anuales aprox. por regalías (12%).

Transmisión, Transporte y distribución:

Los proyectos de generación (si no son de energía distribuída en las viviendas), deberían contemplar la transmisión, transporte y distribución de energía.

Se deben realizar y fortalecer los sistemas de generación, transporte, interconexión provincial de 500 kV, 132 kV, etc.

La distribución de energía también debe fortalecerse.

Solo la inyección FV no ayudará a la generación, si no tenemos un sistema “firme” de generación que regule la frecuencia, porque los sistemas FV son intermitentes.

Tematicas a Futuro:

- Redes eléctricas inteligentes.
-
- Integración de Vehículos V2G.

Muchas Gracias!!

Contacto:

Ing. Mgter. Mathot y Rebolé, Martín Ignacio

<https://www.pragmaingenieria.com.ar/>

Tel: 376-4277977

martinmathot@hotmail.com



Antecedentes tecnológicos y definiciones básicas:

- Redes Eléctricas Inteligentes (REIs):

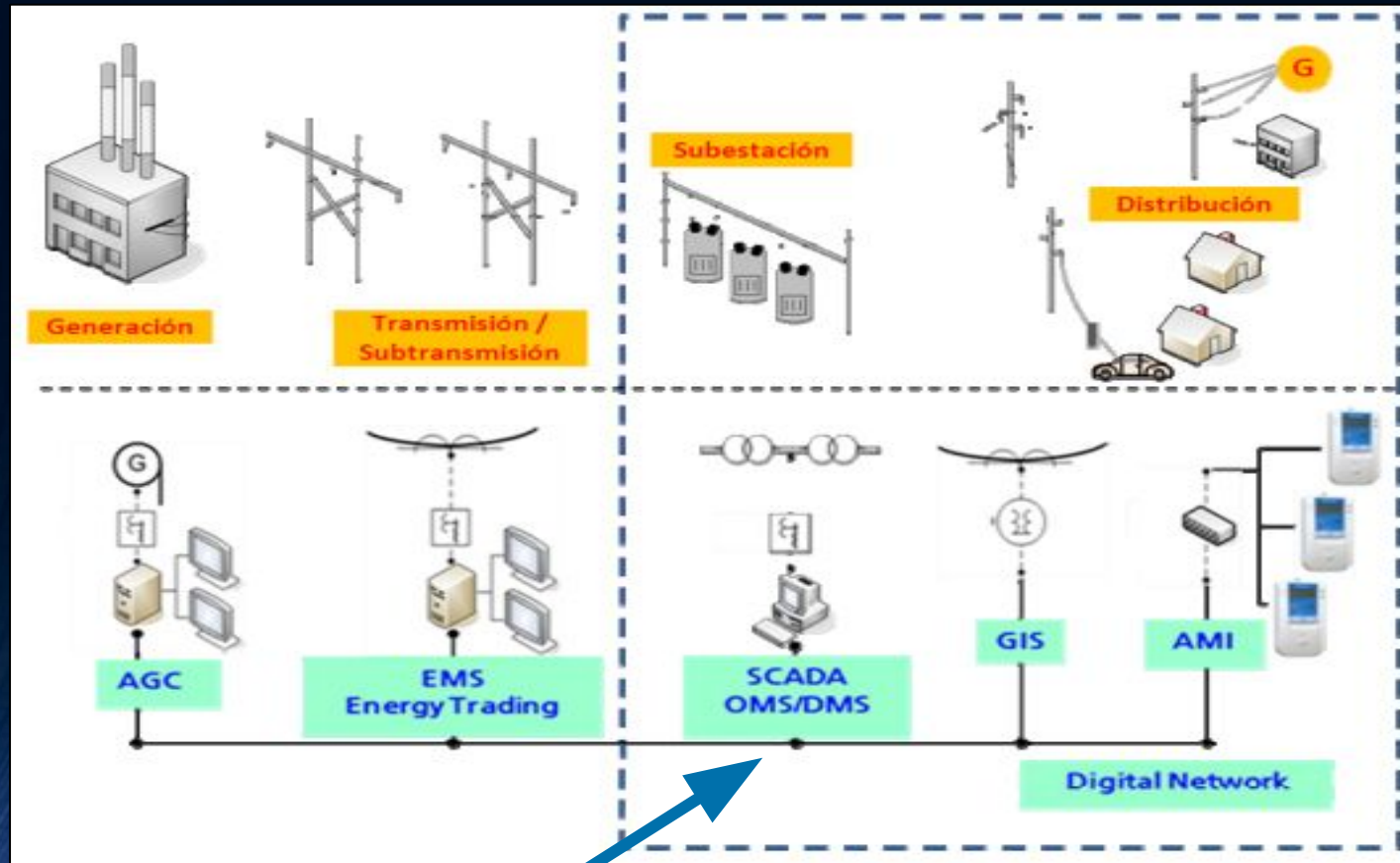
*"Conjunción de la red eléctrica tradicional con tecnologías modernas de la información y comunicación (TICs). Permite integrar datos provenientes de los distintos puntos de la cadena eléctrica, desde el generador hasta el usuario final; y transformarlos en información y acciones que lleven a una mejora en su gestión. Su objetivo es elevar la **eficiencia, confiabilidad, sustentabilidad, calidad de servicio y producto**, para hacer frente a los nuevos desafíos de **múltiples generadores diversos y estilos de consumo**"*

