

+++++

Interoperabilidad de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia



DC
CCS
50kW



DC
CHAdeMO
50kW



Estudio desarrollado con el apoyo de:



Elaborado por la consultora Qurato para el Ministerio de Minas y Energía de Colombia:



#LA NUEVA ENERGÍA

1 Contenido

1	CONTENIDO	2
1	INTRODUCCIÓN	3
2	CASOS DE REFERENCIA: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.....	4
2.1	METODOLOGÍA.....	4
2.2	SITUACIÓN ACTUAL EN AMÉRICA LATINA.....	4
2.3	INTEROPERABILIDAD EN AMÉRICA LATINA	5
2.4	COLOMBIA.....	5
2.5	URUGUAY.....	6
2.6	MÉXICO	7
2.7	COSTA RICA	8
2.8	CHILE.....	9
2.9	BENEFICIOS DE LA INTEROPERABILIDAD EN AMÉRICA LATINA	9
3	CASOS DE REFERENCIA: EUROPA Y CALIFORNIA	11
3.1	METODOLOGÍA Y ENFOQUE	11
3.2	SITUACIÓN ACTUAL EN EUROPA (CASOS DE REFERENCIA)	11
3.3	INTEROPERABILIDAD EN EUROPA	13
3.4	PAÍSES BAJOS	18
3.5	ALEMANIA	20
3.6	NORUEGA.....	22
3.7	BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA INTEROPERABILIDAD EN LA UE.....	23
3.8	CALIFORNIA	26
3.9	BENEFICIOS DE LA INTEROPERABILIDAD EN EUROPA Y CALIFORNIA.....	28
4	ANÁLISIS COMPARATIVO Y RECOMENDACIONES	30
4.1	OBSERVACIONES	30
4.2	RECOMENDACIONES PARA LA INTEROPERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA DE VE PARA COLOMBIA.....	31
5	REFERENCIAS	36

1 Introducción

El gobierno colombiano tiene la fuerte ambición de promover el mercado de los vehículos eléctricos (VE) como parte de la meta de reducir las emisiones de CO2. Un ecosistema de infraestructura de carga que funcione bien es una parte crítica de este éxito. Dado que Colombia tiene un mercado abierto para el suministro de energía y servicios relacionados, considera la provisión de infraestructura de carga como un servicio impulsado por el mercado. Para facilitar esto, el Ministerio de Minas y Energía de Colombia publicó una regulación para la infraestructura de carga en 2021 con el fin de proporcionar orientación al mercado mediante la descripción de las funciones y responsabilidades, así como las normas mínimas.

Múltiples estudios y casos de referencia han demostrado que cualquier mercado abierto necesita un nivel de interoperabilidad, con el fin de funcionar de manera rentable y ofrecer productos y servicios centrados en el cliente.

Por lo tanto, el gobierno colombiano ha expresado su deseo de seguir investigando el tema de la interoperabilidad para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Damos las gracias al Banco Interamericano de Desarrollo, que ha sido generoso al patrocinar este proyecto.

Hay otros proyectos en marcha en la región en torno a la infraestructura de recarga de VE en los que está implicada la interoperabilidad, como por ejemplo un estudio realizado por Chile como parte de su trabajo en la COP25, y un proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sobre la interoperabilidad de la carga de VE para la región de América Latina y el Caribe. La intención es beneficiarse mutuamente del trabajo de cada uno y, cuando sea pertinente y posible, armonizar los esfuerzos y las recomendaciones. Por esta razón, durante el proyecto se llevarán a cabo discusiones entre estos proyectos para la alineación y el fortalecimiento de nuestra misión, y cuando sea posible se aprovecharán las sinergias. Esto está en consonancia con la visión ampliamente compartida de que los futuros conductores de VE quieren poder conducir y cargar en cualquier lugar y hacer uso de un servicio de carga sin fisuras: en las ciudades, entre ciudades y regiones, e incluso entre países.

Este informe analiza casos de referencia de la región de América Latina, Europa y California, que servirán de base para establecer recomendaciones en políticas de interoperabilidad de la infraestructura de carga.

Como resultado del análisis de los casos de interoperabilidad a nivel nacional e internacional, se presenta un resumen de los resultados y las recomendaciones, que puede ir más allá de lo que se puede plasmar en un reglamento, ya que representa los resultados de la fase de análisis.

Agradecimientos

Estoy muy agradecido por la productiva colaboración con el equipo del Ministerio y del BID, y valoro mucho su comprensión durante un periodo de distracción por asuntos personales. Han sido largas tardes con muchas entrevistas, pero el proceso ha dado como resultado una visión única del mercado colombiano de infraestructuras de carga y sus grandes posibilidades.

Muchas gracias Lised, Carolina, Carlos y Álvaro.

También estoy feliz con el gran apoyo del equipo del PNUMA, y las discusiones abiertas para fortalecer ambos proyectos, un agradecimiento especial a Juan Camilo Ramírez y Esteban Bermudez Forn.

2 Casos de referencia: América Latina y el Caribe

Para desarrollar aún más el sector de la movilidad eléctrica, la interoperabilidad ha demostrado ser un aspecto importante al observar otros sectores y considerar los desarrollos tecnológicos.

En este capítulo y en el siguiente se presentará la información de los casos de referencia que se han utilizado en esta investigación y para los cuales se ha realizado un análisis comparativo.

2.1 Metodología

La metodología de selección de los países, de recolección y evaluación de la información se ha desarrollado en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Además de la investigación documental, se ha elaborado un cuestionario centrado en cifras cuantitativas y en parámetros cualitativos como la configuración del mercado y los distintos niveles de interoperabilidad. Los consultores regionales del PNUMA han contribuido a la recopilación de esta información y el PNUMA ha sido coautor del resumen de casos de referencia. La metodología se describe con más detalle en el Anexo 3. En el informe del PNUMA [23] se presenta una visión completa de los casos de referencia para América Latina y el Caribe. Agradecemos este fructífero esfuerzo de colaboración que ha beneficiado tanto a este proyecto como al del PNUMA.

2.2 Situación actual en América Latina

La movilidad eléctrica es una de las medidas para que los países de América Latina alcancen sus objetivos climáticos: la electrificación del transporte tiene como resultado la aplicación de energías renovables en el sector del transporte, reduciendo así las emisiones de CO₂. La siguiente tabla muestra la penetración de los vehículos eléctricos en cada país y el desarrollo de la infraestructura de carga.

País	Población del país	Número total de automóviles	BEV	PHEV	Total VE	VE como % del total de vehículos	VE por cada 100 mil habitantes
Chile	19,116,209	5,591,145	713	284	997	0.018%	5
Colombia	51,049,498	6,608,782	3,901	2,278	6,179	0.10%	24
Costa Rica	5,047,561	834,245	1,435	80	1,515	0.20%	30
Republica Dominicana	10,500,000	3,409,080	2,300		2,300	0.07%	22
Ecuador	17,706,066	1,549,299	465		465	0.03%	3
Guatemala	14,901,286	64,456	17		17	0.03%	0.11
México	126,014,024	34,281,913	3,546	6,469	10,015	0.03%	8
Nicaragua	6,518,478	403,099	6	0	6	0.00%	0.09
Panamá	4,278,500	953,261	42	1818	1860	0.20%	43
Paraguay	7,133,000	1,335,591	98	296	394	0.03%	6
Uruguay	3,500,000	681,171	137		137	0.02%	4
El Salvador	6,453,553	1,259,038	37		37	0.003%	1

Tabla: Información general del mercado de vehículos eléctricos por país [23]

País	# de cargadores públicos normales (<=22kW)	# de cargadores públicos rápidos (>22kW)
Chile	261	37
Colombia	140	62
Costa Rica	30	34
Republica Dominicana	N/A	N/A
Ecuador	32	2
Guatemala	48	0
México	2100	
Nicaragua	0	0
Panamá	37	13
Paraguay	13	5

Uruguay	40	35
El Salvador	2	0

Tabla: Infraestructura pública de carga de VE por país [23]

En general, en los países latinoamericanos el número de vehículos eléctricos es sólo una pequeña parte del parque automotor del país. Además, el desarrollo de la infraestructura de carga está en sus primeras etapas. Sin embargo, los gobiernos están promoviendo el mercado de los vehículos eléctricos, el desarrollo de la infraestructura de carga, nuevos servicios y modelos de negocio a través de incentivos y reglamentación.

2.3 Interoperabilidad en América Latina

Para la evaluación de los casos de referencia en América Latina, se analizará la interoperabilidad desde sus diferentes niveles: hardware, comunicaciones, información, servicio y niveles de negocio.

La distinción entre niveles de interoperabilidad en nuestra evaluación no siempre puede coincidir fácilmente con la reglamentación, las normas o los acuerdos sectoriales que se han introducido: en ese caso, se ha optado por un enfoque pragmático.

A continuación, se presenta un resumen de las conclusiones para los países latinoamericanos en el alcance del estudio, basado en el cuestionario de niveles de interoperabilidad (véase el anexo 3). Las descripciones se han reutilizado en gran medida del estudio del PNUMA, con su autorización, ya que se recogen a través de los consultores regionales del PNUMA y/o en entrevistas con representantes de los países.

2.4 Colombia

2.4.1 Nivel de Negocio

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía (MME), junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte, trabajan en el desarrollo de políticas públicas que ayuden a promover la movilidad eléctrica en el país. En lo que respecta a la infraestructura de carga de VE, es el MME el responsable de hacerlo porque está vinculado al sector de la energía eléctrica.

Colombia tiene un mercado libre en torno a la venta de energía, y más específicamente a los servicios de carga de VE, el MME publicó en julio de 2021 la Resolución 40223 de 2021 que establece que cualquier persona natural o jurídica puede instalar, operar y mantener la infraestructura de carga de VE y prestar dichos servicios y debe ser considerada independiente del negocio de distribución y venta de energía. Esto establece un gran marco normativo para el desarrollo de nuevos modelos de negocio en torno a los servicios de carga de VE y la aparición de nuevos actores en el mercado.

Actualmente, son la mayoría de los operadores de redes regionales los que han dado un paso hacia la instalación de estaciones de carga de VE y la prestación de servicios de carga de VE, las principales empresas de servicios públicos que realizan estas actividades son Enel X, el Grupo EPM (que incluye a los operadores regionales EDEQ, CHEC y ESSA), y Celsia. Además, Terpel, que es un distribuidor de petróleo y gas, ha entrado en el mercado de la carga de vehículos eléctricos mediante la instalación de puntos de carga en sus estaciones de servicio.

2.4.2 Nivel servicio

La publicación de la Resolución 40223 de 2021 [24], establece que los precios de los servicios de carga de VE deben ser establecidos libremente por el CPO. Esto significa que cada CPO puede decidir si cobra por kWh, por tiempo o por cualquier otra unidad que considere conveniente para beneficiar su modelo de negocio. La Comisión Reguladora de Energía y Gas es la autoridad reguladora para el establecimiento de las tarifas, y según la misma Resolución, harán un seguimiento del desarrollo de los servicios de carga de VE en el país para seguir evaluando si es necesario establecer alguna condición mínima y tope tarifario para la prestación de los servicios de carga de VE.

Definen al prestador del servicio de carga de VE como una persona natural o jurídica que ofrece y presta el servicio de carga de vehículos eléctricos de batería y de vehículos eléctricos híbridos enchufables en estaciones de carga. El proveedor de servicios de carga es responsable de la construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de dichas estaciones de carga. Los servicios de carga de VE deben considerarse como un servicio de carga y no como un servicio público

de venta de energía. Cada proveedor de servicios de carga debe registrar sus puntos de carga en una plataforma que el gobierno proporcionará.

2.4.3 Nivel información

Tal y como establece la reciente reglamentación, el gobierno desarrollará una plataforma en la que todos los CPO deberán registrar sus puntos de carga y toda la información sobre dichos puntos de carga.

2.4.4 Nivel comunicaciones

No existe una reglamentación relativa a las comunicaciones, pero se suelen utilizar los protocolos de Internet 3G, 4G y TCP/IP para establecer la comunicación entre los puntos de carga y los sistemas de los CPO.

2.4.5 Nivel hardware

La Resolución 40223 establece en su artículo 4 que, como mínimo, cada nuevo punto de carga debe tener al menos un conector tipo 1 para la carga de CA y un conector CCS1 para la carga rápida de CC. Aunque este es el mínimo establecido, en Colombia existe una buena oferta de VE europeos y chinos y los operadores de puntos de carga ofrecen también conectores Schuko y Mennekes Tipo 2 para carga de CA y ChaDeMO y CCS2 para carga rápida en sus puntos de carga.

A continuación, se presenta un resumen de los conectores existentes en Colombia [25]

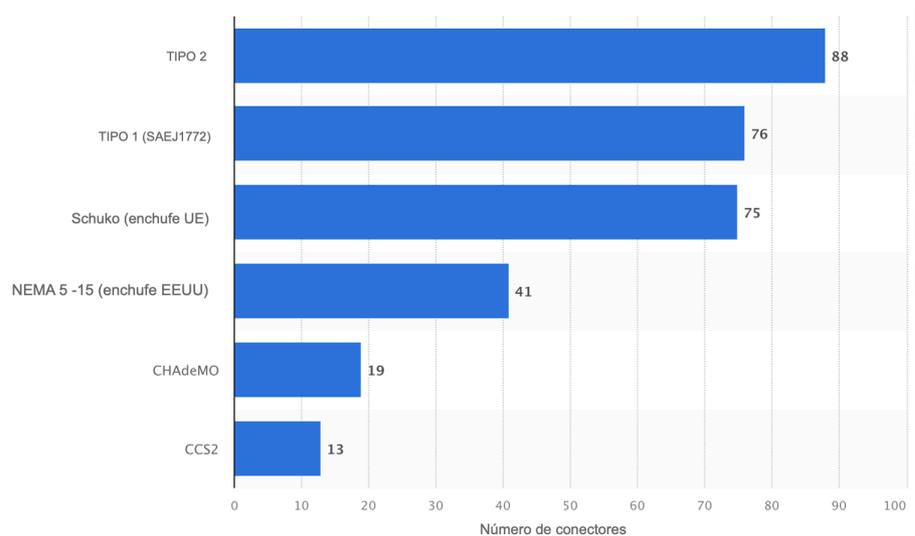


Figura: Número de conectores en estaciones de carga de vehículos eléctricos en Colombia a octubre de 2021 por tipo, Statista [25]

2.5 Uruguay

2.5.1 Nivel de negocio

En Uruguay el Ministerio de Industria, Energía y Minería central establece toda la política pública sobre movilidad eléctrica, incluyendo la infraestructura de carga, centrándose en los incentivos al VE y la normalización. El Ministerio también lidera los consejos públicos y privados sobre movilidad. Uruguay tiene una empresa estatal llamada Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) que es la principal y única CPO del país. El gobierno, junto con UTE, decide dónde y cómo desarrollar la infraestructura de carga en todo el país. Esto significa que hay poco o ningún espacio (o necesidad) para la aparición de nuevos actores o modelos de negocio además de los que UTE establece.

2.5.2 Nivel Servicio

Al igual que el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es desarrollado por UTE, la prestación de servicios y la fijación de precios también es establecida por UTE. Las opciones de facturación incluyen tarjetas RFID proporcionadas por UTE y cargos en la factura mensual de la

compañía eléctrica. UTE ha desarrollado una red nacional de carga llamada "Ruta Eléctrica", la cual proporciona una buena cobertura en todo el país. A menudo, los puntos de carga se instalan en estaciones de servicio estatales, propiedad de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Puertos (ANCAP). A lo largo de la Ruta Eléctrica, el objetivo del gobierno para 2023 es instalar otros 150 puntos de carga de CA y 12 puntos de carga rápida de CC en todo el país. El objetivo es tener al menos un punto de carga cada 50 kilómetros.

Como se ha mostrado anteriormente, las estaciones de carga para VE de la Ruta Eléctrica aparecen en servicios como *Google maps* donde los usuarios de VE pueden consultar las ubicaciones. Pero actualmente, una plataforma robusta recoge otro tipo de información para el público como la capacidad de potencia disponible o los tipos de conectores instalados en el punto de carga.

2.5.3 Nivel Información

El protocolo OCPP 1.6. es el utilizado entre las estaciones de carga y el sistema de gestión de UTE.

2.5.4 Nivel Comunicaciones

No existe ninguna reglamentación en cuanto a las comunicaciones, pero se suelen utilizar los protocolos de Internet 3G, 4G y TCP/IP para establecer la comunicación entre los puntos de carga y los sistemas de UTE.

