



Regulaciones y consideraciones técnicas para la electromovilidad en República Dominicana

Informe explicativo

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Denominación del proyecto

Proyecto Transición Energética (PTE)
Fomento de Energías Renovables para implementar Los Objetivos Climáticos en la República Dominicana

Apdo. Postal 2960
Calle Juan García Bonelly No. 19, Edificio Corporativo DML
Local 2A, Ens. Julieta
10130 Santo Domingo
República Dominicana
T +1809 541-1430
I www.transicionenergetica.do

Responsable

Clemens Findeisen, Director Proyecto Transición Energética, GIZ

Autores

Dr. Eckehard Tröster, Energynautics GmbH
Thorsten Schlößer, Energynautics GmbH
Sammit Vartak, Energynautics GmbH

Ejecutado por

Ministerio de Energía y Minas, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco del Proyecto Transición Energética, por encargo del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (International Climate Initiative IKI)

Diseño/diagramación

DIAMOND media GmbH, Neunkirchen-Seelscheid, Alemania

Fotografías/fuentes:

Adobe Stock, Freepik, Freepik/ay_ac@hotmail.com, Freepik/Bisual Studio, GIZ, Shutterstock

Material cartográfico

Las representaciones cartográficas tienen carácter netamente informativo y no han sido validadas por fuentes del derecho internacional público en lo que respecta a la determinación de fronteras y territorios. La GIZ no garantiza la actualidad, exactitud o integridad del material cartográfico puesto a disposición. No se asume responsabilidad alguna por cualquier perjuicio surgido directa o indirectamente de su uso.

Por encargo de:

Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima
Stresemannstraße 34 - 37
10115 Berlin
T +49 (0)30 18 305-0
F +49 (0)30 18 305-4375

Santo Domingo, 2023

Regulaciones y consideraciones técnicas para la electromovilidad en República Dominicana

Informe explicativo



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	17
1.1 BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	17
1.2 SITUACIÓN DE ADOPCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN REPÚBLICA DOMINICANA	18
1.3 IMPACTO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL SISTEMA ENERGÉTICO	18
1.4 CUESTIONES REGLAMENTARIAS	18
1.5 OBJETIVO DE ESTE INFORME	19
2. TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	20
2.1 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DE DOS RUEDAS	21
2.1.1 Casos de uso	22
2.1.2 Impacto de la recarga	22
2.2 CARROS ELÉCTRICOS	22
2.2.1 Casos de uso	23
2.2.2 Impacto de la recarga	23
2.3 AUTOBUSES ELÉCTRICOS	24
2.3.1 Casos de uso	24
2.3.2 Impacto de la recarga	24
2.4 CAMIONES ELÉCTRICOS	25
2.4.1 Casos de uso	25
2.4.2 Impacto de la recarga	25
2.5 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	26
3. PARÁMETROS DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	27
3.1 TECNOLOGÍA DE LAS BATERÍAS DISPONIBLE	28
3.2 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	31
4. TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA	32
4.1 MODOS DE CARGA	32
4.1.1 Modo 1	33
4.1.2 Modo 2	34
4.1.3 Modo 3 y 4	35
4.2 TIPOS DE CONECTORES	35
4.2.1 Cargadores de CA	35
4.2.2 Cargadores de CC	38
4.2.3 Carga inalámbrica	41
4.2.4 Intercambio de baterías	41
4.3 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	42
5. ASPECTOS DEL CÓDIGO DE RED	43
5.1 FRECUENCIA	43
5.2 VOLTAJE	43
5.3 ARMÓNICOS	44
5.4 DESBALANCE DE FASE	44

5.5 RESTAURACIÓN DE LA RED	44
5.6 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	45
6. MITIGACIÓN DEL IMPACTO EN LA RED	46
6.1 FACTOR DE SIMULTANEIDAD	47
6.2 GESTIÓN DE LA CARGA (GESTIÓN DE LA DEMANDA)	50
6.3 CARGA INTELIGENTE	51
6.4 MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	52
6.5 CARGA BIDIRECCIONAL	53
6.6 BATERÍA DE RESERVA	54
6.7 TARIFAS POR TIEMPO DE USO	54
6.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	55
7. REQUISITOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA	56
7.1 ESTANDARES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA RELEVANTES	56
7.2 REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA	58
7.3 PROTECCIONES ELÉCTRICAS	58
7.3.1 Protección contra sobrecargas:	58
7.3.2 Protección contra el flujo de potencia inversa:	59
7.3.3 Protección contra sobretensiones y rayos:	59
7.3.4 Protección de corriente residual:	59
7.3.5 Protección de corriente continua:	59
7.3.6 Protección a tierra (Sistema de puesta a tierra):	60
7.3.7 Elementos de seguridad adicionales:	60
7.4 ESQUEMA DE PROTECCIÓN REPRESENTATIVO DE LAS ESTACIONES DE CARGA	60
7.4.1 Diseño de conexión del modo 2	60
7.4.2 Diseño de conexión del modo 3	60
7.4.3 Diseño de conexión del modo 4	61
7.5 CUMPLIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	62
7.5.1 Declaración de conformidad	62
7.5.2 Comprobaciones previas a la conexión	62
7.5.3 Inspección periódica	62
7.6 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	63
8. ENLACES DE COMUNICACIÓN	64
8.1 VEHÍCULO ELÉCTRICO (VE)	66
8.2 ESTACIÓN DE CARGA PARA VEHICULOS ELECTRICOS (ECVE)	66
8.3 OPERADOR DEL PUNTO DE CARGA (OPC)	67
8.4 ITINERANCIA (ROAMING)	67
8.5 PROVEEDOR DE ENERGÍA	70
8.6 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA (SGE)	70
8.7 OPERADOR DE LA RED	70
8.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	71

9. ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN	72
9.1 REDES DE ESTACIONES DE CARGA PROPIAS Y ABIERTAS	73
9.2 ESTÁNDARES PROPIOS VS ESTÁNDARES ABIERTOS	74
9.3 OCPP	74
9.4 EEBUS	76
9.5 IEC 63110	77
9.6 OPENADR	78
9.7 IEC 61850	79
9.8 OSCP	81
9.9 OCPI	82
9.10 OCHP	83
9.11 IEC 63119	85
9.12 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	85
10. OTRAS CONSIDERACIONES RELATIVAS A LAS ESTACIONES DE CARGA	86
10.1 REQUISITOS DEL TERRENO	86
10.2 PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	88
10.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	88
10.4 PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS MECÁNICOS	88
10.5 SEGURIDAD DE CARGA EN INTERIORES	89
10.6 ROBO Y VANDALISMO	89
10.7 VISIBILIDAD DE LAS ESTACIONES DE CARGA	89
10.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	89
11. VÍNCULOS ENTRE LAS PARTES INTERESADAS	90
11.1 OPERADOR DEL PUNTO DE CARGA	91
11.2 PROVEEDOR DEL SITIO	92
11.3 INTEGRADOR DEL SISTEMA	92
11.4 PROVEEDOR DE SOFTWARE	93
11.5 PROVEEDOR DE HARDWARE	93
11.6 CLIENTE INDIVIDUAL	93
11.7 OPERADOR DE FLOTA	93
11.8 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE ELECTROMOVILIDAD	93
11.9 ITINERANCIA (ROAMING)	94
11.10 PROVEEDOR DE ENERGÍA	94
11.11 OPERADOR DE LA RED	94
11.12 BANCO	95
11.13 GOBIERNO	95
11.14 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	95
12. PROCESO DE AUTORIZACIÓN PARA AGENTES EN LA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	96
12.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	98

13. PROCESO DE AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE CARGA	99
13.1 AUTORIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE CARGA	100
13.1.1 Ámsterdam, Países Bajos:	101
13.1.2 Oslo, Noruega:	102
13.1.3 Estocolmo, Suecia:	103
13.1.4 Otras ciudades:	103
13.1.5 Resumen:	104
13.2 PROCESO DE AUTORIZACIÓN ESPECÍFICO DE LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN	105
13.2.1 Pacific Gas and Electric:	105
13.2.2 Southern California Edison:	105
13.2.3 San Diego Gas and Electric:	105
13.2.4 Departamento de Agua y Energía de Los Ángeles:	105
13.2.5 Resumen:	106
13.3 REGISTRO DE ESTACIONES DE CARGA	106
13.4 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	107
14. PERSONAL CUALIFICADO PARA LA INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE CARGA	109
14.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	110
15. VENTA DE ELECTRICIDAD A TRAVÉS DE AGENTES EXTERNOS	111
15.1 ALEMANIA	113
15.2 REINO UNIDO	113
15.2.1 Escenario 1: Carga de vehículos eléctricos en casa	113
15.2.2 Escenario 2: Carga en la vía pública	114
15.2.3 Escenario 3: Carga en destino	114
15.2.4 Escenario 4: Carga en ruta	115
15.2.5 Resumen	115
15.3 ESTADOS UNIDOS	115
15.4 INDIA	117
15.5 ESPAÑA	118
15.6 NUEVOS MODELOS DE AGENTES PARA LA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	119
15.6.1 Estación de carga que pertenece a la empresa de servicio y es operada por la misma	120
15.6.2 Empresa de Servicio con concesionario privado	120
15.6.3 Propiedad y gestión privada	120
15.6.4 Privado con incentivo gubernamental	120
15.6.5 De la línea al medidor	120
15.6.6 Acceso abierto	121
15.6.7 Resumen	121
15.7 FACTURACIÓN DE LA ENERGÍA CARGADA	121
15.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	122
16. REGISTRO DE LA ESTACIÓN DE CARGA	124
16.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA	125
17. REFERENCIAS	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interacción de las partes interesadas en la carga de VE, incluidos los estándares pertinentes.	13
Figura 2: Interacción de las partes interesadas en la carga de vehículos eléctricos.	15
Figura 3: Tipos de sistemas de propulsión.	21
Figura 4: Curvas de velocidad de carga de diferentes tipos de baterías.	29
Figura 5: Cable de carga para el modo 1	34
Figura 6: Cable de carga para el modo 2.	34
Figura 7: Cable de carga para el modo 3 y 4.	35
Figura 8: Conector IEC 62196 Tipo 1, Fuente: [8]	36
Figura 9: Conector IEC 62196 Tipo 2, Fuente: [8][8]	36
Figura 10: Funcionalidad de la comunicación entre la estación de carga básica y el VE.	37
Figura 11: Conector IEC 60309, Fuente: [11]	38
Figura 12: Conector CCS tipo 2, Fuente: [12][12]	38
Figura 13: Conector CHAdeMO 1.0, Fuente: [16][15]	39
Figura 14: Conector GB/T 27930	39
Figura 15: Conector OppCharge, Fuente: [23]	40
Figura 16: Plataforma de carga inalámbrica para vehículos eléctricos, Fuente: [26]	41
Figura 17: Estación manual de intercambio de baterías para e-scooters por Gogoro en Taiwán, Fuente: [30]	42
Figura 18: Estación de intercambio de baterías de VE 2.0 para vehículos de pasajeros Nio en China, Fuente: [33]	42
Figura 19: Simultaneidad de la carga de VE para diferentes niveles de potencia de carga en Alemania.	48
Figura 20: Demanda promedio máxima de la red debido a la carga de vehículos eléctricos a diferentes niveles de potencia de carga en Alemania.	49
Figura 21: Esquema del sistema de gestión de la carga estática y dinámica.	50
Figura 22: Factor de emisiones de CO ₂ en marzo de 2021 para Alemania.	52
Figura 23: Ejemplo de consumo de energía en función del tiempo con (línea verde) y sin (línea roja) V2G.	53
Figura 24: Incremento potencial de la demanda debido a las tarifas por tiempo de uso.	55
Figura 25: Esquema sugerido para el modo 2 de carga de vehículos eléctricos.	61
Figura 26: Esquema sugerido para el modo 3 de carga de vehículos eléctricos.	61
Figura 27: Esquema sugerido para el modo 4 de carga de vehículos eléctricos.	61
Figura 28: Enlaces de comunicación relevantes para el proceso de carga de vehículos eléctricos.	65
Figura 29: Concepto de itinerancia, basado en la conexión punto a punto backend.	67
Figura 30: Aumento de la complejidad de itinerancia punto a punto.	68
Figura 31: Conexión de itinerancia a un concentrador de itinerancia dedicado.	69
Figura 32: Enlaces de comunicación relevantes para el proceso de carga de VE, incluyendo los estándares abiertos más relevantes.	73
Figura 33: Estructura de comunicación Heartbeat del OCPP, Fuente [42]	75
Figura 34: Estructura de comunicación OpenADR VEN & VET, Fuente [47].	78
Figura 35: Enfoque basado en objetos para IEC 61850, Fuente [51].	80

Figura 36: Estructura del handshake OSCP.	81
Figura 37: Vía de comunicación del OCHP, Fuente [53].	84
Figura 38: Vínculos de pago y servicio entre las diferentes partes interesadas en el negocio de la carga de vehículos eléctricos.	91
Figura 39: Áreas de concesión de las EDE: EdeSur, EdeNorte, EdeEste, y sistemas aislados, Fuente: SIE.	112
Figura 40: Escenario de carga en destino, enfoque de Reino Unido	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de vehículos eléctricos y el impacto esperado en la red en República Dominicana	26
Tabla 2: Resumen de los parámetros relevantes para los tipos de batería analizados.	30
Tabla 3: Normas IEC aplicables a las estaciones de carga para vehículos eléctricos	57
Tabla 4: Diseño del archivo JSON del Heartbeat OCPP [42]	76
Tabla 5: Estructura del handshake OSCP	82
Tabla 6: Comparación de la funcionalidad de las versiones más recientes de OCHP y OCPI.	84
Tabla 7: Terreno necesario para la estación de carga	87
Tabla 8: Enfoque de EE.UU. para la comercialización del suministro de electricidad para la carga de vehículos eléctricos.	116
Tabla 9: Posibles modelos de participación del sector privado	119

LISTA DE ABREVIATURAS

CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CCS	Combined Charging System (Sistema de carga combinada)
CLP	Comunicación mediante Línea de Potencia
CO2	Dióxido de carbono
ECVE	Estación de Carga para Vehículos Eléctricos
EDE	Empresa Distribuidora de Electricidad
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz (Ley de la industria energética de Alemania)
ER	Energía Renovable
EUR	Euro
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional)
GNC	Gas Natural Comprimido
H/W	Hardware
ID	Interruptor Diferencial
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización)
kW	Kilovatio
kWh	kilovatio hora
NID	Nivel de Inundación de Diseño
OCHP	Open Clearing House Protocol (Protocolo de centro de intercambio abierto)
OCPI	Open Charge Point Interface (Interfaz de puntos de carga abierta)
OCPP	Open Charge Point Protocol (Protocolo de punto de carga abierto)
Ofgem	Office of Gas and Electricity Markets (Oficina de Mercados de Gas y Electricidad)
OPC	Operador del Punto de Carga
OpenADR	Open Automated Demand Response (Respuesta a la demanda automatizada abierta)
OppCharge	Opportunity Charge (Carga de oportunidad)
OSCP	Open Smart Charging Protocol (Protocolo de carga inteligente abierto)
PMR	Precio Máximo de Reventa
PSE	Proveedor de Servicios de Electromovilidad
PSN	Proveedor de Servicios en la Nube
S/W	Software
SGE	Sistema de Gestión de Energía (Energy Management System).
SIE	Superintendencia de Electricidad
SOC	State of Charge (Estado de carga de la batería)
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto
THD	Total Harmonic Distortion (Distorsión armónica total)
V2G	Vehicle to Grid (Vehículo-a-red)
V2H	Vehicle to Home (Vehículo-a-casa)
VE	Vehículo Eléctrico
VEB	Vehículo Eléctrico de Batería
VHEE	Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable

RESUMEN EJECUTIVO

En República Dominicana se están llevando a cabo varias iniciativas de estaciones de carga para vehículos eléctricos, a pesar de la falta de regulación. El objetivo de este informe explicativo es proporcionar al lector la comprensión necesaria de:

- Tipos de vehículos eléctricos y parámetros relevantes para la carga.
- Tipos de estaciones de carga y aspectos de integración de la red, tales como seguridad eléctrica, estabilidad de la red y estrategias de carga de vehículos eléctricos
- Enlaces de comunicación y estándares relevantes para la carga de vehículos eléctricos.
- Participación de las partes interesadas en el negocio de carga de vehículos eléctricos
- Proceso de autorización de agentes y estaciones de carga previa a la operación, incluyendo los procedimientos de instalación.
- Aspectos jurídicos de la venta de electricidad a través de agentes externos.
- Importancia de un registro de estaciones de carga a nivel nacional.