Redes Eléctricas Inteligentes (REIs/Smart Grid):

Las redes inteligentes, o smart grids, representan un avance significativo respecto a las redes eléctricas tradicionales. Al integrar tecnologías digitales avanzadas, sensores, sistemas de automatización y redes de comunicación, estas redes permiten una gestión de la energía más eficiente, segura y sostenible.

Los componentes principales que hacen que una red eléctrica sea inteligente incluyen relés de protección, analizadores de red, sensores y actuadores (de diversos tipos), así como sistemas informáticos y de automatización.

Tecnologías asociadas a las REIs:



Ámbito de aplicación de las REIs

Orden de incorporación de REIs:

- 1 Sistemas de Información Geográfica (GIS).
- 2 Herramientas informáticas de configuración y modelado de una red eléctrica sobre un GIS.
- 3 Sistema de Control Supervisor y Adquisición de datos (SCADA).

SCADA: 70% de las empresas piensa que lo más importante es el DMS (Sistema de administración de la distribución):

DMS (Distribution Management System): suministra la visualización, monitoreo y control de las redes; debe estar integrado a un SCADA y a un GIS. Optimiza las operaciones de la red de distribución eléctrica.

OMS: sistemas de gestión de cortes de suministro.

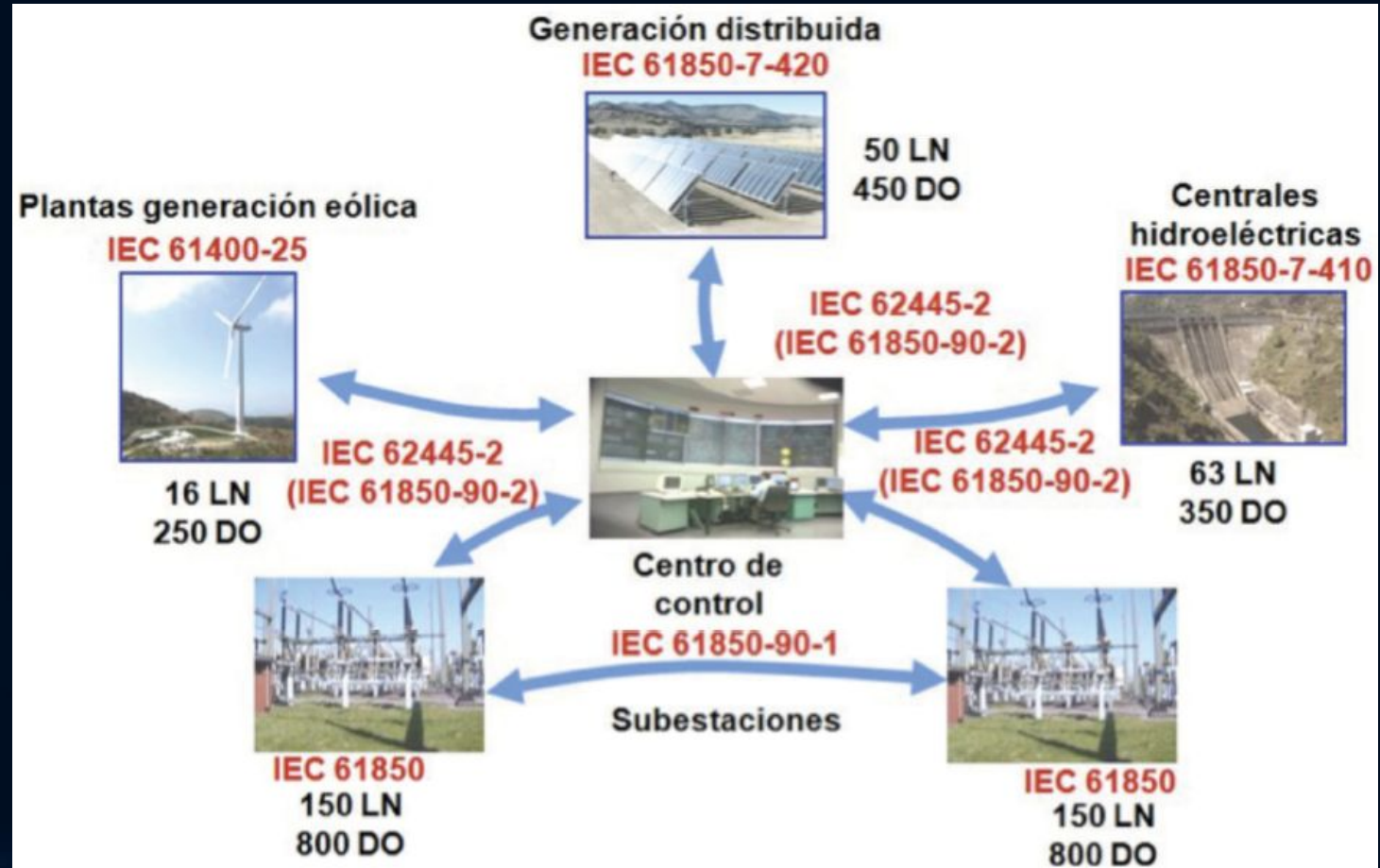
AMR: Medidores de medición automática (primera generación)