2.5.5 Nivel Hardware

Alrededor de la Ruta Eléctrica hay 75 puntos de carga de CA que utilizan conectores tipo 2. Para la carga rápida de CC, los puntos de carga tienen una capacidad de potencia de 50 kW y ofrecen 1 conector CCS2 y 1 conector ChaDeMO.

Actualmente, no existe una reglamentación que establezca un conector mínimo estándar para los puntos de carga, pero para la carga rápida, el gobierno está trabajando en la reglamentación para establecer un conector mínimo que sea obligatorio para las estaciones de carga públicas. Se espera que sea CCS2.

2.6 México

2.6.1 Nivel de negocio

En México no existe una política nacional para las estaciones de carga de VE ni para los servicios de carga de VE, pero la adopción de vehículos eléctricos y el despliegue de infraestructura para VE es relevante si se compara con sus pares de la región. La venta al por menor de energía eléctrica en México puede ser realizada por actores estatales o privados, pero la definición o reglamentación de los servicios de carga de VE aún no se ha desarrollado.

La adopción del VE en México ha sido orgánica y el despliegue de la infraestructura de carga de VE ha sido desarrollado principalmente por los concesionarios de VE de fabricantes de equipos originales (OEM por sus siglas en inglés) como Tesla, Nissan, BMW, entre otros, para promover y comercializar sus propios vehículos. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es el único actor estatal que despliega infraestructura de carga. Recientemente, la CFE contrató a unas pequeñas empresas chinas para instalar 120 estaciones de carga a lo largo de las carreteras. Además, los gobiernos regionales y los municipios contratan el desarrollo de infraestructura pública de carga. Ante este escenario, en México la infraestructura de carga de vehículos eléctricos se utiliza más para promover la e-movilidad que para proporcionar un caso de negocio a los operadores o proveedores de servicios.

2.6.2 Nivel Servicio

Dado que los servicios públicos de carga de VE no han sido definidos ni regulados, la mayoría de los puntos de carga ofrecen carga gratuita y se utilizan para promover la venta y el uso de vehículos eléctricos.

2.6.3 Nivel Información

Como protocolo estándar, utilizado por los vendedores internacionales de hardware y software, el OCPI se utiliza en la actualidad y también el OCPP se utiliza como protocolo estándar entre la estación de carga y los sistemas de gestión del CPO.

2.6.4 Nivel Comunicaciones

No existe ninguna reglamentación sobre las comunicaciones, pero se suelen utilizar los protocolos de Internet 3G, 4G y TCP/IP para establecer la comunicación entre los puntos de carga y los sistemas de los CPO. Además, deben cumplir con la reglamentación de medición inteligente.

2.6.5 Nivel Hardware

Dado que la mayoría de los puntos de carga son instalados por los fabricantes de vehículos eléctricos, no hay normas ni condiciones típicas de hardware establecidas. Cada marca instala estaciones de carga con el conector que mejor se adapta a su propio VE. Las estaciones de carga o los puntos de carga de la CFE no proporcionan informes con un estándar mínimo o típico en uso.

2.7 Costa Rica

2.7.1 Nivel de Negocio

En cuanto a la construcción y puesta en marcha de los Puntos de Carga de VE (PC), ésta corresponde a los proveedores de servicios eléctricos, y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) tiene la obligación de asegurar la construcción y operación de los PC por parte de dichos operadores de red. Dado que la distribución y venta de energía en Costa Rica está concesionada, la reglamentación actual establece que sólo dichos distribuidores están autorizados a prestar servicios de carga de VE en las estaciones de carga de VE.

2.7.2 Nivel Servicio

En el nivel de servicio, en Costa Rica existe una reglamentación que define claramente las estaciones de carga bajo regulación para los servicios públicos de carga de VE prestados por las empresas distribuidoras de energía. La reglamentación N° 41642 del MINAE establece en sus definiciones, artículo 4, las estaciones de carga como: Estación de suministro de energía eléctrica para la recarga de las baterías de los vehículos eléctricos. Comprende el espacio de estacionamiento donde los usuarios pueden recargar sus automóviles y al menos un conector para recargar electricidad. Los centros de carga a efectos de esta reglamentación utilizarán el conector de carga rápida para el suministro de energía eléctrica.

Dado que estos servicios son prestados por las distribuidoras de energía, los usuarios de vehículos eléctricos pueden optar por que el consumo de estos servicios se cargue en su factura de electricidad, o bien pueden solicitar una factura aparte por dichos servicios.

La reglamentación también establece un mínimo de información y datos que deben ser recogidos en la plataforma nacional para ser consultados y utilizados por los distribuidores de energía que son los CPO, el MINAE y la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). La información mínima a registrar en la plataforma incluye a) potencia eléctrica demandada. b) consumo de energía. c) tiempo de carga. Los usuarios pueden consultar la ubicación, el estado y las tarifas de los puntos de carga en una plataforma online.

2.7.3 Nivel Información

Como Operador de Puntos de Carga (CPO), un distribuidor debe garantizar que los usuarios de VE puedan utilizar la red de servicios de carga de VE sobre un único mecanismo de afiliación que esté vinculado a una plataforma común y debe utilizar como estándar el Protocolo Abierto de Puntos de Carga (OCPP). Asimismo, los CPO deben acordar las unidades de facturación y los métodos de pago, que deben integrarse en la plataforma nacional. Esto lo está implementando actualmente el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que es el mayor proveedor de energía del país. Todo esto ha sido regulado por la reglamentación 41642 del MINAE.

2.7.4 Nivel Comunicaciones

No existe una reglamentación sobre las comunicaciones, pero se suelen utilizar los protocolos de Internet 3G, 4G y TCP/IP para establecer la comunicación entre los puntos de carga y los sistemas de los CPO.

2.7.5 Nivel Hardware

En el aspecto del hardware, en Costa Rica se han adoptado CCS1, ChaDeMo y GBT para la carga rápida (DC), y el conector Tipo 1 para la carga AC.

2.8 Chile

2.8.1 Nivel de Negocio

En Chile, la reglamentación y la legislación actuales permiten la participación abierta de diferentes actores, además de los distribuidores de energía eléctrica, para prestar servicios de carga de vehículos eléctricos y desarrollar nuevas infraestructuras. Esto permite la aparición de nuevos actores, con diversos modelos de negocio para la prestación de servicios de carga. El Ministerio de Energía es la institución gubernamental que establece las políticas públicas en materia de movilidad eléctrica y tiene la responsabilidad de reglamentar su desarrollo. La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) tiene la responsabilidad de desarrollar normas y estándares, a la vez que debe realizar el control y la vigilancia sobre el cumplimiento de la reglamentación.

Dado que Chile tiene un mercado abierto para los servicios de carga de vehículos eléctricos, los CPO están dentro de las ciudades o en las carreteras y van desde las típicas estaciones de servicio y compañías de combustible como Copec y ENEX hasta proveedores y distribuidores de energía como Engie, Enel X, Chilquinta, SAESA o CGE. Asimismo, los desarrolladores de hardware y OEM, así como los proveedores de servicios, incluyen a Engie, ABB, Siemens, IMELSA, STP, Punto solar, Thunder, Socor, Dartel, entre otros.

2.8.2 Nivel Servicio

En Chile, los servicios públicos de carga de vehículos eléctricos no han sido definidos oficialmente a través de la reglamentación, sin embargo, hay casi 300 cargadores públicos de vehículos eléctricos en el país, y la reglamentación permite un mercado abierto para proporcionar servicios de carga de vehículos eléctricos.

2.8.3 Nivel Información

El Ministerio de Energía lanzó una aplicación móvil llamada Ecocarga que recibe información de los CPO de sus puntos de carga acerca de su ubicación, capacidad de potencia, tipos de conectores, si es de CA o CC, entre otra información relevante. Esta información se comparte a través de Ecocarga a los usuarios de VE en Chile para que estén siempre informados sobre la existencia y las condiciones de la infraestructura pública de carga.

Chile ha adoptado los protocolos IEC 61851 e IEC 15118 para compartir información entre los vehículos y el punto de carga, así como el OCPP entre las estaciones de carga y el sistema de gestión del COP.

2.8.4 Nivel Comunicaciones

No existe ninguna reglamentación sobre las conexiones a utilizar entre las estaciones de carga y el back office del CPO. Cada proveedor de servicios elige entre los protocolos de Internet 3G, 4G y TCP/IP para establecer la comunicación entre los puntos de carga y sus sistemas de back-office.

2.8.5 Nivel Hardware

En Chile se ha adoptado un mínimo de al menos un CCS2 o una toma de corriente ChaDeMo por punto de carga a través de una norma técnica para la carga rápida en CC, aunque, además del requisito mínimo de un CCS2 o un conector ChaDeMo, también se permiten CCS1 y GBT.

Para la carga en CA, la norma establece que se debe disponer de al menos un conector tipo 2 por cargador. Se permiten conectores tipo 1 además del requisito mínimo de un conector tipo 2.

2.9 Beneficios de la interoperabilidad en América Latina

Se ha recogido información sobre los beneficios de la implementación de la interoperabilidad para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos a través de un cuestionario, diálogos e investigación documental. Sin embargo, se trata de un mercado joven con un número reducido de estaciones de carga y una estrategia impulsada por el gobierno.

2.9.1 Impacto económico y de mercado

Los casos de referencia demuestran una variedad de mercados venideros, donde los mercados pequeños como Costa Rica muestran un paso relativamente grande hacia la interoperabilidad y el

diseño del mercado abierto, mientras que el gran mercado de México está en gran medida sin regular con respecto a la infraestructura de carga. Esto hace que sea difícil abordar un impacto económico específico.

En general, la infraestructura de carga se considera una medida de apoyo para impulsar la transición hacia la movilidad eléctrica y la movilidad sostenible y hacer realidad las ambiciones climáticas, tal y como han iniciado todos los gobiernos y las ONG de la región, y como describe, por ejemplo, MOVELATAM [28].

El impacto económico forma parte de las iniciativas más amplias en este campo.

Asimismo, se espera un impacto económico positivo de la infraestructura de carga (interoperable) y de la movilidad eléctrica del ecoturismo, concretamente del ecoturismo sostenible. Se ha demostrado que esto tiene un impacto positivo [29], la infraestructura de carga interoperable es uno de los ingredientes para conseguirlo.

Donde se ha reglamentado la interoperabilidad en los casos de referencia descritos, esta se utiliza principalmente para la previsibilidad y la facilidad de uso de los conductores de vehículos eléctricos (hardware, información).

Debido a los bajos volúmenes, y a la falta de colaboración efectiva o de propuestas de servicios comerciales, las sesiones de carga a menudo se ofrecen de forma gratuita, no hay actualmente ningún impulso para que la interoperabilidad reduzca el coste de la operación o mejore los ingresos a través de un mayor alcance y más transacciones.

2.9.2 Impacto técnico

Los países de referencia muestran una diversidad de soluciones de hardware. Cada país parece requerir diferentes estándares de conectores (Estados Unidos, Europa, Japón), o una combinación de ellos, o ninguno. Esto puede funcionar bien dentro de un país, pero causará problemas en los viajes internacionales. Incluso dentro de un país, si no se imponen restricciones a los enchufes para los VE que entren en él, se necesitarán adaptadores.

En cuanto a los aspectos técnicos, relacionados con los niveles de comunicación e información, se siguen en gran medida las prácticas estándar de los proveedores (internacionales) de hardware y software, lo que demuestra que en algunos aspectos están surgiendo normas de mercado de facto (Una norma de facto es algo que se utiliza de forma tan generalizada que se considera una norma para una aplicación determinada, aunque no tenga carácter oficial). Los estándares de telecomunicaciones móviles y los estándares de Internet se están utilizando para conectar las estaciones de carga con el sistema de gestión, y el OCPP se utiliza casi en todas partes como protocolo de información entre la estación de carga y el sistema de gestión de CPO.

2.9.3 Impacto normativo

Parece haber un acuerdo general en que la reglamentación es útil a nivel de hardware (conectores) y a nivel de información/servicio (repositorio y registro central de datos). La información sobre la reglamentación de la interoperabilidad en torno a la información y los servicios no ha sido explícita en cuanto a los detalles, sobre todo en lo que se refiere a los modelos de datos que deben utilizarse y a la forma de definir la corrección, la integridad y la calidad de la información.

Además, se ha recibido poca información sobre la reglamentación de servicios como los métodos de pago, probablemente porque los cargadores siguen siendo a menudo de uso gratuito, o las redes de estaciones de carga están cerradas y dependen de los métodos de pago existentes: una factura mensual a través de una empresa de servicios públicos o un pago en efectivo en una gasolinera.

Es importante investigar el desarrollo de la reglamentación para temas adyacentes, como el despliegue de la medición inteligente y el desarrollo de un mercado energético abierto con un mercado de flexibilidad, en caso de que el sector de la movilidad eléctrica siga creciendo, ya que son pre-requisitos para el desarrollo de nuevos servicios como la carga inteligente, el vehículo a la red, la administración de la congestión de la red con el apoyo de vehículos eléctricos. Estos temas se consideran fuera del alcance de este informe.

3 Casos de referencia: Europa y California

Después de examinar los casos de referencia en América Latina, este capítulo examinará los casos de referencia en Europa y California. En Europa, se han seleccionado los Países Bajos, Alemania y Noruega como países de referencia, véase también el anexo 3.

3.1 Metodología y enfoque

La información se ha recopilado a partir de debates de investigación documental con expertos de los distintos países.

Dado que Europa ofrece un sólido marco normativo para todos los países de la Unión Europea, el enfoque de este capítulo ha sido tomar primero a Europa como caso de referencia y, posteriormente, añadir partes específicas de los respectivos países de referencia.

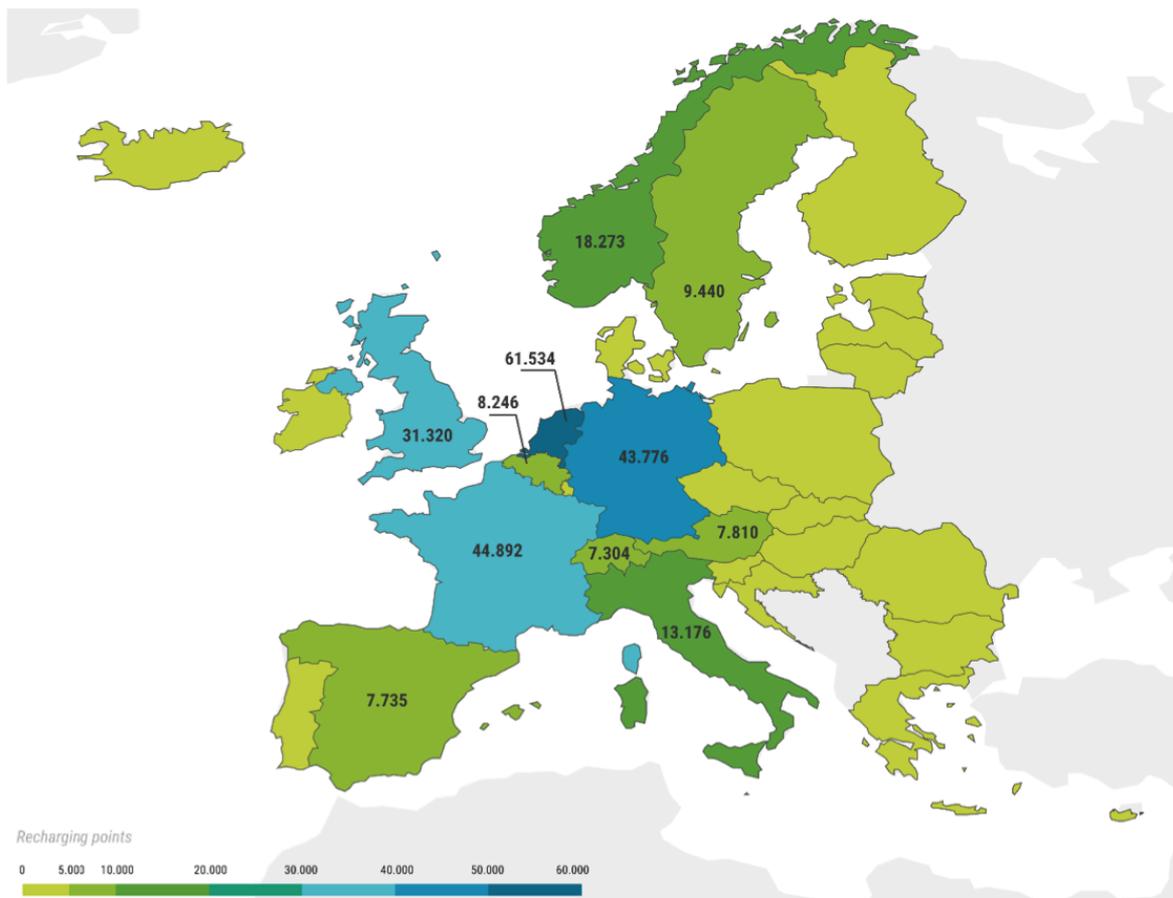
El estado de California se analizará por separado del contexto estadounidense, ya que tiene un nivel de autonomía suficiente para desarrollar la reglamentación de la infraestructura de carga de VE y la interoperabilidad.