En un documento por separado se ofrecen recomendaciones regulatorias semi-legales basadas en este informe. A continuación, se resumen los aspectos más importantes para su rápida consulta:

Aspectos Técnicos:

- Se espera que los carros y autobuses eléctricos tengan el mayor impacto en la red de República Dominicana de un corto a mediano plazo, lo que los convierte en el tema central de este informe.
- Los vehículos eléctricos suelen cargarse lentamente con cargadores de corriente alterna (CA) (hasta 22 kW) y se cargan rápidamente con cargadores de corriente continua (CC) (50-350 kW). Para República Dominicana, el enchufe IEC 62196 Tipo 1 de CC, CCS1 de CC, GB/T 20234.2-2015 de CA, GB/T 20234.3-2015 de CC y CHAdeMO de CC desempeñarán un papel importante, debido a la proximidad

con Estados Unidos y las importaciones de carros nuevos de China.

- Las estaciones de carga deben ser diseñadas y operadas de acuerdo a estándares internacionales de seguridad. No es necesario definir requisitos adicionales. Los estándares existentes son adecuados y los fabricantes internacionales de estaciones de carga no tendrán que realizar cambios específicos para cada país.
- Las estaciones de carga deben instalarse en lugares con suficiente capacidad de red. Debe garantizarse que las fases se conecten de forma aleatoria para reducir desbalances de fase. Además, las estaciones de carga de CC deben contribuir a la estabilidad del voltaje mediante ajustes de potencia reactiva al menos durante el proceso de carga. En el mediano plazo, la frecuencia, los armónicos y los procesos de restablecimiento de la red serán relevantes.
- En los centros de recarga o lugares de recarga en los que es importante mantener la carga sancionada baja, la gestión de la carga ya es aplicada a escala comercial para reducir la carga de la red y los cargos por consumo de energía. La gestión de la carga garantiza que no se supere un punto de referencia de consumo total de energía reduciendo la potencia de carga del vehículo eléctrico según sea necesario. Esto no es suficiente para garantizar la seguridad de la red.
- Por motivos de seguridad de la red, será necesario recurrir a la carga inteligente o a la ampliación de la red convencional. La carga inteligente es más rentable, pero hasta ahora sólo existen proyectos de demostración a escala internacional. El objetivo principal de la carga inteligente es reducir la potencia de carga en caso de sobrecarga de la red. Por lo tanto, sólo es adecuada para la carga lenta con la flexibilidad de diferir el proceso de carga. La carga inteligente también puede utilizarse como un caso de uso secundario para disminuir el impacto ambiental de los vehículos eléctricos, al cambiar la sesión de carga a momentos de alta disponibilidad de energía renovable.

- Las tarifas por tiempo de uso son adecuadas para reducir la necesidad de carga inteligente e incentivar el uso de periodos de tiempo donde la electricidad es más económica. Actualmente, las tarifas por tiempo de uso, con excepción de algunos proyectos pequeños, son estáticas. Esto conlleva a riesgos de alta demanda al comienzo de la tarifa económica, en caso de que los usuarios carguen los vehículos eléctricos en ese periodo. El impacto en la red de las tarifas por tiempo de uso debe ser supervisado para garantizar que el efecto descrito no sea demasiado grande. En el futuro, se esperan precios dinámicos, que también tengan en cuenta las limitaciones de la red local y la producción de energía renovable.
- La carga bidireccional amplía la funcionalidad de la carga inteligente. No sólo se puede reducir la potencia de carga en caso de limitación en la red o de electricidad, sino que la propia batería del vehículo puede devolver la electricidad a la red. La conexión vehículo-a-red (V2G, vehicle to grid) será muy importante en casos de alta participación de energía renovable, pero hasta ahora sólo existen proyectos piloto. Quedan por evaluar varios aspectos tecnológicos, como el riesgo de desgaste prematuro de la batería. A escala comercial, la carga bidireccional ya se utiliza para aumentar la capacidad de restablecimiento de energía en los hogares en aplicaciones vehículo-a-casa (V2H, vehicle to home). En el futuro, estas características serán relevantes para República Dominicana después de lograr una adopción significativa del VE y una mayor penetración de energías renovables.
- Como alternativa, se puede instalar una batería de reserva en la estación de carga para mantener los límites de suministro de energía de la red. En lugares remotos con sólo conexión de bajo voltaje en la red, a veces es más económico instalar una batería de reserva en lugar de ampliar la red para hacer funcionar una estación de carga de CC.
- Además de las consideraciones eléctricas, hay que tener en cuenta otros aspectos, como la idoneidad del emplazamiento en cuanto a disponibilidad de terreno, seguridad (vandalismo, inundaciones, etc.). La estación de carga debe ser visible para el usuario final y debe revisarse periódicamente para detectar mal funcionamiento.
- Las redes de las estaciones de carga pueden ser abiertas o propias. La mayoría de las redes son abiertas para atraer al mayor número posible de clientes. Hasta ahora, las redes de carga exclusivas sólo las operan los fabricantes de automóviles (especialmente Tesla) para obtener una ventaja competitiva en la venta de vehículos. Las redes abiertas tienen que basarse en estándares abiertos, mientras que las redes propias pueden adoptar estándares abiertos o propios. Hay una clara tendencia a favor de los estándares abiertos, ya que empiezan a ofrecer muchas funcionalidades y permiten adquirir equipos de diferentes fabricantes.
- Para la carga de vehículos eléctricos, varias partes interesadas tendrán que comunicarse entre sí. Las principales partes interesadas y los estándares de comunicación pertinentes se muestran en la Figura 1.

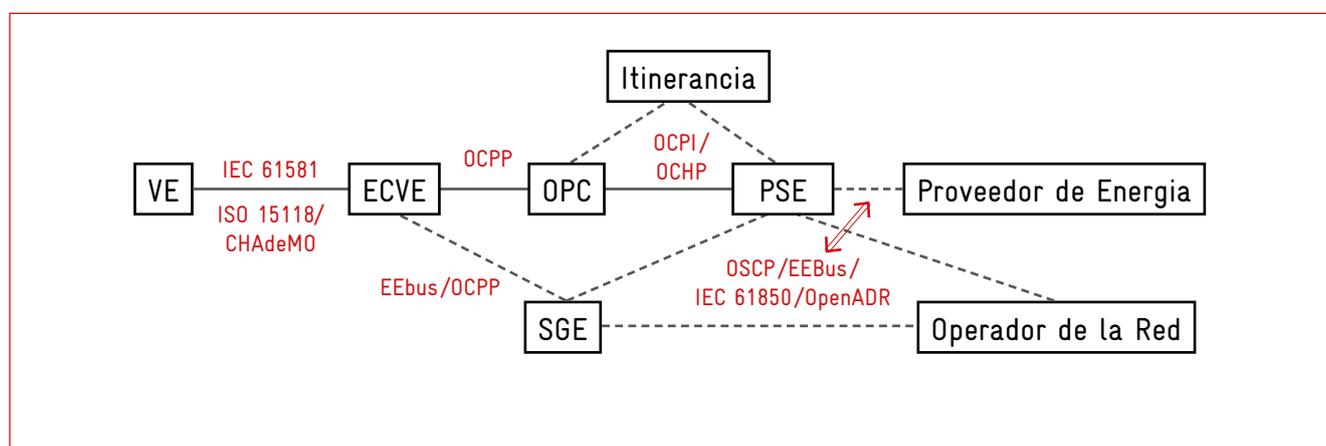


Figura 1: Interacción de las partes interesadas en la carga de VE, incluidos los estándares pertinentes.

- El vehículo eléctrico (VE) se conecta a la estación de carga para vehículos eléctricos (ECVE) durante la sesión de carga. La comunicación se realiza, por ejemplo, utilizando las normas IEC 61581, ISO 15118, GB/T 27930-2015 o CHAdEMO. El objetivo principal es garantizar la seguridad durante el proceso de carga.
- La ECVE, a su vez, se comunica con el operador del punto de carga (OPC) a través del Protocolo de Punto de Carga Abierto (OCPP, Open Charge Point Protocol) para mantener la funcionalidad de la ECVE. El OPC es responsable de la operación y el mantenimiento de la estación de carga. El OCPP es el estándar de facto de la industria, pero puede ser sustituido por el IEC 63110, una vez que esté disponible.
- El proveedor de servicios de electromovilidad (PSE) es responsable del contrato de carga con el conductor del VE. En la mayoría de los casos es también el OPC. El OCPP se utiliza para la facturación, la autorización y la comunicación de la carga inteligente con la ECVE.
- Los diferentes OPC y PSE pueden conectarse a través de la itinerancia (roaming). La itinerancia permite a los conductores de vehículos eléctricos cargar su vehículo en estaciones de carga de diferentes OPC a pesar de tener un único contrato con un PSE. Existen varios protocolos de itinerancia, aunque la Interfaz de Punto de Carga Abierta (OCPI, Open Charge Point Interface) y el Protocolo de Centro de Intercambio Abierto (OCHP, Open Clearing House Protocol) son los únicos protocolos independientes de un operador de itinerancia comercial.
- El proveedor de energía puede enviar señales de precios o de excedentes de energía renovable al PSE a través de IEC 61850 u OpenADR. Estas señales pueden ayudar a reducir el costo de carga o aumentar los beneficios ecológicos de los vehículos eléctricos. Mientras que OpenADR está más implantado en EE.UU., Europa confía más en IEC 61850.
- Los mismos estándares pueden ser utilizados por el operador de la red para conectarse al PSE y enviar señales y pronósticos de congestión de la red. Para ello pueden utilizarse IEC 61850 y OpenADR, además del Protocolo Abierto de Carga Inteligente (OSCP, Open Smart Charging Protocol) y EEBUS. Todavía no se ha establecido una preferencia clara sobre una norma de uso común.

- Los mismos cuatro estándares pueden utilizarse para conectarse a un sistema de gestión de la energía (SGE). El SGE gestiona la energía disponible optimizando los dispositivos conectados. Esto puede incluir baterías estacionarias, bombas de calor, aire acondicionado y la gestión del proceso de carga de varios vehículos eléctricos. Para ello, el EEBUS es el más adecuado, pero sólo ofrece posibilidades limitadas de comunicación con el operador de la red o con otras partes externas.
- Todos los estándares y partes interesadas son relevantes para República Dominicana. Por ahora, la estandarización de comunicación que sea irrelevante para la seguridad debería dejarse en manos de la industria, ya que no está claro en la mayoría de los casos que haya un acuerdo sobre la adopción de un estándar común en el futuro. A menos que se decida ofrecer incentivos monetarios para la construcción de estaciones de carga, los casos de negocio para la carga de vehículos eléctricos no deberían ser intervenidos exigiéndole acceso a itinerancia o pago sin un contrato (pago ad-hoc).

Aspectos Regulatorios:

- En la Figura 2 se muestra la interacción de los diferentes actores en el negocio de carga de vehículos eléctricos, independientemente del tipo de vehículo o de la accesibilidad a la estación de carga (pública o privada). Un mismo actor puede desempeñar varias funciones al mismo tiempo. El operador del punto de recarga (OPC) es responsable de seleccionar la ubicación de la estación de carga y garantizar su funcionamiento, mientras que el integrador del sistema puede ser contratado para construir y mantener la estación de carga. El integrador del sistema comprará a su vez el equipo necesario al proveedor de hardware y software. Para el proveedor de software, también es posible un modelo de pago periódico con el operador del punto de carga. Además, el OPC tiene que comprar o alquilar el terreno necesario para la instalación de la estación de carga al proveedor del sitio. El acceso a la recarga se concede directamente al cliente individual o a través del operador de la flota (ej.: carro compartido). El contrato de carga individual y la facturación de la sesión de carga son gestionados por el proveedor de servicios de electromovilidad (PSE). El PSE remitirá el pago al proveedor de energía y al operador de la red para el suministro y el acceso a la electricidad. El pago también se realiza al operador del punto de

carga por el acceso a la estación de carga. La separación entre el OPC y el PSE permite que varios actores presten servicios de carga en las mismas estaciones de carga, lo que aumenta la competencia y un mejor uso para el conductor del vehículo eléctrico. A través de la itinerancia (roaming), el conductor del vehículo eléctrico puede cargar su vehículo en varios OPC con un único contrato de carga.

- En República Dominicana, la actividad de venta y suministro de electricidad requiere una licencia. Sin una licencia, la reventa de electricidad no está permitida. En consecuencia, las tarifas de carga de vehículos eléctricos de los OPC sin licencia son limitadas y sólo pueden basarse en el tiempo de duración de la sesión de carga. Muchos países se han enfrentado al mismo problema. En la mayoría de los casos se resolvió definiendo la estación de carga como el consumidor final desde la perspectiva del proveedor de energía, permitiendo así la fijación de precios basada en la electricidad. Esto también se recomienda para República Dominicana. Cualquiera debería poder instalar y operar una estación de carga siempre que se cumplan los requisitos de seguridad y se

disponga de suficiente capacidad en la red. Tras un periodo de transición, sólo deberían permitirse las tarifas basadas en la energía consumida, que deben medirse con dispositivos de medición calibrados. En el caso de las estaciones de carga de CC, las pérdidas por conversión deben deducirse de la energía cobrada.

- La liberalización de la operación de las estaciones de carga contribuirá a aumentar el número de éstas. Sin embargo, el principal impulsor para el despliegue es el costo de los equipos y el uso de las estaciones de carga. En la actualidad, la operación de la infraestructura pública de carga no es rentable sin el apoyo monetario del gobierno.
- La instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos debe ser realizada únicamente por personal cualificado. El personal capacitado según la normativa SIE 049 tiene los conocimientos eléctricos necesarios para instalar estaciones de carga. Aunque no es estrictamente necesario, los programas de formación específicos podrían mejorar la calidad de las instalaciones.

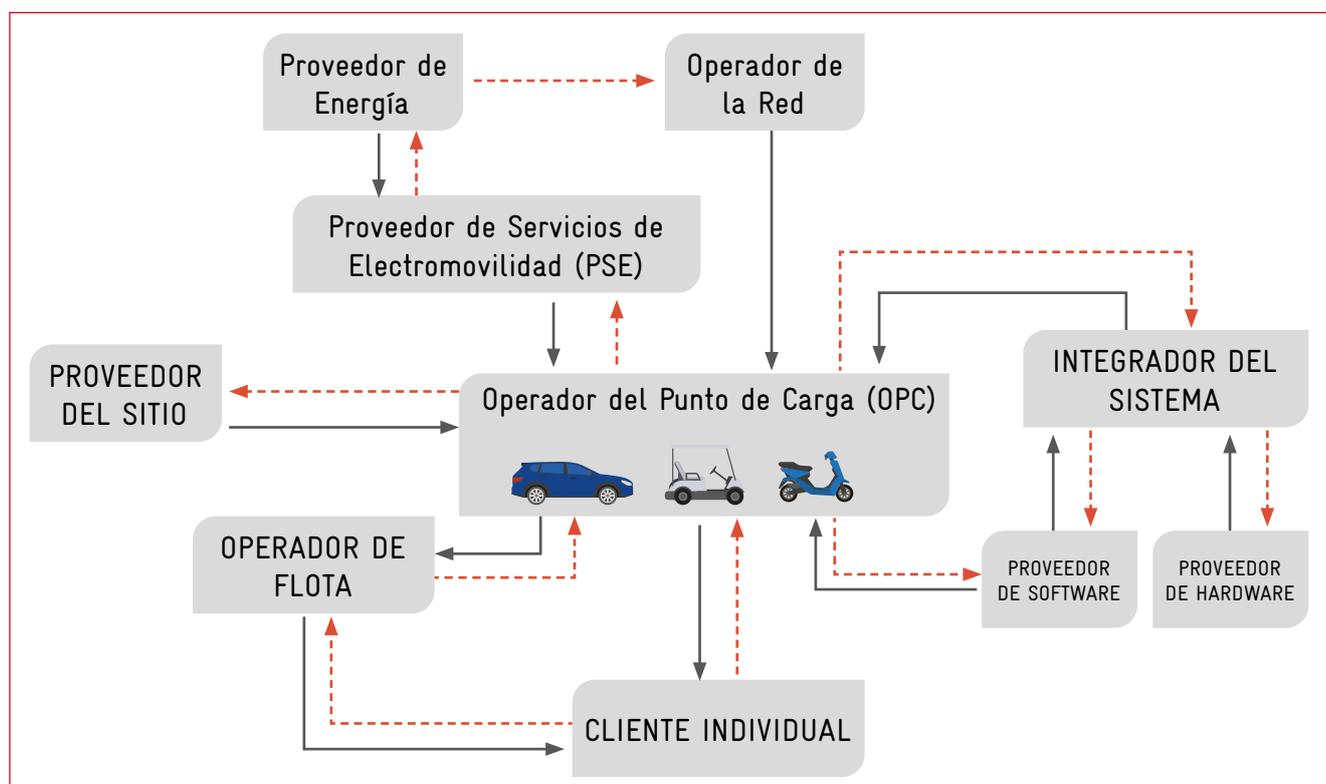


Figura 2: Interacción de las partes interesadas en la carga de vehículos eléctricos.