AMI: consiste en una arquitectura de medición automatizada bidireccional (medidores inteligentes con comunicación, segunda generación de AMR). Además permiten la lectura remota y el análisis de datos de consumo en tiempo real, lo que es crucial para aplicar tarifas escalonadas.

REFERENCIAS: AMI: ADVANCED METERING INTERFACE; AMR: AUTOMATIC METER READING. ROJO =ELECTRICIDAD, VERDE =GAS, AZUL = AGUA. TRIÁNGULO = PRUEBA PILOTO, CIRCULO = PROYECTO

Norma IEC 61850:

- La norma IEC 61850 hace posible la implantación de tecnologías TCP/IP en sistemas de subestaciones eléctricas. En su **segunda edición**, incluye a las **Smart Grid**, energías renovables y vehículos eléctricos; extrapolando a estos sistemas la **interoperabilidad** aplicada originalmente para las comunicaciones en subestaciones eléctricas, formando una **integralidad con el sistema de potencia inteligente**.



Aplicaciones de las smart grids:

- Gestión de la demanda: Permite que los sistemas de carga como ser los vehículos eléctricos respondan a las señales de la red, reduciendo la carga durante los picos de demanda
- Respuesta a la demanda: proporciona a los consumidores, la oportunidad de participar en las operaciones de la red, ya que pueden reducir o cambiar los perfiles de consumo durante los períodos de máxima actividad y beneficiarse mediante incentivos financieros (aplicación de bandas horarias en todas las tarifas)
- Integración de energías renovables: Ayuda a gestionar la variabilidad de fuentes como la solar y la eólica, optimizando la distribución de energía de acuerdo con la disponibilidad.
- Optimización del flujo de potencia: Facilita el control descentralizado y en tiempo real del flujo de energía, especialmente importante en redes con alta penetración de fuentes de energía distribuida (DER). Se utilizan algoritmos matemáticos complejos que procesan datos en tiempo real sobre la demanda, la generación, y las características de la red. Estos algoritmos determinan el camino más eficiente para la electricidad desde las fuentes de generación hasta los consumidores.
- Mantenimiento y monitoreo: Permite recopilar datos de alta calidad en tiempo real de sensores distribuidos en la red para realizar monitoreo constante y mejorar la capacidad de la red.
- Etc.

Vehicle-to-Grid (V2G):

Es una tecnología de carga bidireccional que permite a los vehículos eléctricos no solo consumir energía de la red, sino también **devolver el exceso de electricidad** almacenada en sus baterías de vuelta a la red eléctrica. Esto transforma a los vehículos en unidades de almacenamiento de energía móviles que pueden ayudar a equilibrar la oferta y la demanda eléctrica, especialmente durante las horas de máxima demanda, o incluso servir como respaldo de energía en caso de un corte.

¿Cómo funciona?

Reversibilidad: Este proceso es completamente reversible, permitiendo que la energía fluya en ambos sentidos (del coche a la red y de la red al coche):

1. Carga: Los vehículos se cargan cuando la demanda de electricidad es baja, típicamente durante la noche.
2. Inyección: Cuando la demanda de electricidad es alta, la compañía eléctrica puede utilizar un sistema inteligente para extraer energía de las baterías del vehículo y enviarla de vuelta a la red.