3.2 Situación actual en Europa (casos de referencia)

En Europa, el despliegue organizado de una red de estaciones de carga comenzó alrededor de 2010. Desde entonces, el número de puntos de carga públicos ha pasado de 67.000 en 2015 a más de 271.000 en septiembre de 2020, aunque se concentran principalmente en unos pocos países líderes [31].

Número total de puntos de carga por país (septiembre 2020)

Normal (22kw) y rápido (>22kw) puntos de carga públicos (contados de acuerdo a AFID)



Created with LocalFocus

Source: [European Alternative Fuels Observatory](#)

Figura: cantidad total de puntos de carga públicos en Europa [31]

La UE ha fijado el objetivo de alcanzar un millón de puntos de carga de acceso público en 2025, con el fin de facilitar un mayor crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos y minimizar los obstáculos. Cada país tiene sus propios objetivos que se suman a la ambición europea, pero debido a la naturaleza innovadora de este sector, con fuertes mejoras tecnológicas en baterías y vehículos, cambios en la reglamentación e incentivos, y también la amenaza de obstáculos como la congestión de la red y los precios de las baterías, es difícil evaluar si el número de puntos de carga estimado es suficiente. Se realizan comprobaciones y actualizaciones periódicas para ajustar las previsiones a la evolución real.

Un indicador para medir si hay suficientes estaciones de carga es la cantidad de vehículos eléctricos por punto de carga público. En general, se considera que 10 VE por punto de carga es un objetivo adecuado (aunque esto depende de muchos otros indicadores, como la capacidad de las estaciones de carga, la cantidad de infraestructura de carga privada, etc.). A continuación, se muestra un panorama gráfico de la situación en la UE para 2020.

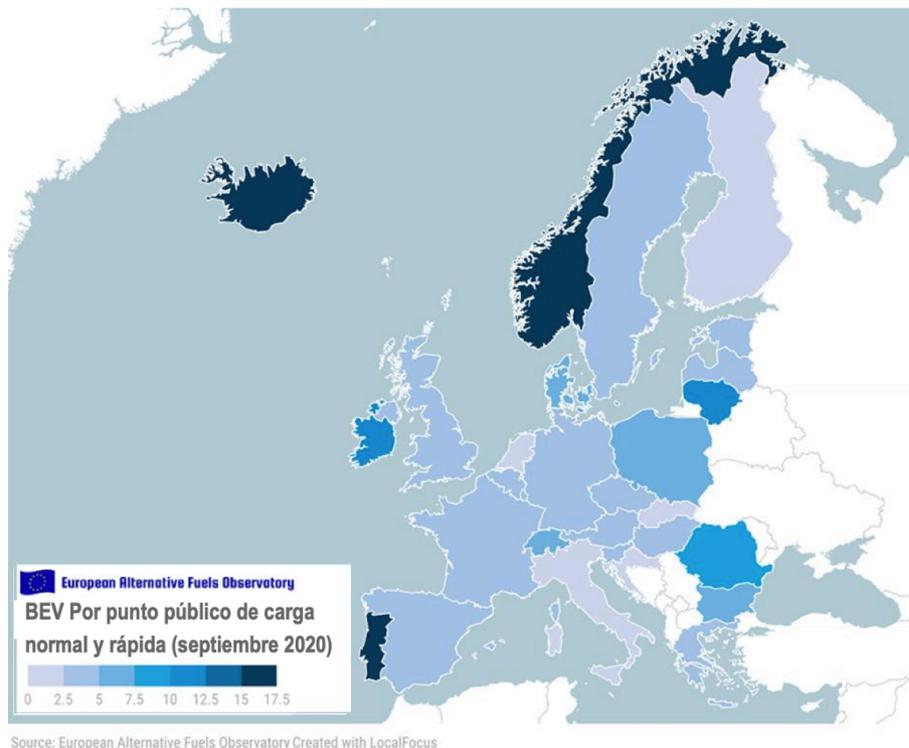


Figura: cantidad de vehículos eléctricos por punto de carga público (EAFO)[31]

A continuación, se ofrece un esquema de la incidencia de los vehículos eléctricos de batería (BEV) y los vehículos híbridos enchufables (PHEV) y el número de estaciones de carga en 2020 [8,9,9b]

País/región	Población del país	# Número total de automóviles	BEV	PHEV	Total VE	VE como % del total de vehículos	VE por cada 100 mil habitantes
Unión Europea	447,000,000	243,000,000	1,125,485	967,721	2,093,206	0,9%	468
Países Bajos	17,500,000	8,500,000	172,524	100,371	272,895	3,2%	1,559
Alemania	83,000,000	48,200,00	308,139	287,037	595,176	1,2%	717
Noruega	5,400,000	2,816,038	319,540	134,420	453,960	16,1%	8,407
California	39.600.000	39.600.000	366.702	366.702	366.702	4,2%	4,2%

Tabla: Información general del mercado de vehículos eléctricos en 2020 por país [8,9,9b]

País/región	# de cargadores públicos normales ($\leq 22\text{kW}$)	# de cargadores públicos rápidos ($> 22\text{kW}$)
Unión Europea	183,024	24,987
Países Bajos	64,236	2,429
Alemania	37,213	7,456
Noruega	13,547	5,172
California	67,435	6,009

Tabla: Infraestructura pública de carga de vehículos eléctricos por país [31]

En general, en la Unión Europea el número de vehículos eléctricos sigue siendo una pequeña parte del conjunto del parque de vehículos de pasajeros, con un 0,9%, pero está aumentando rápidamente. Los casos de referencia son los valores atípicos característicos de este tipo de casos. Noruega es un fuerte valor atípico con una incidencia de VE de más del 16% en 2020. Asimismo, los Países Bajos ocupan un lugar destacado en el desarrollo de la infraestructura de carga, ya que cuentan con un 1/3 de todos los cargadores públicos de Europa con sólo un 4% de la población total. Y 1/4 de todos los vehículos eléctricos de la Unión Europea se encuentran en Alemania.

3.3 Interoperabilidad en Europa

En la Unión Europea se ha adoptado una legislación que permite un mercado abierto para el suministro de energía, por lo que se requiere una separación legal entre la producción de electricidad, la transmisión y el suministro (al por menor). La separación entre estas funciones difiere según el país, por ejemplo.

- En los Países Bajos, la separación legal completa es efectiva desde el 2009: Las empresas de Transmisión y Distribución son de propiedad pública y están completamente separadas de las empresas de producción y suministro.
- En Alemania, Francia y algunos otros países, se ha realizado la separación legal y financiera, pero las empresas de distribución y transmisión pueden seguir formando parte de un consorcio, incluyendo los negocios de producción y suministro.

La definición original de una empresa de servicios públicos, propietaria de toda la cadena de valor, se divide ahora entre una empresa comercial, de propiedad privada, y una empresa de red no comercial, (a menudo) pública.

Esto ha demostrado ser relevante para el desarrollo de la infraestructura de carga como servicio, ya que desde el principio del despliegue de la infraestructura de carga ha habido una distinción de funciones y tareas que tienen responsabilidades separadas, pero que necesitan actuar conjuntamente en la cadena de valor de la carga de vehículos eléctricos para ofrecer los servicios de carga deseados.

Esta es una de las razones por las que en Europa se está debatiendo sobre la interoperabilidad de la infraestructura de carga desde que se inició el despliegue alrededor del año 2010, y ha dado como resultado el desarrollo temprano de protocolos interoperables, incluyendo protocolos de roaming, plataformas de roaming, etc.

En las siguientes secciones, se presentará una visión general de la reglamentación de la infraestructura de carga de VE en la Unión Europea por nivel de interoperabilidad. Además, se destacarán aspectos específicos por país.

3.3.1 Nivel de Negocio

En lo que respecta a la carga de vehículos eléctricos, la Comisión Europea ha establecido directrices para un mercado abierto de servicios de carga de vehículos eléctricos, aunque la aplicación de esta reglamentación difiere en cada país, entre otras cosas, por la configuración del mercado energético, el papel de los gestores de redes de distribución (DSO) a la hora de operar o facilitar la red de carga pública, y los intereses políticos y/o industriales.

Además de la reglamentación y para apoyar el despliegue, la Comisión Europea ha descrito recomendaciones para que las autoridades públicas implementen la infraestructura de carga de VE [ref]. Este manual contiene recomendaciones relacionadas, por ejemplo, con la interoperabilidad. Asimismo, la CE está trabajando en una reglamentación actualizada para establecer requisitos específicos para la carga de acceso público.

3.3.1.1 (AFID) Directiva sobre infraestructuras de combustibles alternativos (AFID)

En 2014, la Comisión Europea propuso una directiva sobre infraestructuras de combustibles alternativos (AFID por sus siglas en inglés) [34]. Este documento proporciona orientación para el despliegue de la infraestructura de carga.

En concreto, establece objetivos sobre la cantidad de vehículos eléctricos por punto de carga (10 por punto de carga), la cantidad de cargadores rápidos para la red principal de carreteras (RTE-T) (1 por cada 60 km) y exige que cada país desarrolle un marco político nacional y proporcione objetivos específicos o cálculos sobre la cantidad de infraestructura de carga. No se han fijado objetivos obligatorios.

Mientras tanto, se está llevando a cabo una revisión de la directiva, la cual se propone que sea una reglamentación (AFIR), por lo que es directamente aplicable en cada estado miembro como una norma [ref]. Esto se examinará más adelante.

3.3.1.2 Foro Estratégico del Transporte

La Comisión Europea (DG MOVE) ha fundado un Foro Estratégico del Transporte: un amplio organismo para asesorar en el desarrollo de nuevas directrices y reglamentaciones. Recientemente, se ha publicado un manual de recomendaciones para proporcionar más orientación sobre el despliegue de la infraestructura de carga, además de la directiva [9d, 9e]. Este documento recopila las mejores prácticas de los Estados miembros y proporciona información y argumentos valiosos para la reglamentación local y la adquisición de estaciones de carga mediante concesiones. Sin embargo, el documento no ha sido aprobado formalmente y no todas las recomendaciones se ajustan a las directrices nacionales.

En la actualidad, el STF ha creado varios grupos de trabajo y grupos operativos para seguir trabajando en la elaboración de directrices y aportar información para la reglamentación. Existen los siguientes grupos de trabajo y grupos operativos:

- enfoque común de datos
- normas y protocolos de comunicación de la e-movilidad
- mejores prácticas de las autoridades públicas para apoyar el despliegue de la infraestructura de carga

Los grupos de trabajo están actualmente en marcha y se espera que el resultado sea una contribución a la nueva reglamentación (AFIR). Otro resultado serán las recomendaciones y directrices para proporcionar orientación más allá del ámbito de la reglamentación europea.

3.3.1.3 Revisión de la AFID

En 2019 se llevó a cabo una revisión de la directiva AFID [37]. En concreto, en torno a la interoperabilidad para la infraestructura de carga de VE, se abordaron los siguientes puntos, que pueden considerarse útiles como lecciones aprendidas:

La Directiva tiene como objetivo establecer una infraestructura fácil de usar. Este objetivo sólo se ha logrado parcialmente. Los puntos débiles en la experiencia del usuario, específicamente en el área de la electromovilidad transfronteriza, pueden ser exitosos de la siguiente manera:

Es esencial un acceso fácil a la información sobre la ubicación y la disponibilidad de todos los puntos de carga y abastecimiento. Sin embargo, actualmente no siempre es así. Estos datos no están disponibles sistemáticamente en muchos Estados miembros. La calidad de los datos varía, lo que no siempre favorece el desarrollo de nuevos servicios integrales para los usuarios.

Aunque la Directiva exige precios transparentes, muchos usuarios siguen teniendo poca información sobre el precio final de una sesión de carga. Los precios no suelen estar claramente expuestos en los puntos de carga y a menudo tampoco son accesibles a través de las aplicaciones. Además, existen muchos componentes de precios diferentes, lo que dificulta la comparación de los precios para el usuario final.

La Directiva establece disposiciones sobre el pago ad hoc para garantizar que ningún usuario se quede varado debido a las dificultades de pago. Sin embargo, han surgido diferentes soluciones

digitales en los mercados. En toda Europa no existe un método de pago ad hoc sencillo y unificado (como el pago con tarjeta bancaria de crédito/débito). La carga por contrato no funciona de manera uniforme en toda la Unión, pues no todos los proveedores de servicios de electromovilidad o las plataformas de itinerancia ofrecen sus servicios en cada punto de carga. Cada vez son más las quejas de los consumidores sobre la falta de transparencia en los precios y la facilidad de uso de la infraestructura de carga, sobre todo en lo que respecta a los pagos, lo que se considera un obstáculo específicamente para facilitar los viajes largos.

3.3.1.4 AFIR (propuesta)

Como parte del paquete "Fit for 55" (Apto para 55), el 14 de julio de 2021 se presentó un concepto de reglamentación de la Infraestructura de Combustibles Alternativos (AFIR por sus siglas en inglés) [38], con la intención de sustituir a la actual AFID. Al ser un reglamento, éste será directamente aplicable a todos los países y no requerirá una reglamentación nacional (como es el caso de una directiva europea). Un objetivo explícito es "garantizar la plena interoperabilidad y facilidad de uso de la infraestructura".

En el AFIR se abordan los siguientes temas clave:

- Una nueva definición de infraestructura de carga de acceso público:
- "'Infraestructura de combustibles alternativos accesible al público', significa una infraestructura de combustibles alternativos que se encuentra en un lugar o local abierto al público en general, independientemente de que la infraestructura de combustibles alternativos esté situada en una propiedad pública o privada, de que se apliquen limitaciones o condiciones de acceso al lugar o local e independientemente de las condiciones de uso aplicables de la infraestructura de combustibles alternativos".
- Número mínimo y objetivos de capacidad para la infraestructura de acceso público para vehículos ligeros y pesados.
- Requisitos de pago para los puntos de carga <50kW y >50kW, transparencia de precios, el requisito de poder cargar siempre ad-hoc.
- Las normas para las especificaciones técnicas comunes y la interoperabilidad se establecerán mediante actos delegados (en el futuro).
- Requisitos de información al consumidor, símbolos gráficos estándar en los conectores.
- Obligación de designar una Organización de Registro de Identificación ("IDRO" por sus siglas en inglés) para emitir y gestionar las identificaciones de los operadores y proveedores de servicios.
- Requisitos de presentación de datos a los puntos de acceso nacionales.

Lo anterior proporciona una orientación interesante para este informe, aunque no se dispone de requisitos específicos de interoperabilidad: se desarrollarán en una fase posterior mediante actos delegados.

3.3.1.5 Directiva sobre sistemas inteligentes de transporte (ITS)

La Directiva sobre Sistemas de Transporte Inteligentes (STI por sus siglas en inglés) proporciona orientación para el desarrollo coordinado de los sistemas de transporte inteligentes, centrándose, por ejemplo, en la interoperabilidad de los servicios y los datos [39]. También contiene requisitos sobre la recopilación y el intercambio de metadatos de la infraestructura de carga disponible al público a través de los denominados Puntos de Acceso Nacionales.

Por lo tanto, esta directiva proporciona el marco para la recopilación de datos de la infraestructura de carga de forma interoperable. Aquí se puede encontrar una visión general de los Puntos de Acceso Nacionales por país [40], y la reglamentación específica para el Punto de Acceso Nacional con relación a la oferta de servicios de información de tráfico en tiempo real en toda la UE (para la infraestructura de carga)

3.3.1.6 IDACS

La implementación de los Puntos de Acceso Nacionales para la recopilación de información de la infraestructura de carga no avanzó como se requería. Por lo tanto, en 2019, se puso en marcha una acción de apoyo al programa (PSA por sus siglas en inglés) "Recolección de datos relacionados con los puntos de carga/abastecimiento de combustible alternativo y los códigos de identificación únicos relacionados con los actores de la e-Movilidad". El consorcio de 15 estados miembros para realizarlo, coordinado por los Países Bajos, se denominó IDACS por sus siglas en inglés, o "ID and Data Collection for Sustainable fuels in Europe". Identificación y recopilación de datos para combustibles sostenibles en Europa.