- Las estaciones de carga con potencia de carga superior a 3,7 kW deben estar registradas en la empresa operadora de la red. La empresa de distribución concederá la conexión directa a la red a menos que se prevea una congestión. En este caso, será necesario ampliar la red. El reparto de costos dependerá del cliente. En el caso de las estaciones de carga sin intención comercial y con una potencia de carga inferior a 11 kW, la empresa de distribución tendrá que pagar la ampliación de la red hasta el punto de conexión común a la red. En todos los demás casos, el costo deberá ser compartido. Una vez que la carga inteligente esté disponible a escala comercial, el operador de la red podría optar por soluciones de carga inteligente en lugar de la ampliación de la red convencional, al menos para las estaciones de carga de hasta 22 kW. Para el caso de estaciones de carga más rápidas, el impacto de la carga inteligente en el usuario se espera que sea muy alto.
- Se debe establecer personal y procesos específicos en la empresa de distribución para evaluar rápidamente las solicitudes de instalación de estaciones de carga y agilizar el proceso de autorización. La persona responsable debe actuar como punto de contacto único para los clientes.
- Los electricistas capacitados bajo la norma 049 del SIE deben estar autorizados para instalar estaciones de carga.
- Todas las estaciones de carga deben estar registradas con el operador de la red. En el caso de las estaciones de carga privadas, la dirección y la potencia de carga son suficientes, ya que proporcionarán al operador de la red más información sobre el consumo de energía previsto. Las estaciones de carga públicas deben proporcionar, además, datos de ubicación GPS e información más específica sobre la estación de carga. SIE debe recopilar la información de las estaciones de carga públicas de los operadores de la red para proporcionar una opción que le facilite a los conductores de VE encontrar estas estaciones de carga.

República Dominicana aún se encuentra en el inicio de la transición hacia los vehículos eléctricos. En esta fase, lo más importante es aplicar los requisitos básicos de seguridad a las regulaciones existentes. Las tecnologías más sofisticadas, como la carga inteligente, solo deberían añadirse en una fase posterior.

Desde el punto de vista de las políticas, todos los países con alto número de vehículos eléctricos ofrecen incentivos monetarios para los vehículos y las estaciones de carga públicas. Esto ha permitido a la industria avanzar hacia la producción en masa y la correspondiente reducción de costos, así como aumentar las tasas de adopción de vehículos eléctricos. En el futuro, es posible que República Dominicana también tenga que ofrecer incentivos monetarios para lograr tasas específicas de electrificación del transporte. La evaluación de incentivos monetarios, diferente a las tarifas de los vehículos eléctricos, no forma parte de este estudio.



1. INTRODUCCIÓN

Si no se realiza un esfuerzo global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, los fenómenos meteorológicos extremos aumentarán, junto con un aumento del nivel del mar de aproximadamente un metro para el año 2100, lo que provocaría una importante pérdida de masa terrestre. El impacto social será mucho mayor que los desafíos actuales asociados al Coronavirus.

La electrificación del transporte es parte fundamental en la transición energética hacia una economía libre de fósiles para detener la crisis climática. El siguiente documento proporcionará una comprensión de cómo debe establecerse la infraestructura de carga y cómo la regulación puede apoyar la adopción de vehículos eléctricos en República Dominicana.

1.1 BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los beneficios medioambientales de los vehículos eléctricos dependen en gran medida de la combinación de generación de electricidad. La electrificación del transporte debe ser soportada por la transformación del sector eléctrico. Lo ideal sería que la energía renovable se utilizara exclusivamente para la carga de los vehículos eléctricos. Sin embargo, debido a su mayor eficiencia, los vehículos eléctricos ya son beneficiosos para el medioambiente con la combinación de generación existente. Sin embargo, no deben confundirse con la posibilidad de compensar el impacto climático de los nuevos generadores que producen dióxido de carbono, como las centrales eléctricas de carbón. Sólo

una estrategia combinada con energías renovables es beneficiosa para el medioambiente.

Otra ventaja de los vehículos eléctricos es la reducción de los niveles de contaminación local, que a veces es aún más importante en las zonas urbanizadas. Además, desde la perspectiva del gobierno, la reducción de la dependencia de las importaciones de petróleo es una razón importante para apoyar el desarrollo del sector de vehículos eléctricos en un estado insular.

1.2 SITUACIÓN DE ADOPCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN REPÚBLICA DOMINICANA

La adopción de vehículos eléctricos ha sido baja en República Dominicana hasta el día de hoy. Para 2025, el 15 % de las ventas de vehículos de pasajeros debería ser eléctrico. En 2030, se espera que este valor se duplique. [1]

Para lograr estos objetivos, es necesario construir una infraestructura de carga adecuada en todo el país. La marca privada EverGo ha emprendido la instalación más destacada, con 150 puntos de carga rápida en toda República Dominicana.

La regulación no está al día con el desarrollo actual y esperado. Hasta ahora, la única regulación específica sobre la carga de vehículos eléctricos por parte de SIE, es la regulación SIE-056-2016 artículo 625.

1.3 IMPACTO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL SISTEMA ENERGÉTICO

Los vehículos eléctricos tienen un impacto considerable en el sistema energético. El más destacado es la reducción del consumo de petróleo, a costa de un mayor consumo de electricidad. La alta eficiencia de los vehículos eléctricos sólo supondrá un aumento moderado del consumo de electricidad. En Alemania, los vehículos recorren una media de 14.500 km al año. El consumo promedio de electricidad de un vehículo eléctrico es de 20 kWh / 100 km. Con una flota de 45 millones de vehículos en Alemania, la conversión a propulsión totalmente eléctrica resultaría en un requerimiento anual de electricidad de 130 TWh. El consumo actual de electricidad en Alemania es de unos 600 TWh, lo que supone un aumento del 22% en el consumo de energía si se electrifican todos los vehículos.

Con la proyección actual de adopción de vehículos eléctricos para República Dominicana, se puede esperar que el consumo nacional de electricidad aumente entre un 3 y un 6 % para 2030 como resultado de la electromovilidad. Un valor que se puede manejar bien desde el punto de vista energético.

La situación es diferente para el aspecto temporal del suministro eléctrico. Actualmente, la mayoría de los vehículos eléctricos se cargan por la noche, después del trabajo. Se debe utilizar una generación pico más costosa, además de gestionar los posibles cuellos de botella mediante la ampliación de la red o la carga inteligente.

1.4 CUESTIONES REGLAMENTARIAS

Los vehículos eléctricos y la infraestructura de carga de vehículos eléctricos también ofrecen oportunidades de desarrollo económico para las organizaciones del sector público y privado mediante nuevas oportunidades de negocio y también para las empresas de servicios públicos mediante ingresos adicionales por la venta de electricidad.

De acuerdo con la regulación actual en República Dominicana, los agentes situados fuera del área de concesión para la distribución de electricidad no están autorizados a vender electricidad. La venta de electricidad se implementaría como incumplimiento de las condiciones de exclusividad de las áreas de concesión. Esto impone un problema a los operadores de estaciones de carga para vender electricidad a los conductores de VE. El operador de la estación de carga no puede cobrar un precio basado en el kWh de energía eléctrica consumida. Los operadores de estaciones de carga para vehículos eléctricos sólo pueden proporcionar electricidad para los servicios de carga de forma gratuita, basado en la interpretación actual de la ley. Actualmente, los operadores de estaciones de carga proporcionan electricidad o cobran una tarifa basada en tiempo de uso de la estación de carga.

Hasta ahora no existe una regulación o definición específica para los “agentes que comercializan servicios de carga para vehículos eléctricos”. Con el aumento del número de VE, el despliegue de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos tiene que mantenerse al ritmo. La creación de condiciones favorables para atraer inversiones tiene que empezar por definir los agentes autorizados a participar en la venta de servicios de carga. El principal obstáculo en la definición de los agentes para

la explotación comercial de la carga de vehículos eléctricos es el incumplimiento de la condición de exclusividad. Por ello, es importante buscar opciones que permitan a los agentes externos la venta de electricidad dentro de las áreas de concesión. Es necesario establecer los diferentes actores que intervienen en el negocio de las estaciones de carga para vehículos eléctricos y entender sus conexiones y funciones.

1.5 OBJETIVO DE ESTE INFORME

A partir de las consideraciones anteriores, queda claro que es necesario actualizar las regulaciones para hacer frente al aumento previsto de la electromovilidad.

Dentro de este informe explicativo, se evalúan las mejores prácticas internacionales y su potencial aplicabilidad en República Dominicana, antes de proporcionar recomendaciones regulatorias en un documento semi-legal por separado.

En el marco de este informe explicativo, se presentarán los siguientes aspectos. Cada aspecto se encuentra en orden consecutivo en un capítulo dedicado. Para mayor orientación, el informe se divide en dos partes. En la parte A se evalúan los aspectos técnicos, antes de introducir los aspectos reglamentarios en la parte B.

Parte A: Aspectos técnicos.

- Tipos de vehículos eléctricos que se espera impacten en la red de República Dominicana en los próximos años.
- Parámetros del vehículo eléctrico que influyen en el consumo de carga eléctrica y los requisitos de energía, como la capacidad de la batería.
- Introducción de las estaciones de carga y tipos de enchufes, incluyendo una evaluación de relevancia nacional.
- Implicaciones de la carga de vehículos eléctricos en la red y el consumo de energía, incluyendo posibles estrategias de mitigación como la carga inteligente y su impacto en el costo, el uso y la aceptación.
- Evaluación de los estándares técnicos de calidad, seguridad y eficiencia de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos.
- Enlaces de comunicación necesarios para la carga de vehículos eléctricos.
- Estándares de comunicación disponibles y sus interacciones

- Otras consideraciones relevantes para la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos.

Parte B: Aspectos Regulatorios.

- Partes interesadas activas en la carga de vehículos eléctricos.
- Procesos de autorización para agentes dispuestos a operar la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
- Procesos de autorización y procedimientos necesarios para la instalación de estaciones de carga.
- Perfil técnico-profesional del personal que participará en la instalación, operación y mantenimiento de estaciones de carga para vehículos eléctricos.
- Cualificación del personal autorizado para instalar estaciones de carga.
- Requisitos para la venta de electricidad a través de agentes externos para la carga de vehículos eléctricos.
- Necesidad de un registro nacional de las estaciones de carga.

2. TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



El término “vehículo eléctrico” es un conglomerado de todos los tipos de vehículos con un sistema de propulsión eléctrica. En el contexto de este informe, el término vehículo eléctrico se utiliza únicamente para los vehículos eléctricos enchufables. Quedan excluidos los vehículos eléctricos sin posibilidad de ser cargados desde la red eléctrica (híbridos suaves). Los vehículos híbridos eléctricos enchufables (VHEE) combinan un motor de combustión o una celda de combustible (fuel cell) con la propulsión eléctrica. El segundo motor puede accionar las ruedas directamente o cargar las baterías. Los vehículos eléctricos de batería, por otro lado, utilizan solo un motor eléctrico, como puede verse en la Figura 3.

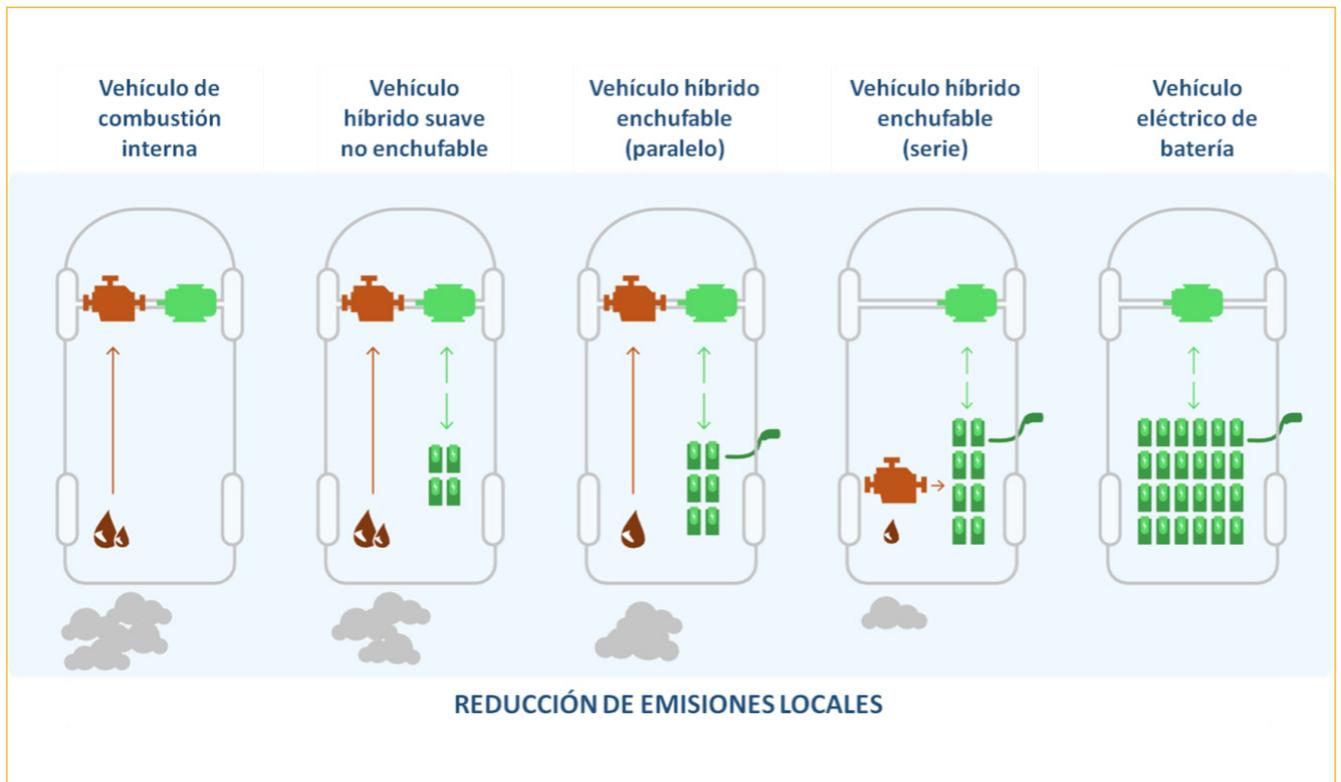


Figura 3: Tipos de sistemas de propulsión.

En este capítulo se describen los tipos de vehículos eléctricos con mayor impacto en el sistema eléctrico en los próximos años. Se han evaluado las siguientes categorías de vehículos:

- vehículos de dos ruedas
- carros
- autobuses
- camiones

Para cada categoría de vehículos, se ofrece una breve clasificación del tipo, seguido por los casos de uso más comunes. Luego se describe el impacto de la recarga en términos de consumo individual del vehículo y de impacto combinado en la red. Las posibles estrategias de mitigación no forman parte de este capítulo, ya que esto requiere primero una comprensión de la tecnología de las estaciones de carga, lo cual se presentará en el capítulo 4.

2.1 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DE DOS RUEDAS

Los vehículos eléctricos de dos ruedas han experimentado un rápido crecimiento en las ventas totales de vehículos en muchos países de ingresos bajos y medios. La prohibición de los vehículos de combustión en los centros urbanos y el precio relativamente bajo de los vehículos eléctricos de dos ruedas han sido los principales impulsores. Son ideales en climas cálidos con requisitos de autonomía de conducción limitados. Los vehículos eléctricos de dos ruedas son muy apropiados para República Dominicana.