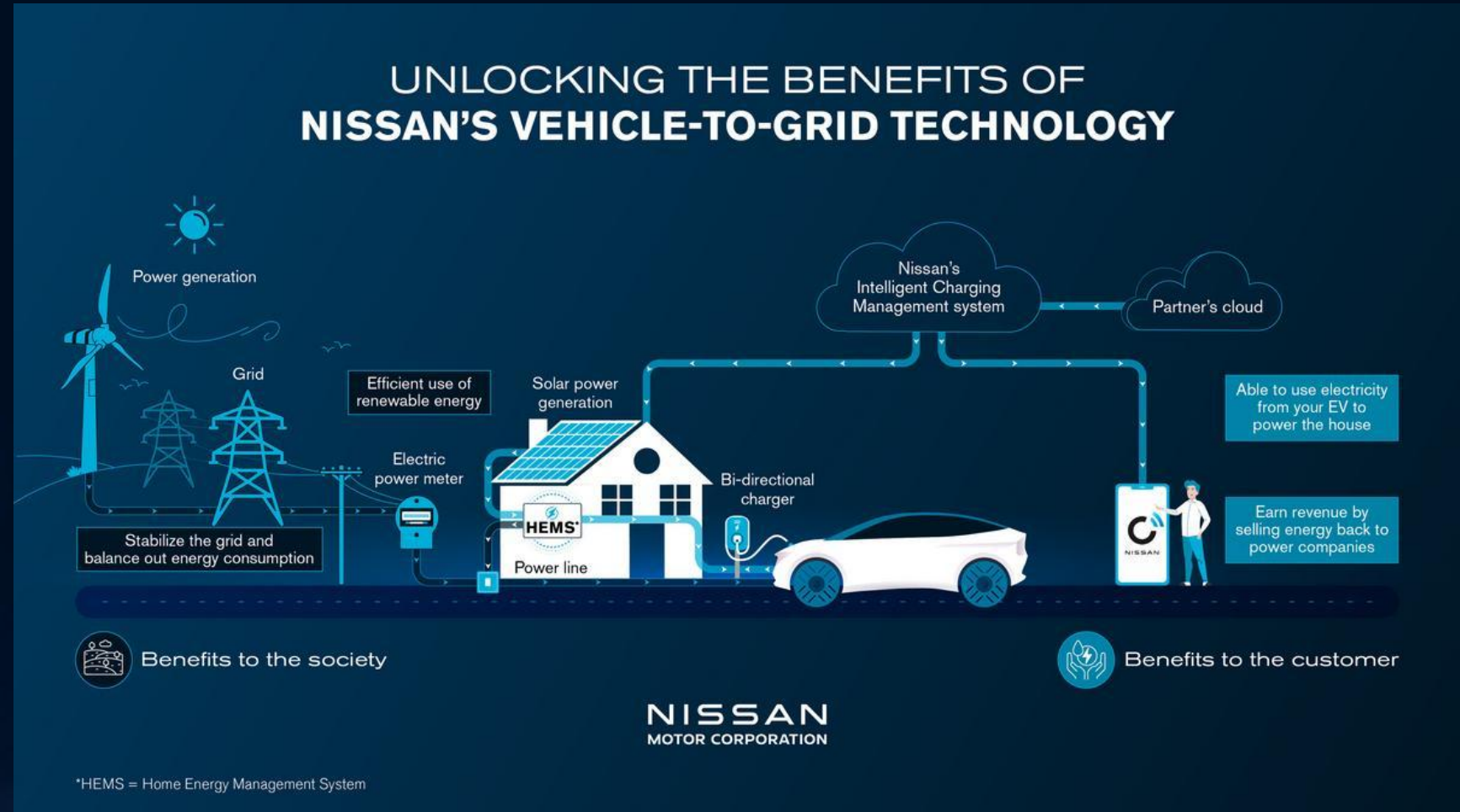
Otras Aplicaciones de V2G:

La tecnología V2G es un concepto más amplio que incluye otras aplicaciones como:

- Vehicle-to-Home (V2H): Usar la batería del coche para alimentar una casa.
- Vehicle-to-Load (V2L): Utilizar la energía del vehículo para alimentar dispositivos externos.
- Vehicle-to-Building (V2B): Inyectar energía desde el vehículo a un edificio.

Tecnología Vehicle to Grid (Nissan):

- Nissan lanzará una recarga bidireccional asequible (tecnología Vehicle to Grid) en determinados vehículos eléctricos a partir de 2026.



Gestión de la oferta/demanda:

- Los utilitarios eléctricos tienen baterías de 40kWh (El consumo de un hogar promedio es de 15-20 kWh/día). Pueden recargarse con energía solar disponible en el día, inyectar en los picos de las 20-21 hs y recargar durante la noche.
- Consumo de termotanques entre las 15 hs a 17 hs
- Consumo de lavarropas entre las 10 a 16 hs.
- etc.