IDACS cumple el requisito de recopilar datos relacionados con las infraestructuras de combustibles alternativos (puntos de carga eléctrica y estaciones de abastecimiento de hidrógeno) y, por lo tanto, de ofrecer una mejor información sobre la ubicación y la disponibilidad de esta infraestructura. Esto se ajusta al requisito de recopilación de datos a través de los puntos de acceso nacionales (NAP), tal y como se define en la directiva 2010/40/UE sobre el marco para el despliegue de sistemas de transporte inteligentes. [ref]

3.3.1.7 EPBD

La infraestructura de carga privada en edificios residenciales y no residenciales se abordará en la revisión de la Directriz de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD por sus siglas en inglés) [44]. Es importante tener en cuenta la carga privada, ya que ha demostrado tener un impacto en la necesidad de la carga pública. Además, la cantidad de VE estacionados en un edificio residencial o de oficinas puede contribuir significativamente a la gestión de la capacidad de la red en el futuro, al utilizarse como una instalación flexible de almacenamiento de energía mediante la carga inteligente y las capacidades de conexión a la red.

Por último, las medidas proactivas para la infraestructura de carga durante la construcción conducen a un menor costo cuando se instalen los cargadores reales.

La EPBD establece que, a partir de enero de 2025 [44]:

- Para los edificios no residenciales (oficinas) nuevos y renovados con más de 10 espacios de estacionamiento, deberá implementarse al menos una estación de carga. Además, se debe preparar la infraestructura de carga (conductos, etc.) para al menos uno de cada cinco espacios de estacionamiento.
- Para todos los edificios no residenciales con más de 20 espacios de estacionamiento, debe haber una cantidad mínima de infraestructura de carga.
- Para los edificios residenciales nuevos y renovados con más de 10 espacios de estacionamiento, los preparativos para la infraestructura de carga (conductos, etc.) para todos los espacios de estacionamiento, tienen que incluirse en el alcance de los trabajos. Se aplicarán medidas para hacer frente a cualquier barrera reglamentaria, tales como los procedimientos de autorización y aprobación. También se abordarán obstáculos como las barreras administrativas y las divisiones de incentivos para simplificar el despliegue de la infraestructura de carga para los propietarios individuales en su lugar de estacionamiento, por ejemplo, en los estacionamientos de los edificios residenciales. La CE desarrollará un indicador de preparación inteligente, que tendrá en cuenta características como los contadores inteligentes, los sistemas de automatización y control de edificios, los puntos de carga para vehículos eléctricos, el almacenamiento de energía y las funcionalidades detalladas y la interoperabilidad de esas características, así como los beneficios para las condiciones climáticas interiores, la eficiencia energética, los niveles de rendimiento y la flexibilidad habilitada.

Para nuestra labor de interoperabilidad, es importante entender que la infraestructura de carga interoperable también puede, hasta cierto punto, extenderse a la carga privada (hogar u oficina). Además, la interoperabilidad interesa a un sistema de gestión de la energía que conecte sin problemas una estación de carga con otros componentes de una red energética local.

3.3.2 Nivel servicios

3.3.2.1 Etiquetado de los combustibles y comparación de sus precios

En relación con la interoperabilidad a nivel de hardware y servicios, está el requisito de etiquetado de combustibles de la Directiva AFID que establece que "los Estados miembros deberán garantizar que se proporcione a los consumidores información pertinente, coherente y clara sobre la compatibilidad de sus vehículos con los combustibles comercializados." [34]. Desde marzo de 2021, estos requisitos de etiquetado entraron en vigor [45].

Asimismo, en lo que respecta a una correcta comparación de precios de los combustibles entre distintos proveedores, y también como comparación entre distintos combustibles, el Reglamento de Ejecución (UE) 2018/732 (2018) de la Comisión ha promulgado una metodología común para la comparación de precios unitarios de los combustibles alternativos.

Según esta metodología, los precios de los combustibles se expresan como montos de moneda aplicable por 100 km. La visualización de la comparación de los precios de los combustibles en las estaciones de servicio debe basarse en muestras transparentes de vehículos de pasajeros que sean comparables, al menos teniendo en cuenta su peso y su potencia.

Lo anterior está relacionado con la interoperabilidad, ya que da lugar a un etiquetado y una comparación de precios uniformes para los conductores de VE, mejorando así la transparencia y permitiendo a los conductores de VE elegir por sí mismos.

3.3.3 Nivel información

3.3.3.1 Punto de acceso nacional

Como se describe en [41], el requisito de interoperabilidad para el suministro de datos al Punto de Acceso Nacional es que se utilicen las normas DATEX II e ISO:

"Con el fin de desarrollar una prestación armonizada y sin interrupciones de los servicios de información sobre el tráfico en tiempo real, los Estados miembros deben basarse en las soluciones y estándares técnicos existentes, proporcionados por las organizaciones de estandarización internacionales y europeas, tales como DATEX II (CEN/TS 16157 y versiones actualizadas posteriormente) y las normas ISO. En el caso de los tipos de datos para los que no se dispone de un formato estandarizado, se deberá animar a los Estados miembros y a las partes interesadas a cooperar para llegar a un acuerdo sobre la definición de los datos, el formato de los mismos y los metadatos."

"Con el fin de facilitar la prestación de servicios compatibles, interoperables y continuos de información sobre el tráfico en tiempo real en toda la Unión, las autoridades viales y los operadores de carreteras deberán proporcionar los datos dinámicos sobre el estado de las carreteras que recojan y actualicen de conformidad con el artículo 9 en formato DATEX II (CEN/TS 16157 y versiones actualizadas posteriormente) o en cualquier formato legible por máquina plenamente compatible e interoperable con DATEX II."

No se proporcionó ninguna información sobre el modelo de datos real que debe utilizarse, los requisitos específicos de sintaxis o los requisitos de calidad. En el proyecto IDACS se han presentado propuestas, pero esto se dejó en gran medida en manos de los propios países.

3.3.3.2 Protocolos de información

La Comisión Europea no establece protocolos de información específicos. En el manual de recomendaciones [35][36], se menciona explícitamente que "la interoperabilidad del software no es estrictamente necesaria para ofrecer una experiencia de carga sin interrupciones al conductor del VE. Por lo tanto, es importante entender la diferencia entre la carga ad hoc y la carga por contrato".

Así pues, la posición es que la carga ad hoc (sin suscripción) es una condición adecuada para proporcionar acceso a cada cargador a todos los conductores.

Además, se ha argumentado que los protocolos de información no son (todavía) una norma ISO: establecer normas no ISO influirá en el funcionamiento del mercado.

Numerosas partes interesadas han argumentado en contra de esto, por lo que es un punto de debate para la nueva reglamentación de la AFIR. Los principales argumentos para establecer protocolos de información y facilitar más las suscripciones es que los protocolos en cuestión son maduros, y el intercambio de información que los acompaña será crucial para la carga inteligente, la gestión de la congestión de la red y la prestación de servicios avanzados al usuario: todo esto no será posible si la mayoría de los usuarios confía en la carga (anónima) ad hoc.

3.3.4 Nivel comunicación

La Comisión Europea no establece requisitos específicos para la conexión. El requisito de conexión está implícito con el requisito de proporcionar información en tiempo real sobre las estaciones de carga de acuerdo con la directiva ITS.

3.3.5 Nivel hardware

La Directiva sobre Infraestructuras de Combustibles Alternativos (AFID por sus siglas en inglés) exige actualmente que todos los puntos de carga estén equipados, a efectos de interoperabilidad, con al menos tomas de corriente o conectores de vehículo tipo 2 (para puntos de carga de CA) y conectores del sistema de carga combinada, CCS/Combo 2 (para puntos de carga de CC). La figura siguiente ofrece una descripción gráfica de estos requisitos [46]



Figura: requisitos de los conectores en la UE (CharIN) [46]

3.3.5.1 Etiquetado de combustible y comparación de su precio

En relación con la interoperabilidad a nivel de hardware y servicios, está el requisito de etiquetado de combustibles establecido por la Directiva AFID para los 27 países miembros, que establece que "los Estados miembros velarán por que se facilite a los consumidores información pertinente, coherente y clara sobre la compatibilidad de sus vehículos con los combustibles comercializados." [34]: esto debería reducir la complejidad de las abreviaturas y la terminología, y proporcionar una experiencia de usuario más sencilla.

Desde marzo de 2021, los requisitos de etiquetado entraron en vigor [45].

IDENTIFICADORES DE CARGA CON CA				IDENTIFICADORES DE CARGA CON CC			
CONFIGURACIÓN	TIPO DE ACCESORIO	RANGO DE TENSIÓN	IDENTIFICADOR	CONFIGURACIÓN	TIPO DE ACCESORIO	RANGO DE TENSIÓN	IDENTIFICADOR
	Enchufe de casa, toma de corriente de casa; Enchufe y toma de corriente industriales		Sin expresión gráfica				
TIPO 1	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	≤ 250 V RMS (valor eficaz)		FF	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	
TIPO 2	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	≤ 480 V RMS (valor eficaz)				200 – 920 V	
TIPO 2	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)		AA	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	
TIPO 3-A	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)				200 V – 920 V	
TIPO 3-C	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)		TIPO 2	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	

Figura: Etiquetado de los vehículos de carretera recargables eléctricamente y de la infraestructura de carga [45]

3.4 Países Bajos

3.4.1 Nivel de Negocio

En los Países Bajos, la reglamentación específica sobre la carga de VE es limitada. Las condiciones del mercado en los Países Bajos se derivan de la reglamentación existente para el sector de la electricidad y sigue la reglamentación específica sobre la infraestructura de carga de VE establecida por la Comisión Europea. Las directivas AFID y ITS se consideran pioneras, y la mayoría de los requisitos están cubiertos por la reglamentación existente o han sido organizados por organizaciones del sector, como e-Violin, la Plataforma de Conocimiento de los Países Bajos para la Infraestructura de Carga (NKL por sus siglas en inglés), o Elaad.

En cuanto al diseño del mercado: los DSO proporcionan la conexión a la red (pública), todas las demás responsabilidades las asumen los agentes del mercado. Los gobiernos regionales y locales organizan la instalación de estaciones de carga pública contratando a los agentes del mercado, ya sea mediante la organización de una concesión o a través de un modelo de permisos. Por lo tanto, los requisitos de interoperabilidad se describen en su mayoría en los acuerdos contractuales con los CPO comerciales, siguiendo las directrices de las organizaciones del sector.

Las estaciones de carga en los Países Bajos (públicas y privadas) son gestionadas por aproximadamente 25 operadores de puntos de carga (CPO) [47] y son accesibles para los conductores de vehículos eléctricos que utilizan una tarjeta de carga de uno de los 74 diferentes

proveedores de servicios de movilidad (MSP). El tipo de contratos y el intercambio de información entre el CPO y el MSP difiere según el acuerdo: ya sea una relación directa, a través de una plataforma de roaming, o a través de los llamados agregadores, que gestionan la administración y las actividades operativas en nombre de los proveedores de servicios más pequeños.

3.4.1.1 *eViolin*

En 2012 se fundó la organización sectorial eViolin, que organiza todos los CPO y MSP activos en los Países Bajos [47]. El objetivo original era proporcionar un registro de empresas y estaciones de carga que participan en la carga de vehículos eléctricos (IDRO: oficina de registro de identificación), y organizar la itinerancia (roaming) mediante la creación de un "registro de interoperabilidad" (CIR), que fue sustituido posteriormente por el requisito de utilizar OCPI y una plataforma de itinerancia (roaming) opcional. En años posteriores, se ha desarrollado un Código de Conducta para describir estos y otros requisitos adicionales impulsados por el sector, como la medición, la itinerancia (roaming), la transparencia de precios, etc. [48].

3.4.1.2 *Plataforma de Conocimiento de los Países Bajos para la Infraestructura de Carga (NKL)*

En 2014, se fundó la Plataforma de Conocimiento de los Países Bajos para la Infraestructura de Carga (NKL) [50]. NKL es una fundación y una plataforma independiente, cuyo objetivo principal es desarrollar un caso de negocio positivo para la infraestructura de carga de acceso público. Las partes interesadas son gobiernos públicos, operadores de red, instituciones de enseñanza y empresas.

Los proyectos de NKL abarcan desde las directrices políticas y los requisitos de las estaciones de carga hasta la creación de capacidades y la difusión de conocimientos.

La interoperabilidad es un elemento central en este trabajo, algunos ejemplos:

- NKL gestiona el protocolo abierto de itinerancia interoperable OCPI desde 2015 a petición de los desarrolladores originales del protocolo y ha apoyado activamente el crecimiento hasta convertirse en un protocolo ya maduro. NKL inició la Fundación EVRoaming [9] en 2020 como la organización de gestión formal de OCPI, y actualmente forma parte del comité directivo.
- NKL establece los requisitos de interoperabilidad para las estaciones de carga en sus Normas Uniformes para Estaciones de Carga [51], que proporcionan requisitos estandarizados cuando se contrata a un CPO para la instalación y operación de la infraestructura de carga.
- NKL ha desarrollado una herramienta de flujo de trabajo uniforme para que los gobiernos locales gestionen el proceso de instalación de la infraestructura pública de carga.
- NKL preside el Grupo de Trabajo de Protocolos Abiertos, Datos y Mercados de la Agenda Nacional de Carga.

3.4.1.3 *Elaad*

Elaad es el centro de conocimiento de los operadores de red, que existe desde 2009, y es una fuerza impulsora de la infraestructura de carga interoperable en los Países Bajos y en todo el mundo [52].

Elaad ha coordinado el desarrollo del protocolo OCPP, así como el Protocolo Abierto de Carga Inteligente (OSCP por sus siglas en inglés) que es menos conocido; y ha sido cofundador de la Alianza de Carga Abierta como organización gestora de estos protocolos. Estas organizaciones se han centrado en la carga inteligente desde el principio como una medida eficaz para evitar la congestión de la red cuando la electrificación alcanza un gran número, y la interoperabilidad es el núcleo de su trabajo, ya que sirve para la aplicación más eficaz de los fondos públicos para las conexiones a la red de las estaciones de carga y su conexión con las redes de energía inteligentes.

3.4.1.4 *Agenda nacional de carga*

Para llevar a cabo los ambiciosos planes de despliegue de la infraestructura de carga, se ha desarrollado una Agenda Nacional de Carga que proporciona una visión general de las actividades de las partes interesadas públicas y privadas [53]. Un comité de dirección se encarga de la supervisión, mientras que 6 regiones se centran en el despliegue de estaciones de carga en su entorno: la organización de un marco político para cada municipio, la organización de concesiones o modelos de permisos para la contratación de los CPO y el desarrollo de capacidades. Además, se han establecido grupos de trabajo para debatir temas destacados y desarrollar más directrices o nuevos enfoques sobre la infraestructura de carga. Los grupos de trabajo son los siguientes:

- Aceleración del despliegue
- Carga inteligente
- Protocolos abiertos, datos y mercados
- Seguridad
- Logística.

3.4.2 Nivel servicio e información

Para los servicios como la carga ad-hoc, las suscripciones, la tarificación, el pago y la itinerancia, son las directivas europeas las que lideran. No se ha añadido ninguna reglamentación específica para el contexto holandés, aparte de la reglamentación que interpreta la normativa europea (ITS) para los Puntos de Acceso Nacionales al contexto local [54], ver a continuación.

3.4.2.1 Punto de acceso nacional

Recientemente, se ha introducido una reglamentación en los Países Bajos para hacer cumplir la recolección de metadatos estáticos y dinámicos para las estaciones de carga de acceso público, en línea con la reglamentación europea y en consonancia con el proyecto IDACS que se describió anteriormente [54]. Se siguen los requisitos europeos, pero se ha añadido información específica para el contexto normativo holandés. Además, con esta reglamentación se ha enfatizado la importancia del requisito de recolección y acceso a los datos.

3.4.2.2 Protocolos de información

Los protocolos de información interoperables OCPP y OCPI se establecen en el Código de Conducta de la organización del sector e-Violin [48]. El OCPP es el protocolo estándar entre las estaciones de carga y el back office del CPO, para asegurar un intercambio de información uniforme entre estos objetos y asegurar que las estaciones de carga no tienen un bloqueo (lock-in) con un operador específico.