Los vehículos eléctricos de dos ruedas pueden clasificarse en dos categorías principales y se evaluarán por separado. La primera categoría incluye los vehículos urbanos de dos ruedas relativamente económicos, con una velocidad de conducción de hasta 100 km/h y una autonomía de unos 100 km. La segunda categoría incluye los vehículos de dos ruedas interurbanos con mayor autonomía y velocidad de conducción.

2.1.1 Casos de uso

Vehículos urbanos de dos ruedas:

Los vehículos urbanos de dos ruedas, como su nombre indica, se utilizan para trayectos cortos. La mayoría de los vehículos eléctricos urbanos de dos ruedas están limitados a 45 km/h, debido a regulaciones. La velocidad específica de la mayoría de estos vehículos difiere de un país a otro. Por ejemplo, China permite que los vehículos eléctricos de dos ruedas con una velocidad máxima de 25 km/h entren en el centro de las ciudades y no exige que tengan licencia. Por ello, este segmento ha experimentado un gran aumento. En cualquier caso, la velocidad y la autonomía están adaptadas a viajes de corta distancia y los vehículos tienen un precio relativamente bajo. En la mayoría de los casos, estos vehículos se cargan en casa durante la noche o, a veces, en talleres de reparación y venta de e-scooters en carretera. Además, algunos fabricantes ofrecen el intercambio de baterías a nivel comercial (descripción técnica en el capítulo 4.2.4).

Vehículos de dos ruedas de larga distancia:

En la actualidad, los vehículos eléctricos de dos ruedas de larga distancia se utilizan principalmente como vehículos recreativos, debido a su elevado precio y su escasa viabilidad. Estos vehículos se cargan sobre todo en casa con bajas potencias de carga o en la carretera con la máxima potencia de carga posible para continuar el viaje recreativo.

2.1.2 Impacto de la recarga

Vehículos urbanos de dos ruedas:

Los vehículos eléctricos urbanos de dos ruedas suelen tener una autonomía de entre 50 y 100 km y la capacidad de la batería suele estar en el rango de 1-3 kWh. En tiempos recientes se puede observar un cambio de las baterías de plomo-ácido a las de iones de litio. La correspondiente reducción del peso permite retirar la batería del vehículo. Esta característica la utilizan muchos fabricantes y es especialmente útil para los residentes que no tienen suministro eléctrico en su lugar de estacionamiento.

La potencia de un enchufe doméstico normal es suficiente para proporcionar la potencia de carga necesaria de 0,5 a 3 kW. Dependiendo del tipo de modelo, es posible realizar una recarga completa en 3 a 8 horas. Los cargadores de baterías

son propiedad del fabricante y, en el caso del uso de cargadores económicos, estos introducirán armónicos significativos a la red. Como han demostrado los desarrollos en China e India, los vehículos urbanos de dos ruedas pueden hacerse populares rápidamente.

Cada vehículo urbano de dos ruedas tiene un impacto insignificante en la red, pero, en suma, es importante que se tengan en cuenta en las evaluaciones de la red. La principal preocupación desde el punto de vista de la red es la conexión casi simultánea de los vehículos después del trabajo. Dependiendo del lugar de carga, puede producirse una congestión de la red local.

Vehículo de dos ruedas de larga distancia:

Los vehículos interurbanos de dos ruedas están diseñados para conducción rápida en carretera con una gran autonomía. Las baterías requeridas se basan en una sofisticada tecnología de iones de litio y ofrecen las mismas características de carga de un carro eléctrico de precio medio. Hasta el momento, no es posible el intercambio de las baterías. La batería es simplemente demasiado pesada para el intercambio manual con más de 100 kg de peso, además de su integración completa en la motocicleta. Debido al limitado número de vehículos de dos ruedas de larga distancia, se espera que el impacto en la red sea pequeño y se gestione de la misma manera que los carros eléctricos.

2.2 CARROS ELÉCTRICOS

En los países industrializados, la electrificación de los carros está experimentando un rápido progreso. Los incentivos generosos en combinación con las cuotas para los carros eléctricos son los principales impulsores. Sin un apoyo político masivo, el despliegue es escaso, debido al elevado costo inicial, pero la situación cambiará pronto. Varios estudios indican la paridad de precios de los vehículos eléctricos con los vehículos con motor de combustión en los próximos 5 años, empezando por los tipos de vehículos más caros. Los principales impulsores son el inicio de la producción en masa de vehículos eléctricos y sus baterías. En países con altos precios de combustible y bajos precios de electricidad ya es posible conseguir un bajo costo total de propiedad. La relación aún no es favorable en República Dominicana, pero una vez que se alcance la paridad de costos, los carros eléctricos se popularizarán rápidamente.

En este informe, los vehículos pequeños de reparto también se consideran en la categoría de carros eléctricos, ya que se basan en las mismas plataformas de vehículos. Además, los carros eléctricos deben dividirse en dos categorías (uso urbano y de larga distancia), de forma similar a los vehículos de dos ruedas. Los carros urbanos se utilizan para viajes cortos. Tienen un precio relativamente bajo y una capacidad de conducción limitada. La velocidad máxima suele ser de unos 100 km/h con una autonomía real de unos 150 km. Estos vehículos son muy populares en el sudeste asiático. En comparación, los carros interurbanos se utilizan principalmente para viajes cortos, pero también son capaces de realizar viajes más largos por carretera. La velocidad máxima es de al menos 130 km/h con una autonomía real de unos 300 km.

2.2.1 Casos de uso

El objetivo del desarrollo de los carros eléctrico es permitir la misma usabilidad que es posible con los carros convencionales. Por lo tanto, los casos de uso son en su mayoría los mismos, con la diferencia de que los vehículos eléctricos pueden cargarse siempre que estén parados y conectados a una estación de carga, como se evaluará en el próximo capítulo. En la actualidad, los carros eléctricos pueden cubrir los desplazamientos diarios, incluidos los viajes de compras y la entrega de bienes y servicios. Sólo los viajes de larga distancia, por encima de 150 km, siguen siendo un reto.

2.2.2 Impacto de la recarga

El impacto individual y combinado de la recarga del carro eléctrico depende del tiempo y la potencia de la recarga. Los siguientes escenarios de carga son los más comunes:

- Carga en casa
- Carga en el trabajo
- Carga de encargos
- Carga en carretera
- Intercambio de baterías

Carga doméstica:

La mayoría de los carros eléctricos de propiedad privada se cargan en casa o muy cerca en estaciones de carga públicas. La carga se realiza principalmente en la noche, una vez que el propietario del vehículo regresa a casa, a una potencia de entre 1 y 22 kW.

Las estaciones de carga están conectadas a la red de bajo voltaje e incluso algunos vehículos que se cargan durante la hora pico de demanda en la noche, pueden causar una sobrecarga de la red local. El aumento del número de carros eléctricos debe tenerse en cuenta a la hora de modernizar o diseñar la red eléctrica. Además, los esquemas de carga inteligente pueden ayudar a reducir el impacto en la red, como se comenta en el capítulo 6.3.

Carga en el trabajo:

En el caso de la carga en el lugar de trabajo, los carros suelen estar estacionados durante un largo periodo de tiempo en la oficina. Los cargadores lentos son suficientes para suministrar la energía faltante hasta la siguiente salida. La carga en el trabajo es el segundo caso de carga más común. En comparación con la carga en casa, el vehículo eléctrico se carga durante el día, lo que supone una gran ventaja para la estabilidad de la red. La energía se suministra durante las horas de menor consumo y puede ayudar a aumentar la integración de la energía solar.

Carga de encargos:

La carga de encargos combina todo tipo de eventos de carga con el objetivo principal de completar una tarea determinada. Puede tratarse de un viaje de compras privado, de actividades recreativas o de la entrega comercial de bienes y servicios. El factor común es que el vehículo está aparcado entre 20 minutos y 2 horas en un lugar, mientras el usuario realiza una actividad que no está influenciada por la duración de la carga del vehículo eléctrico. Debido a la limitación de tiempo, se ofrece al cliente una velocidad media de carga de hasta 50 kW, lo que permite una recarga significativa del vehículo durante la estadía. El caso de uso típico es la visita a un supermercado. Las oportunidades de carga el vehículo eléctrico pueden atraer nuevos clientes y muchas cadenas minoristas están empezando a construir su propia infraestructura de carga. Dependiendo del perfil de conducción individual, incluso una parada de carga por encargo por semana puede ser suficiente para satisfacer todas las necesidades de carga.

El impacto en la red eléctrica de la carga por encargo depende del nivel de conexión. Una estación de carga de 50 kW puede seguir conectada a la red de 400 V, pero limita la posibilidad de aplicaciones de carga lenta cercanas, como la carga en el hogar y en el trabajo. En muchos casos se ofrece más de una estación de carga, lo que requiere una batería de reserva (véase el capítulo 6.6) o una conexión a la red de media tensión.

Carga en carretera:

El único caso de uso en el que el conductor espera activamente a que el vehículo termine de cargarse es durante los viajes de larga distancia por carretera. Lo ideal es que la recarga dure entre 15 y 30 minutos hasta que se pueda continuar el viaje con una autonomía de más de 200 km. Para ello se necesitan costosas columnas de carga ultrarrápida con una potencia de 150 a 350 kW. Sólo los últimos carros eléctricos de larga distancia son aptos para estas potencias de carga, pero la red eléctrica debe estar preparada para los futuros vehículos para evitar activos obsoletos. La carga en la carretera no ofrece ninguna flexibilidad para posponer el proceso de carga. La carga inteligente o incluso las aplicaciones V2G (vehículo-a-red) no serían aceptadas por el consumidor. En consecuencia, la red debe suministrar electricidad en cualquier momento. La infraestructura de carga en la carretera está conectada a la red de media tensión y superior. En algunos casos, la conexión a la red es más costosa que la propia estación de carga.

Intercambio de baterías:

El intercambio de baterías puede ofrecer un caso de uso alternativo a la carga en viajes por carretera y a la carga urbana. En los viajes de larga distancia, la batería descargada podría cambiarse por otra totalmente cargada en cuestión de minutos. Lo mismo ocurre con la carga urbana, donde los clientes no tienen acceso a oportunidades de carga en el trabajo o en casa. Deben recurrir a la carga pública o al intercambio de baterías. Las principales ventajas del intercambio de baterías son las breves paradas de carga, la reducción del estrés de la batería y el bajo impacto en la red. Las desventajas son los altos costos de inversión de las baterías adicionales necesarias y la difícil estandarización. Más detalles en el capítulo 4.2.4

2.3 AUTOBUSES ELÉCTRICOS

La electrificación de los autobuses ha experimentado un enorme desarrollo en los últimos 5 años. El más notable es el mercado chino. En algunas ciudades se han electrificado casi todos los autobuses urbanos, ya que es relativamente fácil para los funcionarios del gobierno influir en la electrificación del transporte público. Además, los autobuses eléctricos ofrecen grandes ventajas ecológicas. En comparación con otros tipos de vehículos, los autobuses eléctricos tienen una alta tasa de utilización. Por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero durante el funcionamiento tienen un mayor impacto que las emisiones durante el proceso de fabricación, lo que se traduce en beneficios medioambientales.

2.3.1 Casos de uso

Los autobuses eléctricos se utilizan para operaciones en el interior y de larga distancia, aunque su operación urbana es más común en este momento.

Autobuses urbanos:

Los autobuses urbanos se utilizan para el transporte público dentro del entorno urbano. Estos autobuses generalmente operan a baja velocidad con paradas frecuentes. La distancia diaria recorrida suele variar entre 100 y 300 kilómetros.

Autobuses de larga distancia:

Los autobuses de larga distancia se utilizan para viajes de larga distancia a velocidades de conducción de hasta 100 km/h. Los modelos disponibles actualmente están limitados por la autonomía y la velocidad a la que se puede cargar el vehículo. Se están realizando mejoras continuas, pero aún está por verse si los viajes de larga distancia se basarán en la tecnología eléctrica o de hidrógeno.

2.3.2 Impacto de la recarga

El impacto de la recarga de los autobuses eléctricos depende del caso de uso. El escenario de carga se describe a continuación.

Autobuses urbanos:

Los autobuses urbanos se cargan en los estacionamientos fuera del horario de servicio y, en algunos casos, también durante la ruta. La recarga durante la ruta es más complicada de integrar a la red que la recarga en los estacionamientos. La ruta del autobús no coincidirá necesariamente con el trazado de los puntos de conexión a la red. Será necesaria una planificación detallada. Lo ideal es que los autobuses tengan una parada al final de la ruta, que esté cerca de un transformador de media tensión con capacidad libre. De lo contrario, será necesario ampliar la red o instalar una batería de reserva. Un riesgo importante de la carga al final de la ruta son los retrasos causados por el tráfico. La operación debe ser posible a pesar de esto. Por esta razón, la carga de alta potencia también puede ser necesaria en las paradas de autobús regulares. Los lugares con alta frecuencia de pasajeros deben usarse para los tiempos más largos de recarga posibles. El impacto en la red puede reducirse con baterías de reserva o condensadores. La solución más económica dependerá de la disposición de la red individual.

Independientemente de la carga en ruta, los autobuses también necesitarán ser cargados en el estacionamiento, ya que la carga en ruta no es suficiente para mantener la batería completamente cargada durante todo el día. Por lo general, se crean programas de carga en los estacionamientos para mantener al mínimo las necesidades de energía y de inversión. Por ejemplo, los autobuses con un horario de salida temprano y un estado de carga de la batería bajo deben cargarse primero. Se necesita al menos una conexión de media tensión para el estacionamiento de autobuses. Aunque el gasto de capital puede ser elevado, el impacto en la red por la recarga en los estacionamientos puede gestionarse con las estrategias clásicas de expansión de la red.

Autobuses de larga distancia:

Los autobuses de larga distancia suelen cargarse en las terminales de pasajeros o adicionalmente en ruta con una alta potencia de carga. El reto es proporcionar la potencia necesaria en cada momento, lo que suele requerir una conexión de media tensión. Sobre todo en las estaciones de autobuses urbanas, la ampliación necesaria puede suponer un costo considerable. Por esta razón, y también por los requisitos de autonomía necesarios, el hidrógeno podría convertirse en el camino preferido. Como alternativa, algunas empresas están investigando el intercambio de baterías para ampliar la autonomía [2].

2.4 CAMIONES ELÉCTRICOS

En el contexto de este informe, los camiones son vehículos comerciales de reparto con un peso total de 7,5 toneladas o más. Los vehículos de reparto con un peso inferior pertenecen al segmento de los carros eléctricos, ya que suelen basarse en una furgoneta de pasajeros alargada y utilizan la misma tecnología.

La electrificación de los camiones tiene un gran potencial de reducción de emisiones y los responsables políticos se ocupan cada vez más de ella. Para el transporte de corta distancia, el futuro serán los vehículos eléctricos de batería, pero la opción preferida para el transporte de larga distancia aún no está clara y podría basarse en el hidrógeno.

Las principales empresas de camiones europeas y americanas tienen camiones eléctricos en funcionamiento en serie a pequeña escala para obtener información sobre su rendimiento [3]. Se espera una adopción más amplia a partir de 2025. Los camiones más grandes actualmente en fase de prototipo son el Tesla Semi (800 km de autonomía, 1MWh) [10] y el Freightliner eCascadia (400 km de autonomía, 475kWh) [5].

2.4.1 Casos de uso

Los camiones se utilizan para transportar mercancías entre determinados lugares. El proceso de carga y descarga proporciona tiempo para cargar el vehículo tanto como sea posible. Además, en la mayoría de los países, los conductores de camiones están obligados por ley a tomar descansos durante los cuales también se puede cargar el vehículo. La recarga principal suele hacerse durante la noche.

2.4.2 Impacto de la recarga

Aunque los camiones eléctricos son muy eficientes, requieren de 2 a 6 veces más energía por distancia recorrida en comparación con los carros eléctricos, debido a su mayor peso. Como consecuencia, también aumentan las necesidades de baterías y de recargas.

La mayoría de los camiones eléctricos que se utilizan hoy en día se cargan en un estacionamiento durante la noche, debido a la falta de instalaciones de estaciones de carga en las ubicaciones de los clientes. El tiempo de carga típico en el estacionamiento es de 10 a 12 horas, lo que hace viable la carga de baja potencia con menos de 25 kW.