OCPI se ha establecido como el protocolo de itinerancia de elección, y cada actor (CPO, MSP) está obligado a tener al menos instalado OCPI y utilizarlo para facilitar las transacciones de itinerancia, ya sea a través de una conexión directa (peer-to-peer) o a través de una plataforma de itinerancia o de otra manera.

3.4.3 Nivel comunicación y hardware

Las directivas europeas se consideran pioneras. La organización sectorial e-Violin ha descrito directrices específicas para las transacciones de información, como la sintaxis de un registro de datos de carga, que permiten una interoperabilidad sin interrupciones [49].

3.5 Alemania

3.5.1 Nivel de Negocio

Alemania tiene un mercado abierto de servicios energéticos. Sin embargo, la configuración es compleja, con 4 operadores de sistemas de transmisión y muchos (más de 1000) servicios públicos regionales (Stadtwerke). Las empresas regionales son propiedad mayoritaria de un municipio. La generación y el suministro al por menor están totalmente liberados, y las empresas comerciales compiten con las empresas de servicios públicos regionales por los clientes [55].

Para la carga de VE, cada empresa regional y las principales empresas de servicios públicos de Alemania (Innogy, Eon, EnBW, etc.) pueden tener su propia oferta de infraestructura de carga para un cliente privado o para una instalación pública.

La industria del automóvil (OEM) tiene un gran interés en la infraestructura de carga, dado que el compromiso de reducir los niveles de CO2 ha cambiado su modelo de negocio. La infraestructura de carga se considera un servicio integral de la oferta de VE y un medio para mantener el compromiso con el conductor. Se observa una amplia participación de los fabricantes de equipos originales (OEM) en la infraestructura de carga. Algunos ejemplos son:

- Los principales OEM ofrecen sus propias soluciones de carga para uso privado y empresarial.
- La fundación de una plataforma de itinerancia para vehículos eléctricos, Hubject (entre sus accionistas se encuentran BMW, Bosch, Daimler, EnBW, Innogy, Siemens y el Grupo Volkswagen).
- La fundación de una empresa de carga de corriente continua Ionity (BMW, Mercedes Benz, Ford, Hyundai, Grupo Volkswagen)
- Volkswagen y otros fabricantes de equipos originales comienzan con su propia empresa de servicios de movilidad, que a veces incluye la venta de electricidad (por ejemplo, Volkswagen Elli).

El mercado de la infraestructura de carga está desarrollando muchos modelos de negocio híbridos, cruzando los límites de los sectores "tradicionales" de la electricidad y la industria del automóvil, así como otros sectores. Esto se incrementará con el desarrollo de la carga inteligente y la conexión a la red, aprovechando la capacidad de almacenamiento flexible de la batería del vehículo eléctrico.

Para el tema de la interoperabilidad, esta nueva dinámica es un punto de atención: muchas partes interesadas están deseosas de seguir desarrollando infraestructuras de carga interoperables, las cuales no están necesariamente alineadas.

En 2016, se puso en marcha un programa gubernamental de movilidad eléctrica para aplicar las directivas europeas [58].

3.5.1.1 Reglamentación de las estaciones de carga (*Ladesäulenverordnung*)

La reglamentación sobre las estaciones de carga alemana *Ladesäulenverordnung* ("LSV")- incorpora la Directiva europea sobre el desarrollo de infraestructuras para combustibles alternativos a la legislación nacional (Directiva de la UE 2014/94/UE) [56][57][58]. En consonancia con la Directiva, la LSV regula los requisitos técnicos mínimos para la construcción y el funcionamiento seguros e interoperables de los puntos de carga de acceso público, así como otras cuestiones relacionadas, como la autenticación del uso y el pago.

En virtud de la LSV, todos los operadores de estaciones de carga están obligados a ofrecer a todos los usuarios de vehículos eléctricos la posibilidad de realizar una carga ad hoc al margen de una relación permanente con el cliente. El pago en efectivo, el pago en línea o las tarjetas de débito/crédito deben ser opciones disponibles si la carga no es gratuita.

La LSV también exige que la construcción y el desmantelamiento de las estaciones de carga públicas se notifiquen a la Agencia Federal de Redes alemana (*Bnetzagentur - Bnetza*). En el caso de las estaciones de carga rápida, también debe demostrarse el cumplimiento de los requisitos técnicos estipulados en la LSV. La LSV no se aplica a las estaciones de carga que sólo son de acceso privado.

3.5.2 Nivel servicio e información

La mayoría de los requisitos de interoperabilidad para los servicios y la información siguen las directivas europeas.

3.5.2.1 Itinerancia (*Roaming*)

La itinerancia para los vehículos eléctricos se desarrolló desde 2010. Debido a la dispersión del panorama energético y al gran interés de los fabricantes de automóviles en los servicios de infraestructura de carga, han surgido dos plataformas de itinerancia: *Huject* y *eclearing* [15][16].

Ambas plataformas de itinerancia ofrecen servicios de itinerancia, utilizando su propio protocolo (*OICP* y *OCHP*, respectivamente). Se puede encontrar más información sobre las funciones, capacidades y comparaciones aquí [9], pero es importante señalar que estos protocolos son propiedad de estas plataformas específicas de itinerancia y están destinados a ellas mismas.

3.5.3 Nivel comunicación y hardware

Además de las directivas europeas, Alemania ha desarrollado una reglamentación para la calibración de la medición de las estaciones de carga.

3.5.3.1 Calibración

En Alemania, una reglamentación importante para la infraestructura de carga en relación con la medición es la ley de calibración ("*eichrecht*"). Contiene varias reglamentaciones alemanas que deben tenerse en cuenta en relación con la infraestructura de carga [25, 25b]. En la siguiente tabla se ofrece una visión general.

Reglamentación	Explicación
Ley de pesos y medidas (o ley de calibración)	La ley de pesos y medidas (en alemán: Mess- Und Eichgesetz - MessEG o ley de calibración) sienta las bases para "la comercialización y puesta a disposición en el mercado de instrumentos de medida su uso y calibración". Establece los requisitos que deben cumplir los instrumentos de medida para estar a la altura de los resultados de medición dentro de la legislación alemana
Reglamentación de pesos y medidas (o Reglamento de calibración) <i>Hasta febrero de 2007 conocida como ordenanza de calibración</i>	Las disposiciones para los contadores de consumo (contadores de agua, gas, electricidad, etc.) se regulan en el Reglamento de Pesos y Medidas (o Reglamento de Calibración), así como las directrices asociadas para realizar estas calibraciones. La reglamentación de pesos y medidas es el "Reglamento sobre la comercialización y puesta a disposición en el mercado de instrumentos de medida, así como sobre su utilización y calibración" (alemán: Mess- und Eichverordnung - MessEV)
Reglamentación sobre la indicación del precio	La reglamentación determina cómo debe indicarse el precio de la oferta de bienes o servicios en relación con el consumidor final. La finalidad de la reglamentación sobre indicación de precios es garantizar la veracidad y la claridad de los precios de los bienes o servicios ofrecidos. La reglamentación sobre la indicación de precios está en vigor desde 1985, con modificaciones transitorias.

Tabla: resumen de la Ley de Calibración alemana para los puntos de carga [56]

Su objetivo es proteger al cliente, asegurando que cada transacción de carga es correcta cuando se mide en kWh o en tiempo. Si una empresa no cumple esta reglamentación, la transacción debe facturarse como una tarifa de transacción, o ofrecerse gratuitamente.

Los componentes mínimos de un registro de datos son (fuente PTB):

- Magnitud de medida: por ejemplo, valor de inicio y fin del contador o diferencia
- Unidad de medida
- Sello de tiempo
- Identificación única del sistema de carga (por ejemplo, EVSE-ID o Meter-ID)
- Identificación del consumidor (por ejemplo, EMAID, Session-ID, UID, RFID)
- Firma criptográfica de todo el conjunto de datos.

En la práctica, esta reglamentación (estricta) ha provocado un retraso en la implantación de los cargadores de CA: todos los fabricantes han tenido que desarrollar un dispositivo de medición compatible, lo que ha llevado tiempo. En el caso de la carga de CC, todavía no se dispone de un dispositivo de medición adecuado.

Se espera que la introducción de la norma ISO15118, como nuevo protocolo de comunicación entre el vehículo y la estación de carga, resuelva este problema, pero este protocolo tardará algunos años en ser ampliamente adoptado.

3.6 Noruega

Noruega es líder en movilidad eléctrica: empezaron pronto a promover los VE y han prohibido la venta de vehículos de combustión a partir de 2025. Sin embargo, parece posible que en 2022 ya alcancen el 100% de las ventas de VE. [59]

3.6.1 Nivel de Negocio

Este desarrollo está impulsado sobre todo por fuertes incentivos (financieros), como el 0% de IVA para los VE hasta 2023, y la "regla del 50%" (para todos los peajes y tarifas de estacionamiento, los VE no pagan más del 50% de las tarifas que pagan los automóviles de combustible fósil). Además, los vehículos de combustible fósil han sido gravados con más impuestos, de acuerdo con el principio de "quien contamina paga".

Los incentivos noruegos para VE:

- No hay impuestos de compra/importación (1990-)
- Exención del 25% del IVA en la compra (2001-)
- Sin impuesto anual de circulación (1996-2021). Impuesto reducido a partir de 2021. Impuesto completo a partir de 2022.
- Sin tasas en las autopistas de peaje ni en los ferris (1997- 2017).
- Máximo del 50% del importe total de las tarifas de los ferris para los vehículos eléctricos (2018-)
- Máximo 50% del importe total en las autopistas de peaje (2019)
- Estacionamiento municipal gratuito (1999- 2017)
- Se introdujo una tasa de estacionamiento para vehículos eléctricos a nivel local con un límite máximo del 50% del precio total (2018-)
- Acceso a los carriles para autobuses (2005-).

- Las nuevas normas permiten a las autoridades locales limitar el acceso para incluir solo a los VE que transporten uno o más pasajeros (2016)
- Reducción del 50 % del impuesto sobre vehículos de empresa (2000-2018). Reducción del impuesto sobre vehículos de empresa al 40% (2018-) y al 20% a partir de 2022.
- Exención del 25% del IVA en el leasing (2015)
- Compensación fiscal por el achatarramiento de furgonetas fósiles al convertirlas en furgonetas de cero emisiones (2018)

Figura: descripción de los incentivos para VE en Noruega [60]

Asimismo, se ha realizado una fuerte inversión en la carga rápida: se han instalado más de 6.000 cargadores de más de 22 kW, de manera que hay un cargador rápido cada 50 km en cada carretera principal de Noruega [31].

La mayor parte de la carga se realiza en casa o en la oficina. En cuanto a la carga lenta, muchos propietarios ya tienen una conexión para el vehículo cerca de la casa, originalmente pensada para calentar el coche en los duros inviernos. Desde 2010, se puso en marcha un incentivo adicional (financiación del 100%) para la instalación de cargadores lentos públicos, (schuko, o enchufe doméstico). Estos eran accesibles con una llave, pero resultaron no ser ideales. Posteriormente, todos los cargadores lentos fueron de tipo 2, el cargador de CA estándar para Europa [61].

El mercado actual de la infraestructura de carga está en manos de CPO comerciales, los más grandes son Fortum Charge & Drive y Grønn Kontakt, predominantemente provenientes de los proveedores de electricidad tradicionales. Tesla es un caso aparte; al ser uno de los primeros actores en Noruega, tiene una presencia significativa en el mercado de los VE y de los cargadores rápidos, pero tiene su propia red cerrada de estaciones de carga.

3.6.2 Nivel servicios e información

Como Noruega se adelantó a la estandarización internacional, los primeros esfuerzos para la carga pública se centraron en la carga lenta, desplegando enchufes domésticos para la carga pública en el lugar de estacionamiento. Más tarde, se instaló el cargador regular de CA de tipo 2. Sin embargo, la mayor parte de la carga se realiza en casa. Esto permite tener una gran presencia de vehículos eléctricos, con una red de infraestructura de carga menos avanzada y con una interoperabilidad limitada de servicios [61].

El desarrollo de los cargadores rápidos fue limitado en cuanto a la interoperabilidad de los servicios de información y los métodos de pago. La asociación nacional de conductores de VE proporcionaba tarjetas RFID para el registro, pero el pago (previo o posterior) seguía haciéndose por CPO, ya que no había un enfoque uniforme hacia un estándar único (o múltiple) para el pago.

3.6.3 Nivel comunicación y hardware

El desarrollo de los cargadores rápidos fue limitado en cuanto a la interoperabilidad de los conectores. Para la carga rápida era obligatorio instalar como mínimo CCS combo 2 y ChaDeMo. Actualmente, se siguen las directivas europeas.

3.7 Beneficios económicos de la interoperabilidad en la UE

3.7.1 Caso de negocio para la carga de VE e interoperabilidad

Hay poca información disponible sobre el caso de negocio para la carga de vehículos eléctricos, probablemente porque depende en gran medida de los incentivos de la reglamentación. Existen descripciones de los incentivos para los vehículos eléctricos y la infraestructura de carga, pero ofrecen una perspectiva limitada del caso de negocio general [33].

La consultora Arthur D Little ha publicado recientemente un informe sobre los fondos de ingresos para la carga de vehículos eléctricos en 2030 [62].

Fondos de ingresos por carga de VE en 2030



Fondos de ingresos por carga de VE, UE 28+2
Potencial total del mercado en billones de euros por modelo de negocio y caso de uso de la carga

SÓLO VEHÍCULOS DE PASAJEROS

Cadena de valor	Hardware ¹	Propiedad de activos	Operación	Plataforma	Servicio de movilidad	Gestión de la energía	Electricidad y red
Hogar	6.3	0	0.4		0	3.8+ ²	4.6
Trabajo	6.1	0	1.4		0.2		1.8
Destino	2.1	0.1	1.3		0.4		1.3
Público	1.4	2.8	0.4		0.6		1.2
Fondos de ingresos	€15.7 bn Σ Ingresos únicos		Σ Operación común €2.9 bn	Σ Operación técnica €3.5 bn	Σ e-MSP €1.2 bn	Σ Gestión de la energía €3.8+ bn	Σ Red eléctrica €8.9 bn
€20.3 bn Σ Ingresos recurrentes							

NB: El análisis cubre sólo los vehículos de pasajeros considerando el valor de los ingresos en la base de la previsión (sin impuestos)

Fuente del análisis de Arthur D 1) incluye la planificación de los servicios de cumplimiento + la instalación. 2) la estimación potencial se limita a los servicios con la batería del coche solamente (sin baterías estacionarias adicionales)

- Sólo se analizan los casos de uso de la carga en el hogar y en el lugar de trabajo; los casos de uso de la carga en el lugar de destino y en la vía pública representan una ventaja

Modelos de negocio dominantes en la actualidad



Principales arquetipos de modelos de negocio para la carga de VE en Europa



Fuente: Arthur D. Little

Figuras: visión general de la cadena de valor de la infraestructura de carga y grupos de valor estimados [62]

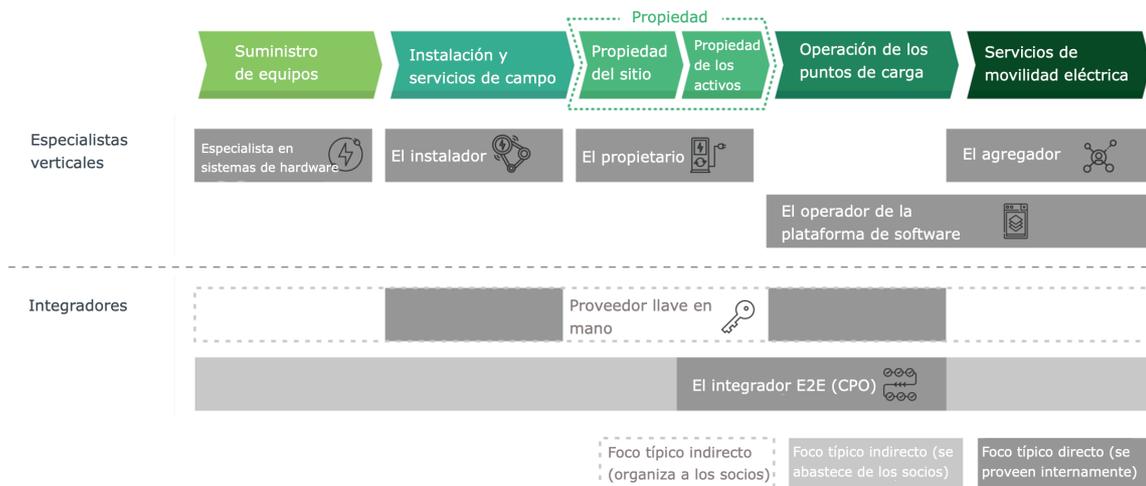
Los ejemplos de casos empresariales podrían ser los siguientes:

- Venta de hardware y software
- Explotación de lugares de carga
- Explotación de estaciones de carga (venta de energía)
- Obtención y optimización de datos
- Servicios de infraestructura de carga (información, soluciones de pago, oferta integrada con servicios no relacionados con el VE)
- Venta de energía flexible de las baterías de los vehículos al mercado mayorista.

Estos casos de negocio varían ampliamente para la carga pública y privada, para la carga lenta y rápida. En investigaciones anteriores se ha encontrado poca información cuantitativa más detallada, probablemente porque se trata de información competitiva y, en varios segmentos, casi no hay casos de negocio: los desarrollos se financian con subsidios o inversiones a largo plazo para obtener una ventaja competitiva.



Figura: el espectro de las necesidades de carga de vehículos eléctricos de los clientes finales, BCG 2021 [63]



Fuente: Análisis de BCG.

Figura: las siete jugadas estratégicas en el valor de la infraestructura de carga, BCG 2021 [63]

BCG también ha desarrollado 7 "jugadas estratégicas" cualitativas, basadas en su análisis de dónde tendrá lugar la carga y cuáles son los indicadores más importantes [63], véase arriba. Estos datos coinciden en gran medida con la publicación de Arthur D Little, y demuestran los grupos de valor para la carga de VE que existen actualmente en un mercado maduro y que seguirán desarrollándose de acuerdo con estas pautas.

BCG también ha descrito 3 perspectivas diferentes de las necesidades de carga, en las que la carga en ruta y en destino se consideran formas de carga pública que deberían tener cabida, y que están en el ámbito de este documento. La carga privada, en casa o en la oficina, es relevante para la fiabilidad y para aliviar la red de carga pública.

3.7.2 Costo de la infraestructura de carga

En 2017, el NKL realizó una evaluación comparativa de los costos de las estaciones de carga públicas regulares con 2 puntos de carga [64]. Esto demuestra el movimiento hacia un menor costo con un mayor volumen (instalación, operación, ventas de energía), sin embargo, es todavía muy dependiente de los elementos fijos como los impuestos de la energía y el costo de la conexión a la red. En general, el caso de negocio en los Países Bajos se considera positivo por encima de las ventas de energía de aproximadamente 8.000 kWh. No obstante, esta situación puede cambiar en los próximos años debido a los cambios en la reglamentación de los impuestos, los costos de conexión a la red, los requisitos adicionales (carga inteligente o conexión a la red), etc.

Tabla: Resultados del estudio de referencia que indica el costo y los ingresos de los puntos de carga públicos en el período 2013-2020

Tipo de costo		Punto de Referencia 2013	Punto de Referencia 2016	Punto de Referencia 2017	Estimado 2020 (2017)
Precio de compra del punto de carga (3x25A, 2 tomas)	Total	€ 2,000	€ 1,400	€ 1,330	€ 1,100
Definición de la ubicación	Total	€ 700	€ 550	€ 320	€ 220
Espacio de estacionamiento para la instalación	Total	€ 700	€ 450	€ 380	€ 350
Tarifa del operador de red por la conexión	Total	€ 655	€ 655	€ 690	€ 690
Cargo del contratista por la instalación	Total	€ 600	€ 400	€ 390	€ 360

Tipo de costo		Punto de Referencia 2013	Punto de Referencia 2016	Punto de Referencia 2017	Estimado 2020 (2017)
Conexión a la red, costos periódicos 3x25A	Año	€ 210	€ 210	€ 210	€ 210
Costos de comunicación	Año	€125	€ 75	€ 50	€ 30
Prima de seguro y/o costos por daños	Año	€ 25	€ 25	€ 25	€ 10
Mantenimiento/repelación	Año	€ 450	€ 275	€ 270	€ 230
Servicio por problemas del usuario	Año	€ 25	€ 25	€ 25	€ 25

Tipo de costo		Punto de Referencia 2013	Punto de Referencia 2016	Punto de Referencia 2017	Estimado 2020 (2017)
Compensación para el proveedor de energía	kWh	€ 0.06	€ 0.06	€ 0.06	€ 0.03
Impuestos sobre la energía	kWh	€ 0.10	€ 0.10	€ 0.05	€ 0.05
Periodo de depreciación	Año	5	7	9,2	10
Venta de kWh sin IVA	kWh	€ 0.25	€ 0.28	€ 0.27	€ 0.25
Venta de energía (kWh)	Día	5	8.5	8.6	11.8

Tabla: referencia de costos e ingresos en los Países Bajos, NKL 2017 [64]

3.8 California

Además del caso de referencia europeo, también analizaremos el caso de la infraestructura de carga interoperable en el estado de California. California tiene grandes ambiciones en este tema y ha demostrado un progreso significativo.

3.8.1 Nivel de negocio

El mercado de la infraestructura de carga está dominado por nuevas empresas, con un enfoque explícito en la instalación y operación de la red de estaciones de carga, a diferencia de la situación europea en la que los proveedores de energía tradicionales tienen un papel principal en la instalación y operación de las redes de estaciones de carga.

Las principales empresas son Chargepoint, Tesla, electrify America y EVgo, junto a un número cada vez mayor de actores regionales que se han asociado con cadenas locales de supermercados.

3.8.2 Nivel servicio e información

El estado de California, bajo la coordinación de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB por sus siglas en inglés), diseñó en 2013 un proyecto de ley del Senado, centrado en aspectos de interoperabilidad con respecto al acceso, el pago y la facturación [65].

3.8.2.1 Precios, información al usuario

La reglamentación original de 2013 establece que el pago debe ser posible a través de una tarjeta de crédito o pago por teléfono móvil. En 2019, esta reglamentación se actualizó para añadir nuevos requisitos [37, 38], estableciendo que cualquier Proveedor de Servicios para Vehículos Eléctricos ((EVSP por sus siglas en inglés): la entidad responsable de operar las estaciones de carga) debe:

- Proporcionar información específica sobre los precios
 - (1) Una tarifa por el uso del espacio de estacionamiento.
 - (2) Una tarifa por conexión del EVSP para los no socios.
 - (3) El precio de la carga en dólares americanos por kilovatio-hora o Megajulio.
 - (4) Cualquier cambio potencial en el precio de carga, en dólares americanos por kilovatio-hora o Megajulio, debido a las variaciones en los precios. Esto puede especificarse como una gama de precios, en dólares americanos por kilovatio-hora o Megajulio.
 - (5) Cualquier otra tarifa que se cobre por el servicio de carga.
 Proporcionar el pago directo (tarjeta de crédito, etc.).
- Facilitar los acuerdos de itinerancia: como mínimo, implementar el protocolo de itinerancia OCPI, para que un conductor de VE no necesite más de una suscripción para acceder a todas las estaciones de carga disponibles al público.
- Informar sobre el operador (EVSP) al gobierno del Estado.
- Informar sobre los modelos de las estaciones de carga en uso.
- Informar sobre todas las estaciones de carga en uso.
- Informar sobre el uso de las estaciones de carga (número de sesiones, métodos de pago utilizados, etc.).

3.8.2.2 Itinerancia y pago

La reglamentación establece que cualquier conductor de VE debe poder acceder a cualquier estación de carga pública sin necesidad de suscripción, y tener la posibilidad de pagar y recibir la factura. Además, menciona que se pueden ofrecer servicios de suscripción.

En la modificación de 2019, la Junta de Recursos del Aire de California (CARB), responsable de este tema, estableció explícitamente que todos los operadores deberán implementar el protocolo OCPI, refiriéndose a las instrucciones de prueba específicas que deben cumplir [38,39]:

(b) A más tardar el 1 de julio de 2021, el EVSP deberá cumplir, como mínimo, y mantener los "Procedimientos de Prueba Internos de la Interfaz de Punto de Carga Abierta de California para Equipos de Suministro de Vehículos Eléctricos en Red para las Clases de Carga Rápida de Nivel 2 y de Corriente Directa", adoptados el 15 de abril de 2020, e incorporados por referencia en este documento, y aplicable a cada EVSE. Esto no excluye el uso adicional de otros protocolos de comunicación.

Este es un claro ejemplo de un gobierno que tiene la intención de apoyar activamente la itinerancia de los VE con un protocolo interoperable, sin interferir en los acuerdos contractuales y la fijación de precios entre los actores del mercado.

Es difícil, si no imposible, que un gobierno exija a todos los operadores que estén conectados para poder ofrecer itinerancia: en un mercado abierto, cada empresa es libre de elegir si celebra o no un contrato. Por otra parte, el estado de California también ha reconocido que se necesita cierta orientación, ya que la presencia de múltiples protocolos de itinerancia incompatibles va en contra del objetivo principal de la itinerancia de los VE: permitir que todos los usuarios carguen en cualquier lugar, y que lo hagan de la manera más eficiente para los operadores y los proveedores de servicios involucrados.

Por lo tanto, una opción lógica es exigir al menos la aplicación de un protocolo de itinerancia. Se ha elegido OCPI por sus características, su carácter abierto y su posición agnóstica en el mercado [9] puede apoyar tanto las conexiones peer-to-peer como las conexiones a través de plataformas de itinerancia u otros agregadores.

3.8.2.3 Protocolo de información OCPP

La Conferencia Nacional de Pesos y Medidas de EE.UU. ha publicado un documento con listas de comprobación y procedimientos de prueba para estaciones de carga, que ha sido adoptado por la División de Normas de Medición de California (DMS por sus siglas en inglés). Algunos requisitos se refieren a la información que se intercambia entre la estación de carga y el sistema de gestión. El protocolo de información OCPP no se establece explícitamente, pero los requisitos se ajustan en gran medida al protocolo [69].

3.8.3 Nivel Comunicación y Hardware

No se ha desarrollado ninguna reglamentación específica sobre los protocolos de comunicación interoperables.

En cuanto al hardware, California sigue los estándares de hardware de Estados Unidos:

Tipos de Conectores



Figura: Tipos de conectores que se establecen en Estados Unidos

En el proceso de reglamentación, también se reconoció que una serie de temas deben ser tratados en una revisión tecnológica, que comenzará en 2022 [70]. Estos temas incluyen:

- Ingreso al mercado de las tarjetas de crédito/débito sin contacto
- Ingreso al mercado de las tarjetas débito precargadas sin contacto
- Acceso a las tarjetas de pago para las comunidades desatendidas
- Especificaciones actuales del hardware de los EVSE
- Hardware de pago actual de los EVSE
- Actualizaciones a las directrices de salud y seguridad del consumidor.

3.9 Beneficios de la interoperabilidad en Europa y California

3.9.1 Impacto económico y de mercado

El caso de negocio para la infraestructura de carga en Europa y California es fuerte y parece ser positivo para casos de uso específicos. La interoperabilidad es un ingrediente importante para ello en múltiples niveles, como demuestra la referencia explícita a los servicios y protocolos de interoperabilidad en California y los Países Bajos.

En California, dentro del contexto en el que el gobierno exige una forma de itinerancia en las estaciones de carga de acceso público, las empresas de infraestructura de carga se muestran en general optimistas respecto a la exigencia de establecer explícitamente el OCPI como protocolo mínimo de itinerancia. Operadores líderes como Chargepoint, EVgo, Greenlots están contribuyendo activamente al desarrollo de protocolos interoperables en las respectivas organizaciones, y las empresas que operan en múltiples continentes han reconocido en conversaciones que la interoperabilidad es útil para iniciar rápidamente las operaciones.

ChargeUp Europe, una organización líder en Europa que representa a los CPO, está presionando activamente para conseguir una mayor interoperabilidad y propone un mayor apoyo normativo para la itinerancia de los VE:

Dar prioridad a la interoperabilidad y a las redes abiertas para facilitar la adopción de protocolos de comunicación abiertos, no discriminatorios y uniformes (como el OCPP y el OCPI) y las normas correspondientes [71].

3.9.2 Impacto técnico

En Europa, la interoperabilidad del hardware entre países ha contribuido sin duda a los desplazamientos transfronterizos y ha reducido los costos para los operadores.

Aun así, la itinerancia no suele ser posible, y tampoco suelen funcionar el acceso y el pago ad hoc, tal y como ha señalado la Comisión Europea.

Además, la recopilación de datos para ofrecer servicios de información de alta calidad es, en el mejor de los casos, óptima por país, pero difiere entre países. En la actualidad, las iniciativas comerciales intentan cubrir este vacío, lo que ofrece oportunidades económicas para mejorar la calidad de los datos, sin embargo, los Puntos Nacionales de Acceso deberían proporcionar un nivel básico. Esto todavía está en desarrollo en muchos países, incluso cuando se ha emitido una directriz.

3.9.3 Impacto normativo

Como se ha descrito anteriormente, en Europa se está ejerciendo una presión activa para mejorar el nivel de interoperabilidad en la nueva reglamentación.

Al mismo tiempo, la Comisión Europea es reacia a seguir el ejemplo californiano e imponer en el nuevo reglamento una norma basada en hechos, como el protocolo de itinerancia OCPI, el cual no depende del mercado y que es interoperable, ya que considera que es una gran intrusión en la dinámica del mercado. Un argumento en contra podría ser que todas las plataformas de itinerancia ya han implementado el OCPI además de sus protocolos propietarios, y mientras no se establezcan acuerdos contractuales y precios, se espera poco impacto en la dinámica del mercado abierto de la infraestructura de carga.

4 Análisis comparativo y recomendaciones

4.1 Observaciones

Durante este estudio, se hicieron las siguientes observaciones, basadas en la investigación de casos de referencia, investigación documental y entrevistas con expertos y actores relevantes relacionados con infraestructura de carga de VE. Estas observaciones pueden no estar directamente relacionadas con la reglamentación de la interoperabilidad, pero es importante tenerlas en cuenta para el estudio de la interoperabilidad de la infraestructura de carga de los vehículos eléctricos.

En la siguiente sección se abordan recomendaciones específicas para la regulación de la interoperabilidad:

4.1.1 General

- Los impulsores de este sector innovador son los usuarios, las empresas, pero sobre todo el gobierno. Se espera que los gobiernos asuman un papel de liderazgo en este sentido.
- Cuanto más abierto sea el sistema eléctrico, más avanzado será el mercado de vehículos eléctricos. Esto estimulará a su vez la demanda de una mejor interoperabilidad para VE. Hay una relación directa entre el nivel de interoperabilidad del sector eléctrico y el desarrollo de la interoperabilidad de la infraestructura de carga para VE.
- Mientras más se espere por la reglamentación y la organización del mercado, más difícil será su implementación. Los agentes del mercado invierten en métodos patentados, por lo que la adaptación a la nueva normativa y a los requisitos de interoperabilidad, además de las inversiones actuales, tiene un impacto negativo en el caso de negocio.
- Por otra parte, iniciar una reglamentación estricta demasiado pronto puede afectar negativamente al desarrollo empresarial y a la innovación, obstaculizando el crecimiento de un nuevo mercado. La ley de medición alemana es un buen ejemplo, en el que la reglamentación de la medición puede apoyar la interoperabilidad de VE, creando datos de medición más fiables y determinando las propiedades mínimas que se deben registrar por sesión de carga. Sin embargo, en Alemania esto ha provocado un retraso en el despliegue de los cargadores de corriente alterna (CA), ya que los fabricantes tardaron en desarrollar dispositivos de medición compatibles.
- Para impulsar el número de VE y, por consiguiente, hacer crecer el mercado de los mismos y de la infraestructura de carga, Noruega muestra que los incentivos (financieros) para los VE son muy eficaces.