Para camiones eléctricos con un tamaño de batería de hasta aproximadamente 150 kWh, los estándares de carga de alta potencia para los carros eléctricos (compárese el capítulo 4.2.2) son suficientes, incluso para las aplicaciones de carga rápida. La mayoría de los camiones eléctricos necesitarán una mayor capacidad de carga para mantener los tiempos de carga dentro de límites aceptables. Todavía no se ha desarrollado ningún estándar común.

En general, la infraestructura de carga para camiones eléctricos requiere una conexión a la red de media tensión. La integración en la red puede ser costosa, pero es manejable con las rutinas de expansión de la red estándar.

2.5 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

La siguiente Tabla 1 resume los aspectos más importantes de cada tipo de vehículo y su impacto esperado en el sistema eléctrico de República Dominicana una vez que todos los vehículos de una determinada categoría estén electrificados, basado en la experiencia internacional de la consultoría. Como puede verse, existe una gran variedad de vehículos eléctricos con muchos casos de uso y propiedades diferentes y, por lo tanto, una fuerte variación en el impacto esperado en la red eléctrica. El horizonte temporal describe el tiempo al cual se espera la adopción masiva del tipo de vehículo eléctrico (corto < 5 años, mediano < 10 años, largo > 10 años).

Tabla 1: Resumen de vehículos eléctricos y el impacto esperado en la red en República Dominicana

Fuente			Propiedades				
Categoría	Tipo	Conexión principal	Autonomía	Tamaño de la batería	Potencia de carga	Impacto en la red	Horizonte temporal
Vehículos de dos ruedas	Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Noche (Hogar) Cambio de batería 	50-120 km	2-5 kWh	< 2 kW	Medio: <ul style="list-style-type: none"> Gran volumen Baja potencia 	Mediano
	Larga distancia	<ul style="list-style-type: none"> Igual que los carros de larga distancia 	150-350 km	10-25 kWh	Igual que los carros de larga distancia	Medio: <ul style="list-style-type: none"> Bajo volumen Alta potencia 	Mediano
Carros	Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Noche (Hogar) Trabajo Mensaje 	~ 100 km	10-20 kWh	3,7 kW CA (15 kW CC)	Alto: <ul style="list-style-type: none"> Volumen muy alto Potencia media 	N.A.
	Larga distancia	<ul style="list-style-type: none"> Igual que los carros en el centro de la ciudad. Autopista Cambio de batería 	< 600 km	35-120 kWh	3,7 - 22 kW CA < 300 kW CC (1-2 C)	Alto: <ul style="list-style-type: none"> Gran volumen Alta potencia 	Mediano
Autobuses	Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Estacionamiento Parada de autobús 	100-300 km	150-400 kWh	~ 50 kW CC (Estacionamiento) < 250 kW CC (1C) (Parada de autobús, carretera)	Medio: <ul style="list-style-type: none"> Volumen medio Alta potencia 	Mediano
	Larga distancia	<ul style="list-style-type: none"> Igual que los carros en el centro de la ciudad. Autopista Cambio de batería 	< 600 km	35-120 kWh			Largo
Camiones	< 7,5 toneladas	<ul style="list-style-type: none"> Estacionamiento Autopista 	< 300 km 600 km en desarrollo	30-80 kWh	lo mismo que los carros de larga distancia	Medio: <ul style="list-style-type: none"> Volumen medio Alta potencia 	Mediano
	< 20 toneladas			150-250 kWh	< 250 kW CC (1C) Cargadores más rápidos en desarrollo		Mediano
	< 40 toneladas			300-800 kWh			Largo



3. PARÁMETROS DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El impacto en la red de la carga de vehículos eléctricos depende de cinco propiedades principales tanto de los vehículos eléctricos como de las estaciones de carga. A continuación, se proporciona una descripción general de estos factores principales:

Potencia de carga:

La potencia de carga del vehículo eléctrico está limitada por el propio vehículo eléctrico o por la estación de carga. La potencia de carga influye en la fuerza requerida de la conexión a la red y en la duración del proceso de carga. En general, una carga lenta es beneficiosa para la estabilidad de la red, mientras que una carga más rápida puede aumentar la aceptación del usuario.

Capacidad de la batería:

La capacidad de la batería de un vehículo eléctrico en combinación con el patrón de uso, además del consumo de energía, determinará la frecuencia y la duración de la carga del vehículo eléctrico. Por lo general, los vehículos eléctricos con baterías más pequeñas se cargan con más frecuencia, lo que supone un aumento general de la demanda máxima de energía en comparación con los vehículos eléctricos de mayor autonomía, ya que los vehículos se enchufan casi a la misma hora independientemente del tamaño de la batería (por ejemplo, justo después del trabajo).

Patrón de uso:

El patrón de uso describe cuándo, con qué frecuencia y durante cuánto tiempo se utiliza un vehículo eléctrico. Tiene un impacto directo en las necesidades totales de energía.

Estrategia de carga:

La estrategia de carga no afectará los requisitos totales de energía, pero puede disminuir significativamente la potencia máxima. El proceso de carga de los vehículos eléctricos puede desplazarse a momentos de baja carga (carga inteligente) o incluso devolver energía a la red en momentos de alta demanda (vehículo-a-red). Ambos métodos pueden utilizarse también para aumentar el uso de energías renovables, pero podrían ser contradictorios para la estabilidad de la red. Además, es influenciado por el estado promedio de carga de la batería durante la conexión del vehículo. Para algunos propietarios puede ser aceptable cargar su vehículo sólo en el momento que la batería está casi descargada, mientras que otros prefieren cargarla después de cada viaje por corto que sea.

Cumplimiento de la red:

Las estaciones de carga de vehículos eléctricos, y en algunos aspectos incluso el propio vehículo eléctrico, deben cumplir ciertas normas básicas de cumplimiento de la red, como la estabilidad de voltaje y la frecuencia. En el capítulo 5 se ofrece una evaluación detallada.

3.1 TECNOLOGÍA DE LAS BATERÍAS DISPONIBLE

Para entender los retos actuales de la electrificación del transporte, es necesario un conocimiento básico de la tecnología y los parámetros de las baterías disponibles.

Las baterías se clasifican según su composición química. Los principales tipos de baterías son las de plomo-ácido y las de iones de litio, pero para cada tipo existen multitud de composiciones.

En el contexto de este informe, hay tres celdas químicas que tienen una importancia fundamental. La batería más básica es la de plomo-ácido para aplicaciones de bajo rendimiento. Las de fosfato de hierro y litio se basan en materiales relativamente económicos y son útiles para aplicaciones de rendimiento medio. Para aplicaciones de alto rendimiento, generalmente se eligen baterías de litio-níquel-cobalto. Sin embargo, cada tecnología de baterías tiene sus ventajas y desventajas, y debe seleccionarse según el caso de uso. Los parámetros más importantes son:

- Densidad energética
- Costo
- Ratio de carga
- Vida útil
- Consideraciones medioambientales
- Seguridad

Densidad de energía:

La densidad energética describe la cantidad de energía que puede almacenarse en un volumen o peso determinado. Cada año se producen mejoras significativas, especialmente importantes para la electrificación del transporte de larga distancia.

Costo:

Para aplicaciones de corta distancia o uso estacionario, la densidad energética no es tan importante como el costo total de la batería. Se pueden elegir baterías de menor rendimiento, debido principalmente a que la materia prima es más económica.

Ratio de carga:

Una posibilidad para compensar las bajas densidades de energía es la carga rápida. El parámetro principal para determinar la capacidad de carga es el ratio de carga. El ratio de carga describe el tiempo necesario para cargar completamente una batería y es independiente del tamaño de la misma. Por ejemplo, con un ratio de carga igual a uno, la batería se carga completamente en una hora, mientras que un ratio de carga de dos permite una carga completa en 30 minutos. El factor que limita la velocidad de carga es la resistencia interna del módulo de la batería, ya que provoca la producción de calor y, en consecuencia, se reduce la vida útil. La refrigeración activa puede reducir el efecto en cierta medida.

Las baterías de los carros se cargan más rápido cuando están casi vacías. La carga posible disminuye hacia el final del proceso de carga, lo que hace que la carga rápida sea más eficaz en un estado de carga más bajo. Las baterías modernas de iones de litio pueden alcanzar un ratio de carga promedio de 1,5 durante todo el ciclo de carga, con un ratio de carga máximo al principio del proceso de carga de hasta 3.

Vida útil:

La vida útil de una batería se ve afectada por multitud de factores. El más significativo es la composición química de la batería, así como el uso que se le dé. Para obtener la mayor vida útil, la batería debe utilizarse en carga lenta tanto como sea posible. La carga rápida tiene el menor impacto en la vida útil de la batería en un estado de carga medio, mientras que la batería se mantenga a baja temperatura con un sofisticado sistema de gerenciamento. Además, el estado de carga de la batería (SOC, State of Charge) debe mantenerse dentro del rango de funcionamiento ideal: las baterías de plomo-ácido se mantienen mejor con un nivel de carga superior al 70 %, mientras que las de iones de litio funcionan mejor entre el 30-80 % del SOC.

Impacto medioambiental:

Se debe tener en cuenta el impacto medioambiental de las baterías. La fabricación de baterías requiere grandes cantidades de energía y, por lo tanto, contribuye en gran medida a las emisiones totales de gases de efecto invernadero de un vehículo

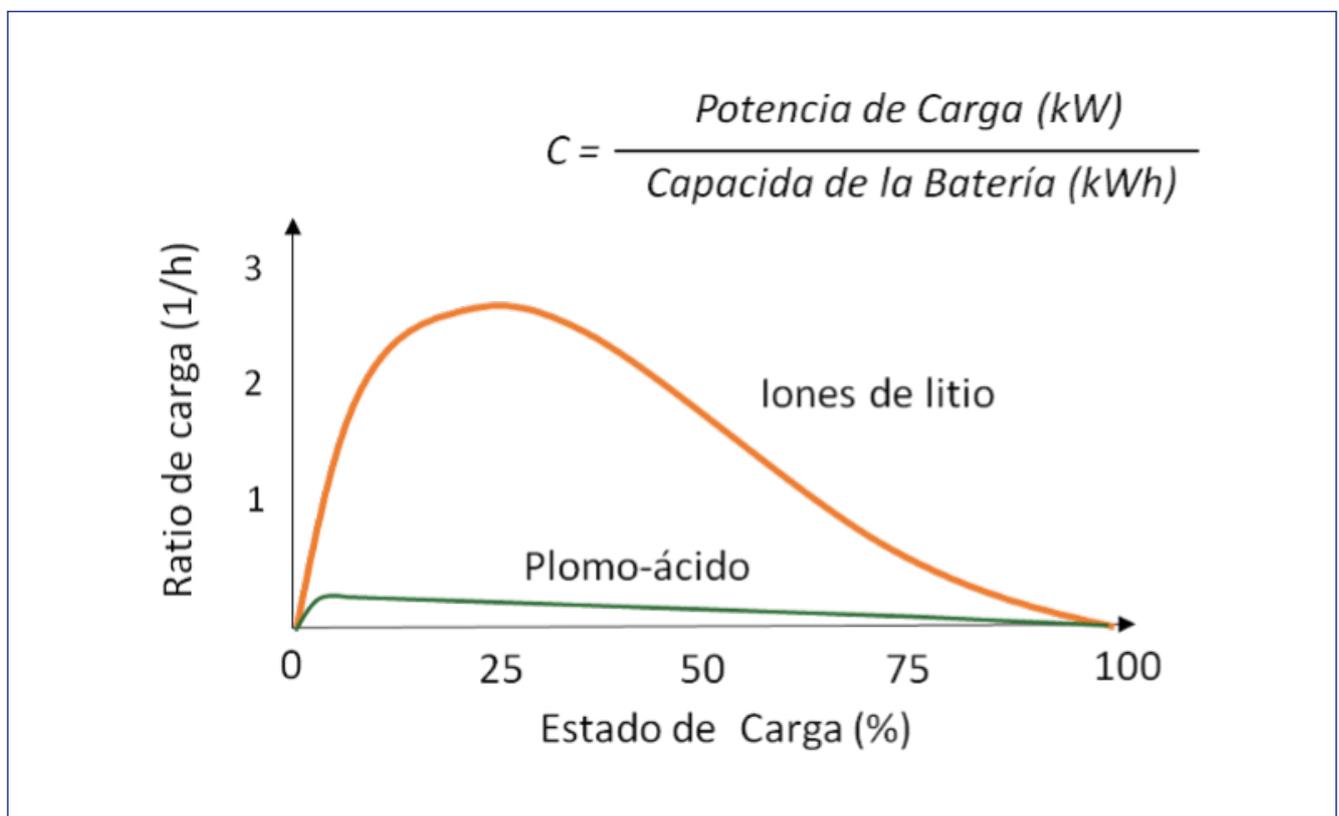


Figura 4: Curvas de velocidad de carga de diferentes tipos de baterías.

eléctrico. Por ello, lo ideal es que la fabricación de las baterías se realice con energías renovables y la extracción de materias primas debe hacerse de forma ética y respetuosa con el medio ambiente. Además, el reciclaje de las baterías es importante para reducir el impacto medioambiental. En el caso de las baterías de plomo-ácido, la tecnología de reciclaje necesaria está disponible comercialmente, pero el reciclaje de las baterías de iones de litio aún está en desarrollo, con sólo unas pocas plantas en funcionamiento. Actualmente, la mejor opción para reducir el impacto ambiental de las baterías de iones de litio son las aplicaciones de segunda vida de las baterías, como las soluciones de almacenamiento estacionario para la energía solar.

Seguridad:

También deben tenerse en cuenta las consideraciones de seguridad. En el caso de las baterías de plomo-ácido, el principal riesgo es la fuga de ácido. Las baterías de iones de litio requieren protecciones contra fuga térmica. La fuga térmica puede provocar incendios en la batería o incluso una explosión. Especialmente las baterías de níquel-cobalto conllevan un riesgo inherente. Sin embargo, la experiencia con las baterías de iones de litio ha demostrado que la fuga térmica crítica es muy rara y

que los vehículos eléctricos son generalmente más seguros que los de gasolina. Además, el voltaje seleccionado influye en los requisitos de seguridad. El nivel de voltaje no está directamente relacionado con la química de las celdas de la batería, pero tiene un gran impacto en el diseño y el costo del vehículo. El nivel de voltaje deseado se consigue conectando varias celdas de batería en serie.

Los voltajes bajos, hasta 100 V, son en su mayoría inofensivos para el cuerpo humano. Pueden utilizarse normas de seguridad más bajas, lo que reduce el costo total del vehículo. Esta tecnología de bajo voltaje sólo es viable actualmente para baterías de hasta 20 kWh. De lo contrario, el tamaño de los cables necesarios para la carga y la conducción resultaría poco práctico. En consecuencia, la carga rápida se limita a unos 15 kW. Los vehículos eléctricos modernos utilizan la tecnología de 400 a 800 V, pero requieren normas de seguridad más estrictas.

La siguiente Tabla 2 ofrece una descripción general de las propiedades de las baterías para cada tipo de batería relevante para este informe. Se puede encontrar más información sobre la química de las diferentes baterías y sus futuros desarrollos en [6][7].

Tabla 2: Resumen de los parámetros relevantes para los tipos de batería analizados.

Parámetro:	Plomo-ácido:	LFP / LFMP:	NCA / NCM
Densidad energética	--	+	++
Costo	++	0	-
Tasa de carga	-	++	+
Tiempo de vida	--	++	0
Medio ambiente	+	0	-
Seguridad	+	+	-

Leyenda: -- muy negativo, - negativo, 0 neutro, + positivo, ++ muy positivo
LFP = litio-hierro- fosfato, LFMP = litio-hierro-manganeso- fosfato
NCA = Litio-Níquel-Cobalto-Aluminio, NCM = Litio-Níquel-Manganeso-Cobalto

3.2 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

El desarrollo de las baterías es un fenómeno global. Las mejoras continuas conducirán a precios más bajos y un mayor rendimiento. En República Dominicana, se puede esperar que los vehículos eléctricos se basen casi exclusivamente en baterías de iones de litio, incluso en el caso de vehículos eléctricos pequeños como los scooters.

Los parámetros técnicos introducidos anteriormente son necesarios para la evaluación posterior en los siguientes capítulos.

4. TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA



A lo largo del desarrollo del vehículo eléctrico, se han desarrollado una multitud de estándares de carga. Hasta cierto punto, la armonización ha estado ocurriendo, pero se requieren más esfuerzos.