4.1.2 Nivel de Negocio

- El desarrollo de un marco normativo para la infraestructura de carga está relacionado con muchos sectores y estrategias diferentes, que deben tenerse en cuenta, las estrategias relacionadas incluyen estrategias ambientales, energéticas, de movilidad y de espacio público.
- El concepto de un mercado abierto para la infraestructura de carga ha conducido al éxito en el despliegue de estaciones de carga para vehículos eléctricos en múltiples países y puede considerarse un modelo exitoso.
- Hay varias interpretaciones de un mercado abierto, con diferentes niveles de participación gubernamental. Por ello, no es posible definir una normativa única.
- En un mercado abierto, la reglamentación es importante para delimitar la parte pública y precompetitiva de la cadena de valor de la parte comercial, donde se espera que la competencia mejore la calidad y el precio.
- En un mercado abierto: el Operador del Sistema de Distribución - OSD es responsable de la conexión a la red como agente precompetitivo; el mercado se hace cargo a partir de ahí. Es importante gestionar esta interfaz de forma explícita con la presencia de empresas de servicios públicos integradas, que combinan las funciones de red y de venta al por menor.
- Una concesión puede ser una herramienta/marco útil para regular aspectos específicos en el negocio de la carga de vehículos eléctricos: da la libertad de describir requisitos más específicos que la normativa nacional, ser específicos para el contexto local o seguir las mejores prácticas del mercado. También se utilizan modelos de autorización, pero estos suelen ofrecer menos control.
- Además, la organización del sector puede prescribir códigos o normas que refuercen o sustituyan la reglamentación.
- Los marcos normativos de la UE han contribuido a impulsar la adopción de VE y la infraestructura de carga, sin embargo, las diferentes implementaciones en cada país han demostrado que los contextos locales proporcionan diferentes efectos de implementación de la reglamentación: el contexto local tiene un impacto significativo en la implementación, y debe tenerse en cuenta.

4.1.3 Nivel servicio

- Un servicio de carga de VE regulado garantiza que el servicio sea de cierta calidad y que los conductores de VE sepan qué deben esperar. Esto ayuda a impulsar la adopción del VE y a mejorar la interoperabilidad del VE en la cadena de valor.
- Si los servicios de carga de VE no están regulados, aumenta el riesgo de que la instalación de cargadores de VE sea impulsada por los concesionarios de VE, que promueven VE y tecnologías propias.

4.1.4 Nivel información

- Las normativas del mercado de hecho (de-facto) son un importante factor de impulso, ya que el desarrollo de las normas IEC/ISO tarda muchos años en realizarse. Por ello, algunos países son prudentes a la hora de reglamentarlas. Aun así, en casi todas partes se utilizan OCPP y OCPI como normativas de hecho.
- Se puede aprovechar más los sectores adyacentes (telecomunicaciones, TI, finanzas) para desarrollar protocolos de información interoperables y desarrollar una fuerte gobernanza y compromiso global.

4.1.5 Nivel comunicación

- Las normas y protocolos de comunicación (TCP/IP, 3G, etc.) se han adoptado a partir de sectores adyacentes basándose en las normas reglamentadas existentes, lo que parece funcionar bien.
- La reutilización ininterrumpida de normas interoperables de TI y telecomunicaciones en un sector innovador como el de las infraestructuras de carga de VE es una prueba contundente del valor de los protocolos abiertos e interoperables más allá de su contexto original.

4.1.6 Nivel hardware

- Este es el ejemplo más visible de interoperabilidad y el que suele abordarse en primer lugar. En caso de que no haya reglamentación, esto conduce a una gran cantidad de variaciones de hardware y a la creación de islas de redes que no son óptimas, con un impacto negativo directo para el caso de negocio y la experiencia del cliente. Sin embargo, varios países (México, Panamá) parecen oponerse a cualquier reglamentación de hardware.
- Un requisito mínimo para el hardware de la infraestructura de carga garantiza un nivel de servicio mínimo esperado y al que se debe aspirar.
- La convergencia hacia estándares de hardware únicos también depende de otros desarrollos, como el tipo de vehículos de importación, el desarrollo de estándares globales, etc. Podría ser útil abordar esto también en el contexto regional.

4.2 Recomendaciones para la interoperabilidad de la infraestructura de carga de VE para Colombia

Sobre la base de la investigación realizada, los casos de referencia que se analizaron y las entrevistas realizadas, se pueden hacer una serie de recomendaciones para la infraestructura de carga de VE en Colombia. Las recomendaciones están categorizadas por los niveles de interoperabilidad de VE y también hay una sección de recomendaciones generales.

Sobre el alcance de estas recomendaciones:

- No todas las recomendaciones se relacionan directamente con la interoperabilidad, también pueden abordar el contexto más amplio de la carga de VE y ser consideradas valiosas para el desarrollo de la infraestructura de carga de VE interoperable en Colombia.
- No todas las recomendaciones relacionadas con la interoperabilidad pueden traducirse en una reglamentación: algunas recomendaciones necesitan otras intervenciones, pero se considera valioso abordarlas.
- Algunas recomendaciones necesitan un mayor desarrollo y elaboración para ser aplicadas, lo que queda fuera del alcance de este informe.

4.2.1 Recomendaciones: General

Apuntar a la interoperabilidad de VE, más pronto que tarde. En general, la investigación ha demostrado que entre más se defina la interoperabilidad del VE, en la regulación o a nivel sectorial, mejor es un mercado y se define en términos de la interfaz entre el mercado competitivo y las

condiciones marco precompetitivas. En el contexto de Colombia, se ha empezado a desarrollar un ecosistema con múltiples actores consolidados e inversiones en aumento, pero sin un caso de negocio adecuado (la carga es mayoritariamente gratuita). Este es un buen momento para proporcionar orientación al mercado a través de la reglamentación.

No todos los aspectos de la interoperabilidad deben reglamentarse: las organizaciones sectoriales, o los contratos de concesión/permiso basados en requisitos estándar, también son útiles y pueden proporcionar una base de apoyo más sólida. La reglamentación de la interoperabilidad proporciona un marco, pero también depende de la evolución paralela del mercado.

La interoperabilidad del mercado energético es un factor condicionante para la interoperabilidad de la infraestructura de carga. Para Colombia, el desarrollo de la interoperabilidad debe comenzar con el sector energético como un todo y no estar limitado a la infraestructura de carga.

Es el caso, por ejemplo, de la carga inteligente; la cual requiere seguir la reglamentación y dirección de los recursos energéticos distribuidos y el almacenamiento de energía para el sector como un todo.

Otro caso es la instalación y operación de estaciones de carga en las ciudades por parte de otros actores que no sean la empresa de servicios públicos establecida de manera no discriminatoria: las estaciones de carga son sólo un activo al que se aplica esto.

Establecer un objetivo ambicioso para el número de estaciones de carga pública en un plazo determinado. Una estrategia común es hacer que el número de cargadores siga la cantidad de vehículos eléctricos (la Unión Europea utiliza 10 vehículos eléctricos por punto de carga como referencia). Esto no suele estar regulado, sino que forma parte de una estrategia de movilidad o de transición por parte, por ejemplo, del Ministerio de Transporte como directriz, y de un municipio local como parte del plan de implementación, y depende en gran medida de factores locales como el porcentaje de estacionamientos en espacios públicos frente a los privados, el número de vehículos por habitante, etc.

La interoperabilidad no es, por definición, lo mismo que la apertura. Pero se recomienda utilizar estándares y protocolos abiertos en la medida de lo posible al regular la interoperabilidad. De este modo se garantiza una solución preparada para el futuro y se limitan los posibles riesgos de bloqueo.

Elegir soluciones de interoperabilidad "poco acopladas" o "agnósticas al mercado", que no dependan de una única configuración del mercado o de un único modelo de negocio. Seguirá habiendo muchas innovaciones para las cuales actualmente se construyen los fundamentos. Por ejemplo, las soluciones abiertas son mejores que las soluciones propietarias y los servicios de pago o de itinerancia no deben limitarse a un único diseño de mercado.

La evaluación de una propuesta de reglamento debe centrarse en al menos 4 categorías de partes interesadas e intereses:

- La experiencia del usuario, la calidad y la comodidad del servicio de carga para los conductores de vehículos eléctricos.
- El caso de negocio a corto y largo plazo para los actores del mercado
- La protección de la estabilidad de la red gestionada por los operadores de la red (OSD)
- La confiabilidad de un mercado justo, abierto y preparado para el futuro.

Actualmente existe una hoja de ruta de la electromovilidad para Colombia, la propuesta es detallarla aún más, abordando todas las iniciativas para la infraestructura de carga (interoperable), todos los actores involucrados y todas las dependencias que afectan esos objetivos. Además, dicha hoja de ruta puede describir la relación con iniciativas paralelas relacionadas con la reglamentación de la infraestructura de carga, como por ejemplo:

- El despliegue de contadores inteligentes
- La reglamentación de las fuentes de energía distribuida (solar/eólica) y el acoplamiento al ecosistema de la infraestructura de carga
- La batería del vehículo eléctrico como almacenamiento flexible con velocidad de carga variable (carga inteligente, vehículo a red)
- La legislación fiscal en relación con el paso a la movilidad eléctrica y el abastecimiento flexible
- Problemas de congestión de la red como resultado de la transición energética

4.2.2 Recomendaciones: Nivel de Negocio

El mercado espera que el gobierno central asuma un papel de liderazgo hacia la interoperabilidad. Esto tiene sentido, ya que la interoperabilidad es una forma de optimización del sistema que necesita un enfoque colaborativo. Se recomienda, no sólo desarrollar la reglamentación e identificar las ineficiencias del mercado, sino también invertir en el desarrollo de conocimientos a nivel local y facilitar el desarrollo de una organización del sector y de su colaboración. Se necesita una amplia base de conocimientos para desarrollar un mercado abierto sostenible.

En coherencia con lo anterior, se debe apoyar el desarrollo de la normalización en la cadena de valor de la carga de VE: los roles y las responsabilidades, los contratos de venta al por menor y al por mayor. Estas podrían ser normas, códigos o mejores prácticas que se compartan. Los gobiernos locales, al ser clientes de los operadores, pueden desempeñar un papel de liderazgo en la armonización de los requisitos contractuales.

El potencial de los modelos de negocio de carga de vehículos eléctricos en Colombia está en concordancia con los modelos de referencia (como los arquetipos de modelos de negocio descritos por Arthur D. Little, o las 7 jugadas estratégicas descritas por BCG). En un mercado abierto, todos deberían poder desarrollarse, las opciones dependen principalmente de las políticas gubernamentales, las estrategias empresariales y los conocimientos y la experiencia disponible. Por ejemplo, la fabricación de equipos para estaciones de carga en Colombia puede no ser la primera opción a apoyar, y el desarrollo de servicios comerciales también depende de si se permite a los actores del mercado financiados con fondos públicos ofrecerlos. Esto debería ser parte de una investigación más amplia en el caso de negocio para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. La reglamentación de interoperabilidad actualmente propuesta no limitará esto.

Las funciones y responsabilidades de los operadores de la red (OSD o operador del sistema de transmisión OST) en su capacidad precompetitiva deben ser firmemente descritas, reguladas y supervisadas para asegurar su funcionamiento no discriminatorio. Esto no difiere de otras partes en el mercado abierto del sector energético, pero requiere una atención especial para los modelos de negocio innovadores en los que se dispone de una regulación limitada, como en el caso de Colombia, en el que las empresas locales de servicios públicos combinan funciones públicas (gestión de la red) y comerciales (ventas al por menor). Asimismo, una distinción más estricta entre las responsabilidades y los servicios públicos y comerciales proporcionará un mercado más transparente en el que los precios, el servicio y la calidad son los principales indicadores. Esto será menor cuando los agentes del mercado financiados con fondos públicos ofrezcan servicios comerciales.

Los operadores de estaciones de carga (CPO, por sus siglas en inglés) son los actores principales en el mercado colombiano actual, y están explícitamente definidos en la actual reglamentación para la infraestructura de carga. La reglamentación de interoperabilidad propuesta se dirige principalmente a este grupo, describiendo sus responsabilidades para asegurar un mercado interoperable.

El mercado abierto también supone la existencia de Proveedores de Servicios de Movilidad (MSP, por sus siglas en inglés): una función que describe a los actores que prestan cualquier tipo de servicio en el mercado. Algunos ejemplos son: un servicio de navegación para encontrar cargadores como Electromap o Google, un servicio de pago como un proveedor de RFID o de tarjetas de crédito, o un servicio de suscripción para permitir a los conductores de VE cargar en múltiples redes de carga. Los CPO también desempeñan el papel de MSP para sus propios clientes.

Como los MSP desempeñan un papel en un ecosistema de carga interoperable y tienen una relación (contractual) con los conductores o los CPO, esta función tiene que ser abordada en cualquier descripción de un ecosistema de carga. Sin embargo, normalmente no se describen en la reglamentación de la interoperabilidad: su papel se recoge en contratos o códigos de conducta.

Colombia es un actor principal en la movilidad eléctrica en la región latinoamericana: investigar cómo la estrategia colombiana sobre la interoperabilidad se relaciona con la estrategia de los países vecinos para trabajar hacia la interoperabilidad transfronteriza tanto como sea posible. Esto proporcionará beneficios económicos y para el conductor de VE.

4.2.1 Recomendaciones: Nivel Servicio

Prescribir la obligación para los operadores de estaciones de carga de proporcionar un acceso no discriminatorio a los usuarios de las estaciones de carga públicas. Este es un elemento crucial de la interoperabilidad a nivel de servicios: las estaciones de carga en el espacio público (o estaciones de

carga de acceso público: en suelo privado pero de uso público) deben estar abiertas a todos los habitantes, independientemente de su lugar de residencia, o de su contrato de energía.

El acceso no discriminatorio a cualquier estación de carga pública, definida como itinerante o roaming, supone que el operador necesita interactuar con el conductor del VE (acceso directo) o con el proveedor de servicios del conductor (modelo de suscripción), para el acceso, pago y compensación. Esta responsabilidad debe quedar claramente recogida en el reglamento de interoperabilidad.

Es necesario desarrollar un registro de estaciones de carga de acceso público, para asegurar un conjunto único de datos de alta calidad de todas las estaciones de carga disponibles. Asimismo, puede crearse un servicio de mapeo o API para estos datos, que permita a los Operadores y Proveedores de Servicios de Movilidad cargar y descargar fácilmente los datos de sus servicios.

Desarrollar un registro (público) de los actores del mercado (operadores) que participan en la carga, y una oficina de registro para entregar y gestionar los códigos de identificación para facilitar el intercambio de información entre las partes interesadas. En una fase posterior, cuando se haya creado un mercado de proveedores de servicios multimedia (MSP) como proveedores de suscripciones (que no sean operadores), incluir un registro de MSP para garantizar un intercambio de datos correcto.

La normalización de los servicios, como los métodos de pago, los servicios de itinerancia o roaming, los servicios de navegación y los modelos de precios, debería formar parte de la regulación de la interoperabilidad: deberían prescribirse unos requisitos mínimos, permitiendo a los agentes del mercado aportar un valor adicional cuando sea posible.

Se recomienda no especificar métodos de pago concretos en la reglamentación, sino hacer referencia a los métodos de uso común. Esto permitirá a las empresas utilizar los métodos actualmente aceptados, al tiempo que posibilita soluciones innovadoras (como el uso de una tarjeta de transporte público prepagada para la carga pública).

Como forma de interoperabilidad, una opción sería armonizar la información que se presenta a los consumidores para facilitar el cambio a los vehículos eléctricos, presentando, por ejemplo, el coste energético por cada 100 km para cada tipo de combustible.

4.2.2 Recomendaciones: Nivel Información

En un mercado abierto, se producirán muchos intercambios de datos con fines informativos, de autenticación, de pago de la carga y de liquidación/facturación. Debe desarrollarse un modelo de datos estándar que describa los objetos de información de la infraestructura de carga y que se utilice para las transacciones de datos con el fin de prestar los servicios deseados.

Deberían definirse los protocolos o formatos de datos para el intercambio de datos con un punto de acceso nacional o un repositorio central, pero a menudo ya están establecidos en la reglamentación de los sistemas de transporte inteligente (STI), por lo que se recomienda reutilizar la reglamentación existente.

Incluir en la reglamentación sobre interoperabilidad un protocolo mínimo de itinerancia con el que se puedan intercambiar datos para las transacciones de los usuarios. OCPI es un candidato probable para ello al ser norma de hecho del mercado: el cual ha sido reconocido por los actores del mercado que han sido entrevistados. Hay otros protocolos de itinerancia disponibles, pero todos ellos están directamente relacionados con una plataforma de itinerancia específica (por ejemplo, OICP, OCHP, eMIP). Como el mercado todavía es fluido y no hace uso de una plataforma, esto hace que estas alternativas no sean adecuadas para el mercado colombiano. La norma ISO/IEC 63119 está actualmente en desarrollo para esta función, pero tardará algunos años en ser finalizada.