El este capítulo se proporciona una introducción a los diferentes tipos de enchufes, los requisitos necesarios para la conexión a la red y terminará con un análisis de las estrategias para la República Dominicana.

4.1 MODOS DE CARGA

La carga de los vehículos eléctricos puede clasificarse según el modo de carga. Se han definido cuatro modos de carga diferentes, que van desde métodos de carga sencillos hasta aplicaciones sofisticadas.



4.1.1 Modo 1

Históricamente, todos los vehículos eléctricos se han cargado basándose en el Modo 1. En el Modo 1, el vehículo eléctrico se conecta a la red con corriente alterna a través de un cable, como un cable monofásico doméstico o industrial (véase Figura 5). Ya sea en el propio vehículo o en el cable de carga (similar a un cargador de computadora portátil), la corriente alterna entrante se transforma a la corriente continua, necesaria para cargar la batería.

El cable de carga no lleva ningún equipo de seguridad. La protección la proporciona únicamente la instalación del edificio. Por razones de seguridad, la carga en modo 1 sólo está permitida internacionalmente para vehículos eléctricos pequeños, como bicicletas y scooters eléctricos pequeños. La carga se realiza en modo monofásico con una potencia de hasta 2,3 kW.

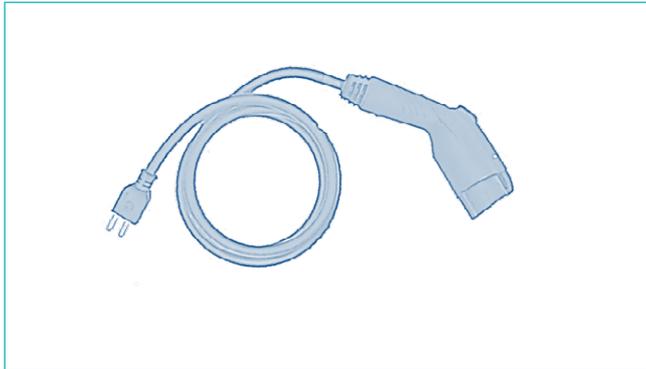


Figura 5: Cable de carga para el modo 1

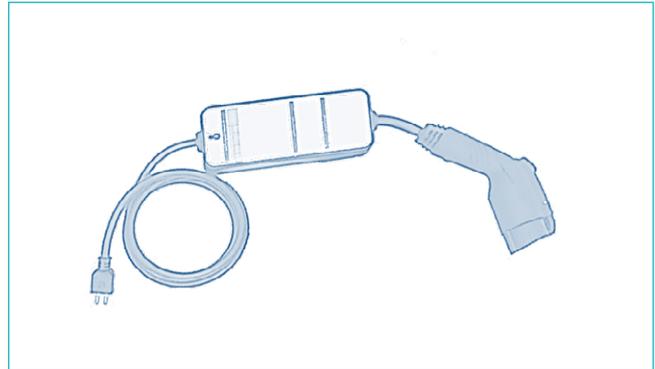


Figura 6: Cable de carga para el modo 2.

4.1.2 Modo 2

La carga en modo 2 a menudo también se conoce como carga de emergencia. Sólo debe utilizarse si la carga en modo 3 o 4 no está disponible. El cable de carga proporciona algunas características de seguridad adicionales al módulo requerido para comunicar la corriente de carga permitida al vehículo eléctrico (véase Figura 6). Todos los vehículos eléctricos, más grandes que un scooter urbano pequeño, requieren este enlace de comunicación antes de la carga.

El riesgo de la carga en modo 2 es que no se haya comprobado que la topología de la red del edificio es adecuada para

el suministro continuo de energía. Por ejemplo, la toma de corriente convencional podría estar conectada a varios cables de extensión para llegar al vehículo eléctrico desde la conexión doméstica, sin que el cable de carga lo detecte. Además, algunos cables de carga de modo 2 permiten al cliente ajustar la corriente de carga por encima del límite permitido para la carga continua, que suele ser de 10 A.

La carga en modo 2 puede ayudar a aliviar la ansiedad de los conductores de vehículos eléctricos, pero no debería anunciarse como la opción de carga estándar, como desafortunadamente lo hacen muchos concesionarios de carros en Alemania.

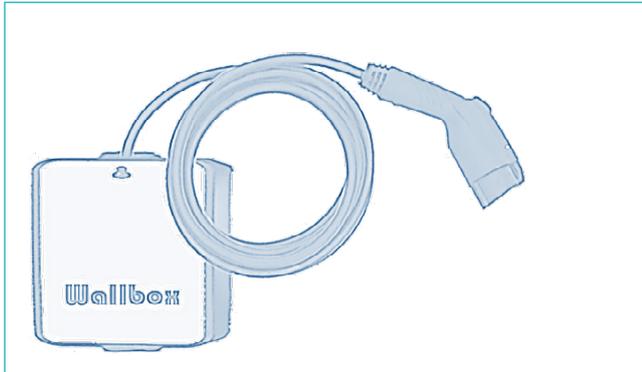


Figura 7: Cable de carga para el modo 3 y 4.

4.1.3 Modo 3 y 4

Los modos 3 y 4 son los más comunes para la carga de vehículos eléctricos. En ambos casos, se instala una caja de pared en un lugar fijo. Además de la comunicación con el vehículo, ofrece amplias funciones de seguridad. En el momento de la instalación, se debe verificar la red eléctrica subyacente para garantizar un funcionamiento seguro. El cable de carga generalmente se fija a la estación de carga; sin embargo, para en el caso de algunos cargadores de corriente alterna, el cable debe estar enchufado tanto en el automóvil como en la caja de pared.

El modo 3 se refiere a la carga en corriente alterna con conexión monofásica o trifásica y potencia de carga de hasta 40 kW. La carga en modo 4 se realiza con corriente continua. En este caso, la caja contiene un convertidor de CA a CC, así como elementos de seguridad. Las estaciones de carga del modo 4 son trifásicas y están conectadas a la red eléctrica con una capacidad de carga de hasta 350 kW.

4.2 TIPOS DE CONECTORES

Hasta ahora, sólo se han estandarizado internacionalmente los enchufes para carros eléctricos, con diferencias específicas para cada país. Todos los demás tipos de vehículos también utilizan estos estándares o se basan en métodos de carga específicos del fabricante, mientras se siguen desarrollando nuevos estándares específicos para cada tipo (por ejemplo, para la carga de camiones eléctricos). En los siguientes capítulos, se evaluarán los estándares disponibles en la actualidad por su relevancia específica para República Dominicana.

4.2.1 Cargadores de CA

Para la carga con corriente alterna, el vehículo eléctrico necesita un rectificador a bordo para suministrar a la batería corriente continua. La mayoría de los carros y camiones eléctricos y algunos vehículos de dos ruedas de mayor tamaño llevan este tipo de cargador a bordo. La principal ventaja de un cargador a bordo es la posibilidad de una recarga de emergencia a través de un enchufe doméstico normal (modo 2) y la reducción de las inversiones en infraestructura de carga, ya que el costo del rectificador está incluido en el precio del vehículo eléctrico.



Figura 8: Conector IEC 62196 Tipo 1, Fuente: [8]



Figura 9: Conector IEC 62196 Tipo 2, Fuente: [8][8]

IEC 62196:

El conector IEC 62196 Tipo 2 se utiliza para la carga en corriente alterna en todos los países excepto en Estados Unidos. Permite recargar hasta 64 A en las tres fases. El conector se muestra en la Figura 9. En Estados Unidos se utiliza el conector IEC 62196 Tipo 1 por razones históricas y sólo permite la carga monofásica (véase Figura 8). También se conoce como SAE J1772. Tanto el Tipo 1 como el Tipo 2 utilizan el mismo protocolo de comunicación.

La comunicación entre el vehículo eléctrico y la estación de carga se realiza a través del piloto de proximidad y el piloto de control. El piloto de proximidad se utiliza para comprobar si el vehículo eléctrico está enchufado correctamente. En el piloto de control, la estación de carga y el vehículo eléctrico comunicarán la potencia máxima de carga disponible y la lectura del estado del vehículo eléctrico. Inicialmente, la estación de carga proporcionará una señal uniforme de 12 V. El vehículo eléctrico puede indicar su estado de carga reduciendo el voltaje con resistencias hasta 9 V (VE listo) y 6 V (VE cargando). Una vez que se alcanza el estado de listo del vehículo eléctrico, la estación de carga cambiará a una señal modulada por ancho de pulso (PWM, Pulse Width Modulation) para comunicar la potencia de carga disponible. Esta funcionalidad es importante para limitar el consumo máximo de energía del vehículo con el fin de proteger la instalación eléctrica de la sobrecarga. Esta función también puede utilizarse para la modulación de la potencia de carga en aplicaciones de carga inteligente (véase el capítulo 6.3). Para evitar posibles riesgos de seguridad, el vehículo eléctrico adicionalmente interrumpirá todos los voltajes negativos de la señal PWM entrante con un diodo. Sólo cuando la estación de carga reciba la señal PWM de 6 voltios, se proporcionará energía de carga al vehículo [9]. La Figura 10 muestra el enlace de comunicación mencionado anteriormente.

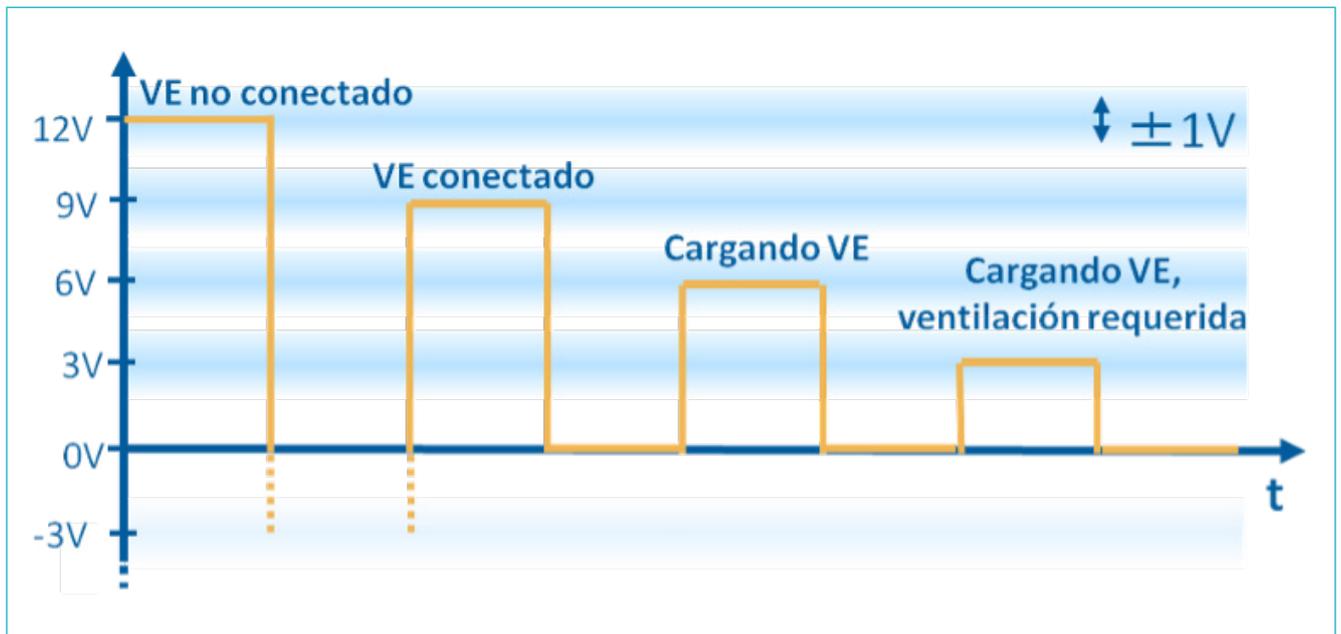


Figura 10: Funcionalidad de la comunicación entre la estación de carga básica y el VE.

Además del protocolo de comunicación básico, también es posible una actualización a ISO 15118, en caso de que tanto la estación de carga como el vehículo eléctrico puedan comunicarse mediante este protocolo. La comunicación a través de ISO 15118 puede proporcionar más información, como el estado de carga de la batería, el establecimiento de horarios de carga, la facturación segura sin autenticación RFID, etc. Se ha previsto una nueva revisión para finales de 2020 para permitir también las aplicaciones V2G, pero aún no está disponible [10].

En caso de que la estación de carga sea compatible con ISO 15118, primero ajustará la señal PWM al 5 % y esperará una solicitud de comunicación mediante línea potencia (PLC, Power Line Communication) en el mismo piloto de control de los vehículos eléctricos. Si es posible una sesión ISO 15118, toda la comunicación se realizará a través del protocolo de control de transmisión (TCP, Transmission Control Protocol) seguro. En caso contrario, la estación de carga volverá a utilizar el protocolo de comunicación básico.

Bharat AC-001:

Para la carga de baja potencia, India ha identificado la necesidad de otro estándar, sin ninguna comunicación entre la estación de carga y el vehículo eléctrico. El estándar Bharat AC-001 se utiliza para la carga de baja potencia de vehículos de tres y cuatro ruedas. La carga está limitada a 3,3 kW en un conector monofásico IEC 60309 de 16 amperios (Figura 11). Normalmente, cada estación de carga tiene una conexión a la red trifásica y proporciona un cable de carga por fase. Con este estándar solo es posible una capacidad de carga inteligente muy limitada (encendido / apagado) (véase el capítulo 6.3 para más detalles).



Figura 11: Conector IEC 60309, Fuente: [11]



Figura 12: Conector CCS tipo 2, Fuente: [12][12]

4.2.2 Cargadores de CC

Para la carga de corriente continua, se deben considerar cuatro estándares principales, el estándar de Sistema de Carga Combinada (CCS, Combined Charging System), el estándar CHAdeMO, el estándar chino GB/T y el estándar OppCharge. Además, se introducirán los estándares Tesla y Bharat, pero es probable que su relevancia para República Dominicana sea limitada.

Sistema de Carga Combinada (CCS)

El estándar CCS se basa en el enchufe de CA de tipo 1 o 2 de la norma IEC 62196, que se ha ampliado con dos conectores adicionales para la transferencia de corriente continua (véase Figura 12). El enchufe admite corrientes de hasta 500 A y hasta 1.000 V. En general, se ofrecen tres valores nominales (50 kW, 150 kW, 350 kW), aunque la diferenciación es menos clara. Los cargadores de 50 kW a 400 V representan el nivel de entrada y no requieren cables refrigerados por líquido. 150 kW es el máximo para cargadores de 400 V, mientras que 350 kW a 800 V representa el máximo actual. Todavía no se ha construido ningún carro que pueda utilizar la máxima potencia de carga disponible.

La comunicación durante la sesión de carga está estandarizada por la norma IEC 62196 y es muy similar a la funcionalidad descrita en el capítulo anterior para la carga de CA. También es posible una actualización de la comunicación a la norma ISO 15118, aunque los vehículos eléctricos capaces de cumplir con el estándar apenas están entrando en el mercado.

CHAdeMO:

Además del estándar CCS desarrollado por Europa y Estados Unidos, el estándar japonés CHAdeMO también ha alcanzado una amplia difusión. Actualmente, el estándar ofrece una carga de hasta 150 kW, con la adición de la capacidad de carga bidireccional, que todavía no existe en el estándar CCS. El estándar CHAdeMO está perdiendo participación en el mercado, ya que la mayoría de los fabricantes de vehículos eléctricos se están moviendo hacia el estándar CCS y la mayoría de las estaciones de carga CHAdeMO sólo admiten la carga de 50 kW, lo que es demasiado poco para los vehículos eléctricos modernos. Como consecuencia, CHAdeMO se ha unido al estándar chino GB/T y han desarrollado un estándar unido llamado ChaoJi que se publicó en abril de 2020. Los primeros vehículos que cumplan con este estándar se esperan para el 2023 como muy pronto. A partir de 2025 también se contempla una armonización con CCS [13][14].

CHAdEMO utiliza el bus CAN para toda la comunicación relevante entre el vehículo eléctrico y la estación de carga [15]. La comunicación ha sido estandarizada por la CEI en las normas respectivas IEC 61851-23 y IEC 61851-24. La comunicación también puede cambiarse a ISO 15118 a través del bus CAN si es necesario. En general, se pueden transferir los siguientes tipos de mensajes.