Definir en la reglamentación de interoperabilidad el protocolo entre la estación de carga y su back office, para asegurar que cada estación de carga pueda ser administrada por cualquier otra estación de carga. El OCPP es el protocolo de hecho (de-facto) para esto, ya que es utilizado por la mayoría de los fabricantes de estaciones de carga y sistemas de gestión. Se está desarrollando una norma ISO/IEC 63110 para esta función, pero se tardará algún tiempo en finalizarla.

Para la interacción entre el vehículo y la estación de carga, se está desarrollando la norma ISO15118. Este desarrollo aún no ha sido finalizado y puede ser una inversión costosa de implementar en esta etapa. Por tanto, se recomienda no incluirla en la reglamentación de la interoperabilidad.

Hay otros estándares disponibles para asegurar la interoperabilidad en otras partes de la cadena de valor, como un protocolo de carga inteligente OSCP. Sin embargo, en esta etapa de madurez del mercado colombiano, las innovaciones y los nuevos desarrollos en estas direcciones son bienvenidos, pero no deben ser incluidos en una reglamentación.

No se propone una reglamentación específica para los estándares y protocolos de medición: la reglamentación debería seguir las normas de medición inteligente, incluyendo los aspectos de calibración para asegurar valores de medición correctos y trazables.

4.2.3 Recomendaciones: Nivel Comunicación

Se recomienda que todas las estaciones de carga accesibles al público estén conectadas a un sistema de gestión de CPO, que permita el intercambio de datos y la comunicación. Se propone que esto sea un requisito implícito: el requisito de proporcionar información dinámica sobre una estación de carga hace necesario que una estación de carga esté conectada digitalmente.

Para los protocolos de comunicación entre sistemas, se pueden seguir los estándares industriales de los fabricantes: éstos tienen la suficiente madurez y siguen los requisitos de interoperabilidad bien desarrollados en el sector de las TI y las telecomunicaciones.

4.2.4 Recomendaciones: Nivel Hardware

Los requisitos de los conectores, tal y como se establecen actualmente en la reglamentación de la infraestructura de carga de Colombia, son adecuados. La reglamentación actual prescribe el J1772 como estándar de nivel 2 y el CCS Combo 1 como estándar de nivel 3 como requisito mínimo, independientemente del tipo de vehículo que se vaya a cargar.

Estos estándares de hardware son adecuados para todos los vehículos de pasajeros y el transporte comercial ligero (taxis, minibuses, furgonetas, etc.).

Se espera que los camiones y autobuses queden fuera del marco de esta reglamentación de la infraestructura de carga: es posible que puedan cargar utilizando el conector CCS combo 1, pero pueden surgir problemas debido a otras especificaciones, como la altura y el peso de los vehículos. Asimismo, los autobuses y camiones eléctricos suelen cargar en instalaciones privadas con una red de carga específica que queda fuera del marco de la carga pública.

Por lo tanto, se recomienda identificar por separado la necesidad de carga pública de camiones y autobuses y los requisitos de interoperabilidad que puedan derivarse.

Los requisitos de interoperabilidad también se extienden a las especificaciones de hardware para conectar una estación de carga a la red, como las especificaciones técnicas, de seguridad y funcionales genéricas entre los fabricantes (por ejemplo: funciones similares de los colores de los LED). Se recomienda abordar estas cuestiones en el contexto de la reglamentación de los recursos energéticos distribuidos, y no hacerlas parte de una reglamentación de interoperabilidad para la infraestructura de carga.

Se recomienda, como parte de la interoperabilidad del hardware, invertir también en una señalización uniforme para las estaciones de carga, como los postes de señalización y las plazas de estacionamiento para la carga. El ministerio colombiano ya lo ha reconocido y está trabajando en ello.

5 Referencias

A continuación se indican las fuentes de información en torno a la carga de Vehículos Eléctricos, la itinerancia (roaming) y la interoperabilidad para este informe.

[1] ISO/IEC 2382:2015(en) Information technology — Vocabulary

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v1:en>

[2] Radatz J, Geraci A, Katki F (1990) IEEE standard glossary of software engineering terminology. IEEE Std 610121990(121990):3

[3] Intelligent Transport Systems Directive 2010/40/EU, 7-7-2010, European Commission

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:207:0001:0013:EN:PDF>

[4] The Modern Standards Paradigm – Five Key Principles, OpenStand. Retrieved 2019-07-17.

<https://open-stand.org/about-us/principles/>

[5] World Trade Organization Committee on Technical Barriers To Trade, “Second triennial review of the operation and implementation of the agreement on technical barriers to trade, document G/TBT/9,” 2000.

[6] The Open Charge Alliance, <https://www.openchargealliance.org/>

[7] ISO/IEC TR 26927:2011(en), Information technology — Telecommunications and information exchange between systems – Technical Report, 2011

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:tr:26927:ed-2:v1:en:term:3.38>

[8] Advancing E-roaming in Europe: towards a single “language” for the European charging infrastructure, Ferwerda R, Bayings M, van der Kam M, Bekkers R (2018). World Electr Veh J 9:50.

<https://doi.org/10.3390/wevj9040050>

[9] EVRoaming Foundation, www.evroaming.org, <https://evroaming.org/the-ideal-ev-roaming-protocol/>

- Comparative analysis of standardized protocols for EV roaming, <https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.1-Comparative-analysis-of-standardized-protocols-for-EV-roaming.pdf>
- Achieving interoperability for EV roaming-Pathways to harmonization, <https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.2-Achieving-interoperability-for-EV-roaming-Pathways-to-harmonization.pdf>
- Design principles for an ‘ideal’ EV roaming protocol, <https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.3-Design-principles-for-an-ideal-EV-roaming-protocol.pdf>

[10] IEC TC –9 – Electrical power/energy transfer systems for electrically propelled road vehicles and industrial trucks, Project: IEC 63110-1 ED1,

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:38:14419003029389:::FSP_ORG_ID,FSP_APEX_PAGE,FSP_PROJECT_ID:1255,23,100390

[11] IEC TC –9 – Electrical power/energy transfer systems for electrically propelled road vehicles and industrial trucks, Project: IEC 63110-1 ED2,

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:38:14419003029389:::FSP_ORG_ID,FSP_APEX_PAGE,FSP_PROJECT_ID:1255,23,105360

[12] Electric vehicle charging – definitions and explanation, January 2019, The Netherlands

https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Electric%20Vehicle%20Charging%20-%20Definitions%20and%20Explanation%20-%20january%202019_0.pdf

[13] OCA – Whitepaper OCPP vs proprietary protocols v1.0,

https://www.openchargealliance.org/uploads/files/OCA-EN_whitepaper_OCPP_vs_proprietary_protocols_v1.0.pdf

[14] Gireve homepage, <https://www.gireve.com/home>.

- [15] eClearing homepage, <https://www.e-clearing.net/>.
- [16] Hsubject homepage, <https://www.hsubject.com>.
- [17] Vision document / Position paper Open Market & Open Protocols, RVO Netherlands, still to be published
- [18] Laying the Groundwork for Electric Vehicle Roaming in India, July 2021, CEEW
<https://cef.ceew.in/solutions-factory/publications/laying-the-groundwork-for-electric-vehicle-roaming-in-india>
- [19] CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Smart Grid Reference Architecture
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert_group1_reference_architecture.pdf (2012)
https://ftp.cencenelec.eu/EN/EuropeanStandardization/HotTopics/SmartGrids/SGCG_Methodology_SGAMUserManual.pdf (2014)
- [20] The GridWise Architecture Council (GWAC): Gridwise Interoperability Context-Setting Framework (2008)
https://www.gridwiseac.org/pdfs/interopframework_v1_1.pdf
- [21] ISO: Open Systems Interconnection — Basic Reference Model: The Basic Model (ISO/IEC 7498-1:1994)
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7498:-1:ed-1:v2:en>
- [22] Interoperability of Public Electric Vehicle Charging Infrastructure, August 2019, Electric Power Research Institute (EPRI)
<https://www.eei.org/issuesandpolicy/electrictransportation/Documents/Final%20Joint%20Interoperability%20Paper.pdf>
- [23] UNEP publication on Interoperability for charging infrastructure for the Latin American and the Caribbean region, to be published
- [24] Colombian resolution 40223, 2021
- [25] Number of connectors at electric vehicle charging stations in Colombia as of October 2021 by type, Statista, <https://www.statista.com/statistics/1176501/types-electric-vehicle-charging-station-connectors-colombia/>
- [26] The Unpredictable Certainty: White Papers, National Research Council, The National Academies Press, <https://doi.org/10.17226/6062>.
- [27] The Value Of Health Care Information Exchange And Interoperability, Health Affairs, 2005, <http://content.healthaffairs.org/content/early/2005/01/19/hlthaff.w5.10.citation>
- [28] Electric Mobility: status in Latin America and the Caribbean and opportunities for regional collaboration, MOVELATAM, 2019, <https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/09/Report-of-Electric-Mobility-in-Latin-America-and-the-Caribbean-2019-LQ.pdf>
- [29] The ecotourism industry in the Caribbean: a value chain analysis / Shellyanne Wilson, Indera Sagewan-Alli, Agustina Calatayud – IDB Technical Note ; 710, <https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Ecotourism-Industry-in-the-Caribbean-A-Value-Chain-Analysis.pdf>
- [30] Prospective towards implementation of electric vehicles in Colombia, E. Gómez-Mesino et al 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 844 012014
- [31] European Alternative Fuels Observatory, European Commission, <https://www.eafo.eu>
- [32] European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) website, <http://www.acea.auto>
- [33] Eurostat website, European Union, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Main_Page

[34] Directive on the deployment of alternative fuels infrastructure 2014/94/EU (AFID), 22-10-2014, European Commission
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094>

[35] Summary Handbook of the STF Recommendations for public authorities for procuring, awarding concessions, licenses and/or granting support for electric recharging infrastructure for passenger cars and vans, Version 1 – adopted by STF on 2 December 2020
https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/stf_handbook.pdf

[36] Recommendations for public authorities on procuring, awarding concessions, licenses and/ or granting support for electric recharging infrastructure for passenger cars and vans
 Version 1 – adopted by STF on 2 December 2020, Strategic Transport Forum, DG Move, European Commission
https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/sustainable_transport_forum_report_-_recommendations_for_public_authorities_on_recharging_infrastructure.pdf

[37] REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the application of Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure, march 2021
https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/news/2021-03-09-report-eu-wide-alternative-fuels-infrastructure-deployment_en

[38] Proposed regulation on the deployment of alternative fuel infrastructure (AFIR), 14-7-2021, European Commission
https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision_of_the_directive_on_deployment_of_the_alternative_fuels_infrastructure_with_annex_0.pdf

[39] Commission Delegated Regulation (EU) 2015/962 of 18 December 2014 supplementing Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the provision of EU-wide real-time traffic information services
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0962>

[40] ITS National Access Points, https://transport.ec.europa.eu/document/download/963c997d-efd9-40ae-a38b-5d4b935bdfcf_en

[41] DELEGATED REGULATION (EU) 2015/962, supplementing Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the provision of EU-wide real-time traffic information services, 2014,
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0962&from=EN>

[42] Evaluation of the Intelligent Transport Systems Directive 2010/40/EU, 9-10-2019, European Commission
<https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/legislation/swd20190368-its-ex-post-evaluation.pdf>

[43] Programme Support Action addressed to the Member States – “Data collection related to recharging/refuelling points for alternative fuels and the unique identification codes related to e-Mobility actors” (IDACS), 2019, European Commission
https://ec.europa.eu/transport/content/programme-support-action-addressed-member-states-data-collection-related_en

[44] EU DIRECTIVE 2018/844 on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, of 30 May 2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>

[45] Labelling for electrically rechargeable road vehicles and charging infrastructure, <https://fuel-identifiers.eu/>

[46] overview of connector requirements in the EU, Charin, <https://www.charinev.org/ccs-at-a-glance/ccs-implementation-guideline/>

[47] Dutch association of charging station operators and service providers e-Violin, <http://www.eviolin.nl>

[48] Code of Conduct, version 3.1, eViolin, http://www.eviolin.nl/wp-content/uploads/2019/11/Code-of-Conduct--minimale-set-afspraken-EVIOLIN_3_1-incl-signing-request.pdf

[49] Charge Data Record Interchange format to be used for settlement between members of eViolin in the roles of Chargepoint Operator (Infra Provider as the sender) and Chargeservice provider (Service Provider as the recipient), v1.6, eViolin
<http://www.eviolin.nl/wp-content/uploads/2019/11/201401110-Charge-Detail-Records-Interchange-Format-v1.6.xls>

[50] Netherlands Knowledge Platform for Charging Infrastructure (NKL), <https://www.nklnederland.com/>

[51] Uniform Standards for Charging Stations, NKL, <https://www.nklnederland.com/uploads/files/NKL-Engels-2018-def.pdf>

[52] Elaad, <https://www.elaad.nl/>

[53] The National Charging Agenda, The Netherlands
<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2020/10/Factsheet%20The%20National%20Charging%20Infrastructure%20Agenda.pdf>

[54] Regulation on technical requirements and user information about alternative fuel infrastructure in connection with the provision of information on publicly accessible electric vehicle charging stations. ("Regeling technische Eisen en gebruikersinformatie over de infrastructuur van alternatieve brandstoffen in verband met het verstrekken van informatie over publiek toegankelijke oplaadpunten voor elektrische voertuigen.")
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0039677/2021-07-01>

[55] Über 1000 Stadtwerke agieren auf dem Strommarkt <https://www.strommagazin.de/info/stadtwerke/>

[56] German Charging Infrastructure Regulations, RVO, https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/04/German%20charging%20infrastructure%20regulations%20report%20march%202019_0.pdf

[57] THE FUTURE OF E-CHARGING INFRASTRUCTURE: GERMANY, Watson Farley & Williams, 2020, <https://www.wfw.com/articles/the-future-of-e-charging-infrastructure-germany/>

[58] Regulatory environment and incentives for using electric vehicles and developing a charging infrastructure, Federal Ministry of Economic Affairs and Energy, <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Artikel/Industry/regulatory-environment-and-incentives-for-using-electric-vehicles.html>

[59] Norway bans gas car sales in 2025, but trends point toward 100% EV sales as early as April, Elektrek, September 2021, <https://electrek.co/2021/09/23/norway-bans-gas-cars-in-2025-but-trends-point-toward-100-ev-sales-as-early-as-april/>

[60] Norwegian EV policy, Elbil, <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>

[61] Charging infrastructure experiences in Norway – the worlds most advanced EV market, Erik Lorentzen, Petter Haugneland, Christina Bu, Espen Hauge, EVS 30 symposium 2017, <https://elbil.no/content/uploads/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>

[62] Electric vehicle charging in Europe, 2021, Arthur D Little
https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_ev_charging_europe_v2_0.pdf

[63] Winning the Battle in the EV Charging Ecosystem, BCG, 2021, <https://www.bcg.com/publications/2021/the-evolution-of-charging-infrastructures-for-electric-vehicles>

[64] Maturity model for public EV charging – from cost reduction to a professional market, 2017, Netherlands' Knowledge Platform for Charging Infrastructure (NKL)
https://www.nklnederland.com/uploads/files/Article_Benchmark_2017_EN_okt_2017_DEF.pdf

[65] Senate Bill 454: electric vehicle charging stations.(2013-2014), State of California
https://leginfo.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201320140SB454

[66] Executive Order R-20-001 Relating to the Electric Vehicle Supply Equipment Standards Regulation, CARB, 2019,
<https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2019/evse2019/execorder.pdf>

[67] ATTACHMENT A - MODIFICATIONS TO THE PROPOSED REGULATION ORDER ELECTRIC VEHICLE SUPPLY EQUIPMENT STANDARDS, CARB, 2019,
<https://ww3.arb.ca.gov/regact/2019/evse2019/15dayatta.pdf>

[68] Appendix B: California Open Charge Point Interface (OCPI)test procedures for networked electric vehicle service equipment for level 2 and direct current fast charge classes
https://ww3.arb.ca.gov/regact/2019/evse2019/appb.pdf?_ga=2.203221521.1666208019.1571121034-250168091.1561991525

[69] OCPP & California pricing requirements, Open Charge Alliance, 2021,
https://www.openchargealliance.org/uploads/files/ocpp_and_dms_evse_regulation-v2.0.pdf

[70] EVSE Standards Regulation Background and FAQs, CARB, 2019,
<https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/evse-standards-regulation-background-and-faqs>

[71] Position paper on the Revision of Directive 2014/94/EU on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure, ChargeUp Europe, 2020, <https://www.chargeupeurope.eu/positions>