- Iniciar / finalizar sesión
- Verificación de la tarjeta
- Estado de la facturación / detalles
- Estado de carga
- Actualización del certificado
- Verificación de cables
- Demanda actual



Figura 13: Conector CHAdEMO 1.0, Fuente: [16][15]

Protocolo GB/T [17]

El estándar de carga GB/T sólo se utiliza en el mercado chino. Permite una transferencia de energía de hasta 250 A. El voltaje máximo es de 950 V, lo que da como resultado una potencia teórica de casi 250 kW. El vehículo disponible sólo puede cargarse con 400 V, lo que resulta en una potencia máxima de carga de 100 kW.

Al igual que el estándar CHAdEMO, el protocolo chino GB/T se basa en un bus CAN que conecta directamente la estación



Figura 14: Conector GB/T 27930

de carga con el sistema de gestión de la batería del vehículo. Aunque el estándar se desarrolló originalmente para la carga de carros eléctricos, también puede utilizarse para todos los demás vehículos eléctricos.

El proceso de carga está estructurado en 6 etapas, de la siguiente manera

1. Inicio de la conexión
2. Reconocimiento de la conexión
3. Configuración de parámetros
4. Cargando
5. Suspensión de la carga
6. Fin de la carga

En las dos primeras etapas se establece una conexión entre la estación de carga y el vehículo eléctrico. El proceso va seguido de la negociación de los parámetros de carga. La estación de carga proporcionará información sobre el voltaje y la corriente disponibles, mientras que el vehículo eléctrico proporcionará el estado de carga actual de la batería y la energía total solicitada.

Una vez alcanzado un acuerdo, el vehículo se cargará, con todos los parámetros relevantes, como la temperatura de la batería y el buen funcionamiento de la estación de carga, monitoreados constantemente.

En las dos últimas etapas cualquiera de las partes solicitará la terminación del proceso de carga. Esto puede deberse a que la batería esté completamente cargada, a que el vehículo se haya retirado antes de tiempo o a un error en el proceso de carga, como una subtensión. Por último, el cable de carga pasará al modo desenergizado para permitir su retirada segura.

Bharat DC-001:

El estándar de carga Bharat DC-001 se ha desarrollado para cargar los vehículos eléctricos de bajo voltaje lo más rápido posible. Hasta ahora, el estándar sólo se ha aplicado a pequeña escala en la India. La estación de carga utiliza el estándar GB/T, pero está reducida a 72 V [18]. Por lo tanto, la potencia máxima de carga es de sólo 15 kW, que es ligeramente superior a la que pueden cargar muchos cargadores integrados. Actualmente, el estándar sólo puede ser utilizado por los microcarros. Su uso está limitado al centro de la ciudad, debido a la baja velocidad de conducción. La autonomía de los microcarros es suficiente para las necesidades diarias de conducción en el centro de la ciudad y la carga lenta en el destino mantendrá el vehículo totalmente operativo, sin necesidad de un cargador rápido. En consecuencia, el despliegue del estándar Bharat DC-001 es cuestionable [19].

OppCharge:

OppCharge es la abreviatura de carga de oportunidad (Opportunity charge). Fue desarrollado por ABB para proporcionar carga rápida a los autobuses eléctricos durante las paradas cortas a través de una conexión tipo pantógrafo (véase Figura 15). Una vez en posición, se establece una conexión totalmente automatizada y se inicia la sesión de carga. El voltaje está definido delimitado 400-750 V con una potencia de salida de hasta 350 kW [20].

OppCharge se ha incluido en el estándar SAE J3105 y se basa en varios estándares internacionales en sí [21]. Ha sido adoptado por los principales fabricantes de autobuses europeos [22].



Figura 15: Conector OppCharge, Fuente: [23]

Tesla:

Hay que tener en cuenta que Tesla ha creado su propio estándar de carga para la carga de corriente continua. Sin embargo, con la introducción del Modelo 3 han optado por utilizar CCS en Europa, GB/T en China y han desarrollado un adaptador CHAdeMO para el mercado japonés. El uso del estándar de carga más común permite a los conductores de Tesla cargar en la mayoría de las estaciones de carga públicas, así como en las estaciones de Tesla. No es posible cargar un vehículo que no sea Tesla en una estación de carga Tesla, ya que la compañía prohíbe el uso externo mediante una restricción de software.

4.2.3 Carga inalámbrica

La carga inalámbrica (también conocida como carga inductiva) permite cargar un vehículo eléctrico sin cable. Entre una plataforma transmisora externa y el dispositivo receptora del vehículo eléctrico, se establece un campo magnético para el intercambio de energía de ultra alta frecuencia. El vehículo eléctrico seguirá necesitando un rectificador para generar corriente continua para cargar la batería. La eficacia de la carga suele ser menor que en el caso de la transferencia de energía conductiva y depende de la distancia recorrida en comparación con el tamaño de la bobina, la frecuencia de transmisión y la alineación de la plataforma de carga. La ventaja principal de la transferencia de energía inalámbrica es la carga automática sin intervención humana y el rápido inicio del proceso de carga, una vez que la plataforma y el dispositivo receptor de carga están en posición. Las desventajas son las pérdidas de transmisión y los altos costos de la tecnología en comparación con la carga conductiva. La tecnología se está probando actualmente a pequeña escala para la operación de taxis y autobuses. Los autobuses pueden cargarse de forma totalmente automáticamente en las paradas y de taxi en los momentos de espera aprovechando ese pequeño margen de tiempo estacionados. Una vez que la conducción autónoma sea posible, la carga inalámbrica también permitirá el funcionamiento continuo de los taxis autónomos, sin intervención humana. Para uso privado, la tecnología puede utilizarse para fines de comodidad en el segmento de los carros de lujo.

Además de la carga inalámbrica durante la parada, una empresa llamada ElectReon Wireless está investigando la posibilidad de cargar el vehículo en movimiento. Queda por ver si la aplicación será comercialmente viable [24].

Aunque la carga inalámbrica aún está en pleno desarrollo, el comité central de electricidad de China ya ha publicado el primer estándar, basado en gran parte en la tecnología de una empresa llamada WiTricity [25]. Por ello, las empresas tendrán que obtener la licencia de ciertas patentes de WiTricity con un costo adicional para cumplir con el estándar chino. Los detalles sobre el estándar sólo están disponibles en el idioma chino.



Figura 16: Plataforma de carga inalámbrica para vehículos eléctricos, Fuente: [26]

4.2.4 Intercambio de baterías

El intercambio de baterías permite cambiar una batería agotada por otra completamente cargada en pocos minutos. El propietario del vehículo eléctrico no tiene que esperar a que termine el proceso de carga y se puede conseguir una experiencia de usuario similar a la de los vehículos de combustión. Al mismo tiempo, la batería descargada puede cargarse lentamente, lo que prolonga su vida útil y reduce la carga de la red eléctrica. La principal desventaja del intercambio de baterías es el alto costo asociado al proceso del intercambio y la necesidad de baterías adicionales.

El cambio de baterías para los e-scooters y otros vehículos pequeños es posible a mano. Las baterías pesan hasta 15 kg cada una y se instalan hasta dos baterías por scooter. Muchos fabricantes ofrecen baterías extraíbles sin estandarización entre empresas. El objetivo principal es ofrecer a los conductores la posibilidad de llevar las baterías dentro de su edificio residencial para recargarlas, eliminando la necesidad de una fuente de alimentación en el lugar de estacionamiento.

Lo ideal sería que el intercambio público de baterías se basara en un estándar común para el mayor número posible de fabricantes. En la actualidad, los principales fabricantes japoneses de vehículos de dos ruedas (Honda, Yamaha, Kawasaki, Suzuki) están trabajando en un sistema común, aunque todavía faltan algunos años para su implantación en el mundo real [27].

El mayor sistema público de intercambio de baterías específico de un fabricante es operado en Taiwán por Gogoro, con más de 1.793 estaciones de intercambio en todo el país y con planes de llegar a 1.900 estaciones para finales de 2020 (véase Figura 17) [28][29]. La red se puso en marcha en 2015 y la última revisión de las estaciones de carga puede incluso proporcionar apoyo a la red a través de capacidades bidireccionales. La construcción de estas estaciones de intercambio de baterías está respaldada por incentivos gubernamentales, basados en subastas públicas. En el último año, más competidores están licitando para construir su propio sistema de baterías, con un éxito creciente, reduciendo el monopolio de intercambio de baterías de Gogoro. Un estándar común para todos los fabricantes podría haber reducido el costo gubernamental, pero el despliegue de estaciones de intercambio de baterías no habría avanzado tan rápido.



Figura 17: Estación manual de intercambio de baterías para e-scooters por Gogoro en Taiwán, Fuente: [30]

India también está desarrollando estaciones de intercambio de baterías dependientes del fabricante para vehículos de dos y tres ruedas, pero aún no ha alcanzado el mismo nivel de madurez. Se puede encontrar un resumen del proyecto en curso en evreporter [31].

Existen problemas similares en el mercado de los carros eléctricos. Hasta la fecha, sólo en China están operativas las estaciones de intercambio de baterías para carros eléctricos de las empresas NIO y BIAC. Los sistemas de recarga de ambos fabricantes de automóviles son independientes entre sí, pero ambos están trabajando en una estandarización gradual. Se ha comenzado con la publicación de normas generales de seguridad en un estándar de la CEC en agosto de 2020 [32]. Además, China es el único país que apoya el desarrollo de esta tecnología con incentivos específicos. La

razón principal es proporcionar electromovilidad a las residencias en edificios de varias plantas sin acceso a una infraestructura de carga dedicada. Figura 18 muestra una estación de intercambio de baterías para vehículos de pasajeros eléctricos de la empresa china NIO. Estas estaciones de intercambio de baterías sólo están disponibles en el país, con planes de expansión a Noruega.



Figura 18: Estación de intercambio de baterías de VE 2.0 para vehículos de pasajeros Nio en China, Fuente: [33]

Para los tipos de vehículos más grandes, se está probando actualmente en India una estación de intercambio de baterías para autobuses eléctricos con el fin de ampliar la autonomía de viaje en una ruta circular para autobuses urbanos [34].

4.3 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

El mercado de vehículos eléctricos de República Dominicana está fuertemente influenciado por los Estados Unidos de América. Por lo tanto, tiene sentido aplicar los mismos tipos de conectores para vehículos eléctricos para permitir la importación de vehículos nuevos y usados desde los Estados Unidos. Por lo tanto, hay que tener en cuenta al máximo los cargadores de CA de tipo 1, los enchufes de carga CCS1 y CHAdeMO. Esto parece estar en línea con la práctica actual en República Dominicana, ya que la marca EverGo, la mayor red de carga de vehículos eléctricos de República Dominicana, ya ha adoptado estos conectores [35]. Además, el estándar GB/T de China podría ser relevante, ya que los vehículos eléctricos económicos podrían ser importados de este mercado. Para la carga de CA, los vehículos chinos están equipados con un conector AC tipo 2, lo que requiere un adaptador para conectarse a una instalación tipo 1.

5. ASPECTOS DEL CÓDIGO DE RED

La conexión a la red de una estación de carga debe seguir criterios específicos para el funcionamiento seguro de la red. Las siguientes recomendaciones se basan en los códigos de red internacionales y en la consulta a expertos.

5.1 FRECUENCIA

La frecuencia de la red debe mantenerse dentro de los límites permitidos para garantizar la seguridad general de la red. La adopción generalizada de vehículos eléctricos ofrece una oportunidad para aumentar la estabilidad de la frecuencia. Como mínimo, debería exigirse a las estaciones de carga de corriente continua que ajusten la potencia de carga en caso de que la frecuencia esté fuera de los límites nominales. Los ajustes de

potencia deberían seguir una característica lineal $P(f)$, con un comportamiento PT1. La parametrización debería ser específica para cada país. Algunos países, como Alemania, ya han incluido este requisito para las estaciones de carga de corriente continua e inductiva. Se está debatiendo una ampliación hacia la carga dependiente de la frecuencia para los vehículos acoplados a CA y tendría que implementarse en el cargador de a bordo de los vehículos eléctricos.

5.2 VOLTAJE

La sobretensión durante el proceso de carga puede causar graves daños a la batería del vehículo. Por lo tanto, la mayoría de los vehículos eléctricos ya cuentan con una protección de voltaje

incorporada. Además, la propia estación de carga debe tener una protección de voltaje incorporada, como se explicará en el capítulo 7.

Aunque las estaciones de carga de CC pueden construirse fácilmente para proporcionar soporte de potencia reactiva en todo momento, en la práctica esto no es necesario actualmente y sólo algunos códigos de red (por ejemplo, Alemania) requieren soporte de potencia reactiva al menos durante el proceso de carga. El mecanismo de control se establece en función del voltaje de la red ($Q(U)$ -Control), la potencia reactiva constante (Q_{const}) o el factor de potencia constante (PF_{const}). El mecanismo de control más adecuado dependerá del diseño de la red local y deberá ser establecido por la empresa local de servicios públicos.

El soporte de voltaje de las estaciones de carga de CA es más difícil, ya que el cargador individual de a bordo del vehículo tendría que proporcionar la potencia reactiva, pero estos no suelen estar diseñados para proporcionar potencia reactiva, ni para recibir señales de control de potencia reactiva, ya que los estándares de comunicación entre la estación de carga y el vehículo aún no admiten el control de potencia reactiva. Sin embargo, el factor de potencia debe mantenerse por encima de 0,90, tal y como exigen muchos códigos de red (por ejemplo, en Alemania).

Independientemente de los mecanismos de control de voltaje, los rectificadores, ya sea en el vehículo o en la estación de carga, deben cumplir unos valores de factor de potencia aceptables para poder conectarse a la red. Incluso a nivel internacional, este no es todavía el caso de todos los vehículos eléctricos. Hay que hacer ajustes en la homologación del tipo de vehículo.

5.3 ARMÓNICOS

El rectificador de CA a CC inducirá armónicos en la red. El valor de la distorsión armónica total (THD, Total Harmonic Distortion) dependerá de la calidad del equipo y del factor de potencia requerido. Las investigaciones indican que los armónicos procedentes de la carga de vehículos eléctricos no suelen ser críticos para la red [36]. La situación puede ser diferente en el caso de cargadores muy económicos conectados al mismo alimentador.

5.4 DESBALANCE DE FASE

Si varios vehículos eléctricos se cargan en la misma fase, se producirán desbalance de fase. Por ejemplo, las viviendas europeas están conectadas en su mayoría a la red en las tres fases. Una contramedida sencilla es que los técnicos cambien los conectores de los equipos de carga eléctrica de forma aleatoria para evitar los desbalances de fase. Además, en cada vivienda se debe asegurar que el desbalance de fase individual se mantenga bajo. Por ejemplo, el nivel máximo permitido en Alemania es de 4,6 kVA de diferencia entre fase. En países como EE.UU., las viviendas suelen estar conectadas sólo a una fase. Los desbalances de fase en el nivel del transformador serán más comunes, ya que los vehículos eléctricos se cargan de forma monofásica.

5.5 RESTAURACIÓN DE LA RED

Para apoyar el restablecimiento de la energía, las estaciones de carga pueden aumentar lentamente la potencia de carga de los vehículos, en lugar de cargarlos a plena potencia en el momento de reconexión de la red. La siguiente elaboración se basa en los primeros borradores de las consultas a los expertos. Aunque la reconexión de la red es un tema muy importante, los operadores de la red todavía no solicitan estas capacidades. Por lo tanto, todos los valores proporcionados son provisionales y deberán realizarse estudios específicos en un futuro próximo. Lo más probable es que el restablecimiento de la red sólo sea relevante para las estaciones de carga con una potencia individual en cada conector superior a 3,7 kW para reducir el costo de inversión requerido.

La mayor preocupación, por la que debería ser necesaria la capacidad de apoyo al restablecimiento de la red, es el impacto en la red de la reanudación de los procesos de carga después de una interrupción prolongada de la red. Durante la fase de corte eléctrico, el número de vehículos eléctricos conectados a la red aumentará, ya que los procesos de carga en curso se detienen y llegan nuevos vehículos a las estaciones de carga, que quieren cargarse una vez el corte eléctrico termine. Por lo tanto, el número de cargas una vez restablecida la red es mayor que antes del evento, lo que aumenta el riesgo de un nuevo corte eléctrico.

Hay varias estrategias posibles para aumentar la capacidad de reinicio de la red. En cualquier caso, el proceso de carga de los vehículos eléctricos no debe reanudarse inmediatamente

después de la reconexión de la red, sino con un retraso uniforme y aleatorio de unos 10 minutos. Dependiendo del número aleatorio, las estaciones de carga se conectarán en momentos ligeramente diferentes. Una vez conectadas, la potencia de carga disponible debería limitarse a aproximadamente la mitad de la carga máxima durante un tiempo continuo. Los valores exactos deben determinarse en un estudio independiente. Si se dispone de un enlace de comunicación con el operador de la red, también es posible un aumento más rápido en combinación con los esquemas de carga inteligente existentes (compárese el capítulo 6.3). Todavía no existe una aplicación comercial de los planes de restablecimiento de la red.

La estación de carga de vehículos eléctricos debe estar conectada al nivel de voltaje apropiado de la red eléctrica en función de los requisitos de potencia de carga. El requisito de potencia de carga se decidirá por la capacidad de potencia de los cargadores y el número de cargadores instalados en una estación de carga. El transformador que conecta la estación de carga a la red debe tener la capacidad adecuada para suministrar esta potencia. Los requisitos exactos de la línea de la red para cada tipo de estación de carga dependen del estado existente de la red donde de la estación de carga este ubicada. Si existe una red fuerte en la ubicación de la estación de carga (es decir, la red ya tiene la capacidad para suministrar energía a la estación de carga y el transformador correspondiente es lo suficientemente grande para que la estación de carga se conecte directamente a ella), no será necesario ningún refuerzo adicional.

5.6 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

En un futuro a mediano y largo plazo (2030 en adelante), los vehículos eléctricos tendrán un impacto considerable en la red eléctrica de República Dominicana, sin embargo, en el corto plazo el impacto seguirá siendo bajo. Por lo tanto, todos los aspectos anteriores deben ser monitoreados, pero todavía no es necesario exigir a las estaciones de carga que presten servicios auxiliares. Por ahora, basta con considerar la electromovilidad como una carga convencional no controlable. Hay tres excepciones: (1) Los desbalances de fase no deben superar un límite establecido, (2) las estaciones de carga deben proporcionar apoyo básico para la restauración de la red y (3) las estaciones de carga de corriente continua deben ser capaces de proporcionar control de voltaje y frecuencia.



6. MITIGACIÓN DEL IMPACTO EN LA RED

La incorporación de los vehículos eléctricos a la red eléctrica puede provocar una sobrecarga de los activos de la red. Los vehículos eléctricos se cargan principalmente durante la noche, al final de la jornada laboral. Por lo tanto, el pico nocturno existente aumentará aún más.

Las estrategias de mitigación del impacto en la red dependen de la curva de carga diaria, del crecimiento anual de la demanda eléctrica y de los vehículos eléctricos considerados. Por ejemplo, en los países industrializados, el consumo anual de electricidad está disminuyendo, debido a las mejoras de eficiencia y a la desindustrialización. Sólo el nuevo consumo debido a los vehículos eléctricos y las bombas de calor o los sistemas fotovoltaicos en los tejados darían lugar a una expansión o mejora de

la red. Las tecnologías de redes inteligentes son especialmente útiles para diferir los costos de expansión desplazando los picos de demanda. En el caso de la carga de vehículos eléctricos, un retraso de unas pocas horas en la noche suele ser suficiente para mantener la estabilidad de la red, ya que la carga de la red es más baja durante la noche.

La situación es diferente en los países en desarrollo. El crecimiento de la carga anual a menudo resulta en una expansión prematura de la red, incluso sin la carga de vehículos eléctricos. Las normas de planificación de la expansión de la red deben tener en cuenta el crecimiento previsto de la carga durante el funcionamiento, incluida la carga de los vehículos eléctricos.



Además, especialmente en los países cálidos, deberían establecerse incentivos para fomentar la carga diurna en la medida de lo posible. Esta medida contribuirá a mejorar la integración de la energía solar en la red al aumentar la demanda al mediodía y reducir el riesgo de sobrecarga de la red durante la noche, potencialmente causada por la combinación de aire acondicionado y carga de vehículos eléctricos.

En el siguiente capítulo se describe con más detalle la posibilidad de diferir los eventos de carga y otras medidas adecuadas para mantener la estabilidad de la red. En primer lugar, se proporciona una introducción a los posibles estándares de comunicación, antes de destacar las estrategias específicas de mitigación de la red.

6.1 FACTOR DE SIMULTANEIDAD

El factor de simultaneidad determina cuántos vehículos se cargan al mismo tiempo. Puede utilizarse para dimensionar las redes eléctricas para hacer frente a la carga de vehículos eléctricos. En una red con un solo vehículo eléctrico, la simultaneidad será del 100% cada vez que se cargue el vehículo. En una red con dos vehículos eléctricos, la mayor parte del tiempo sólo se cargará un vehículo. Por lo tanto, la simultaneidad en ese momento es del 50 %, pero es muy probable que en otro momento ambos vehículos se carguen simultáneamente. En esta red, el planificador de la red tiene que considerar una simultaneidad máxima del 100%.

Sin embargo, en una red con 1.000 vehículos eléctricos, es muy poco probable que todos los vehículos eléctricos se carguen al mismo tiempo, ya que los patrones de carga y conducción de los vehículos eléctricos varían mucho. En consecuencia, la carga de los vehículos eléctricos tiene el mayor impacto en la red en el nivel de voltaje más bajo. Lo más habitual es que el cable que conecta el transformador de distribución con las distintas estaciones de carga residenciales de propiedad privada o el transformador de distribución corra el riesgo de sobrecargarse.

En la Figura 19 se muestran algunos cálculos de simultaneidad para potencias de carga de 3,7 y 11 kW para patrones de conducción típicos en Alemania. Los gráficos se han calculado de forma

que en el 99,73% de los días no se supera la curva indicada. En otras palabras, el valor establecido sólo se supera cada nueve años. Se debe considerar que no se ha tenido en cuenta ningún acontecimiento externo en el cálculo. Si el número de conductores de vehículos eléctricos es muy bajo, es posible que todos los conductores trabajen en la misma compañía y, por tanto, regresen al mismo tiempo. En consecuencia, la simultaneidad podría ser mayor en estos casos.

Desde un punto de vista económico, no tiene sentido reforzar la red para hacer frente a estos eventos tan poco frecuentes. La carga inteligente puede ofrecer una solución más rentable, como se explica en el capítulo 6.3.

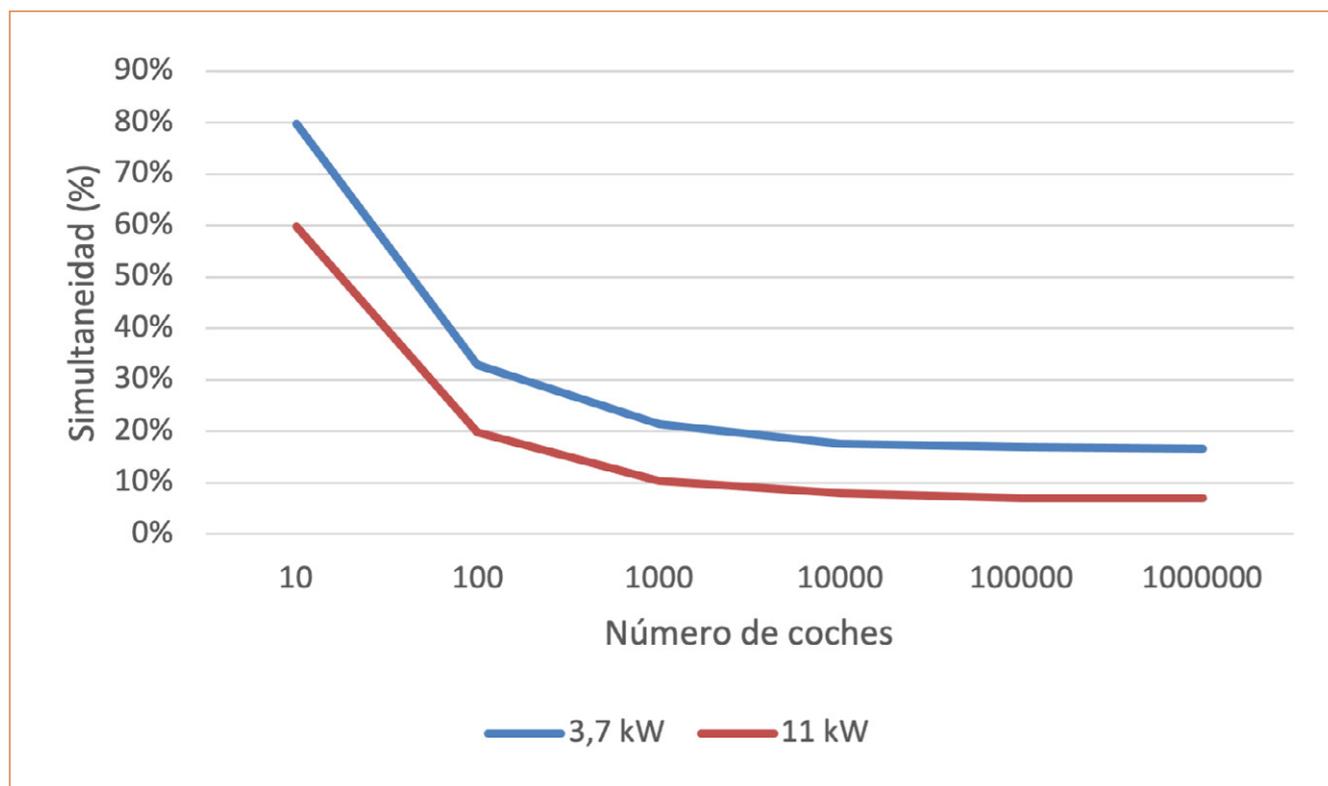


Figura 19: Simultaneidad de la carga de VE para diferentes niveles de potencia de carga en Alemania.

La Figura 20 muestra el resultado, al multiplicar la potencia de carga con la simultaneidad para recibir la potencia de carga promedio máxima por vehículo que se espera que ocurra en una red determinada con un número específico de vehículos eléctricos. Está claro que, a pesar de la mayor simultaneidad de carga en baja potencia, debido a la mayor duración de carga del vehículo, el impacto en la red es menor. Esto es especialmente cierto para las redes pequeñas con pocos vehículos eléctricos, mientras que el efecto se vuelve insignificante a nivel nacional. Independientemente de la potencia de carga, la energía requerida sigue siendo la misma.

Los cálculos mostrados se han realizado únicamente para la recarga doméstica de vehículos eléctricos de pasajeros. Las amplias posibilidades de carga en el trabajo o en cargadores rápidos afectarán estas curvas de simultaneidad. Todavía no se han desarrollado valores comunes sobre la integración de la carga de vehículos eléctricos en los procesos de planificación de la red. Depende en gran medida del número esperado de vehículos durante la vida útil de los activos, además del comportamiento de conducción específico de cada país.

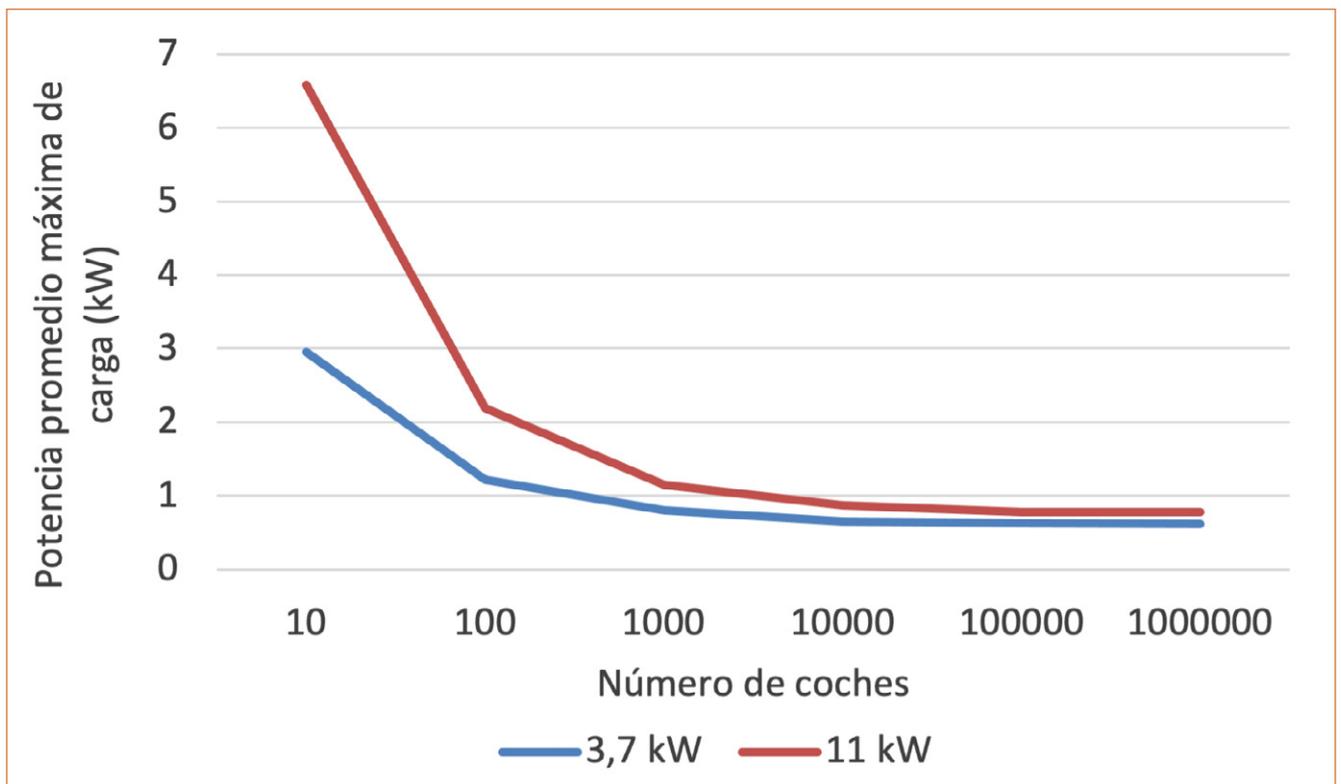


Figura 20: Demanda promedio máxima de la red debido a la carga de vehículos eléctricos a diferentes niveles de potencia de carga en Alemania.

En el caso de las estaciones de carga rápida, independientemente del tipo de vehículo, se debe suponer una simultaneidad de 1. Estas estaciones se construyen para proporcionar energía de carga a los vehículos eléctricos lo más rápido posible. Esto también hace que los esquemas de carga inteligente sean menos adecuados. El usuario no aceptará posponer el suministro de energía.

Por último, la carga en los estacionamientos, independientemente del tipo de vehículo, debe calcularse con un factor de simultaneidad de 1 o la potencia solicitada por el operador del punto de carga. Posponer el proceso de carga es posible, pero normalmente lo hace el propio operador del punto de carga, como se explica en el siguiente capítulo.

6.2 GESTIÓN DE LA CARGA (GESTIÓN DE LA DEMANDA)

La gestión de la carga se utiliza para limitar la potencia máxima extraída de la red por punto de conexión. Las razones para la gestión de la carga son las limitaciones de la infraestructura

eléctrica privada o consideraciones de costo. En la mayoría de los países, al menos para el uso comercial, hay que pagar por la energía suministrada y la potencia máxima extraída. La reducción de la carga máxima permite ahorros considerables.

La gestión de la carga puede establecerse de forma estática o dinámica. La gestión de la carga estática mantendrá la potencia máxima de carga del vehículo eléctrico por debajo de un valor constante, mientras que la gestión de la carga dinámica también tendrá en cuenta los requisitos de potencia de otros dispositivos detrás del medidor (véase Figura 21). En general, la gestión de la carga tiene sentido si se instala más de una estación de carga en el mismo punto de conexión a la red, o si la potencia disponible es muy limitada. Varias empresas ya ofrecen estaciones de carga con capacidad de gestión de la carga, aunque varían en sofisticación. Los sistemas más avanzados tendrán en cuenta el estado de carga de la batería de cada vehículo y las horas de salida para determinar qué vehículo debe cargarse más rápido. Otros sistemas cargarán los vehículos basándose únicamente en el tiempo de conexión.

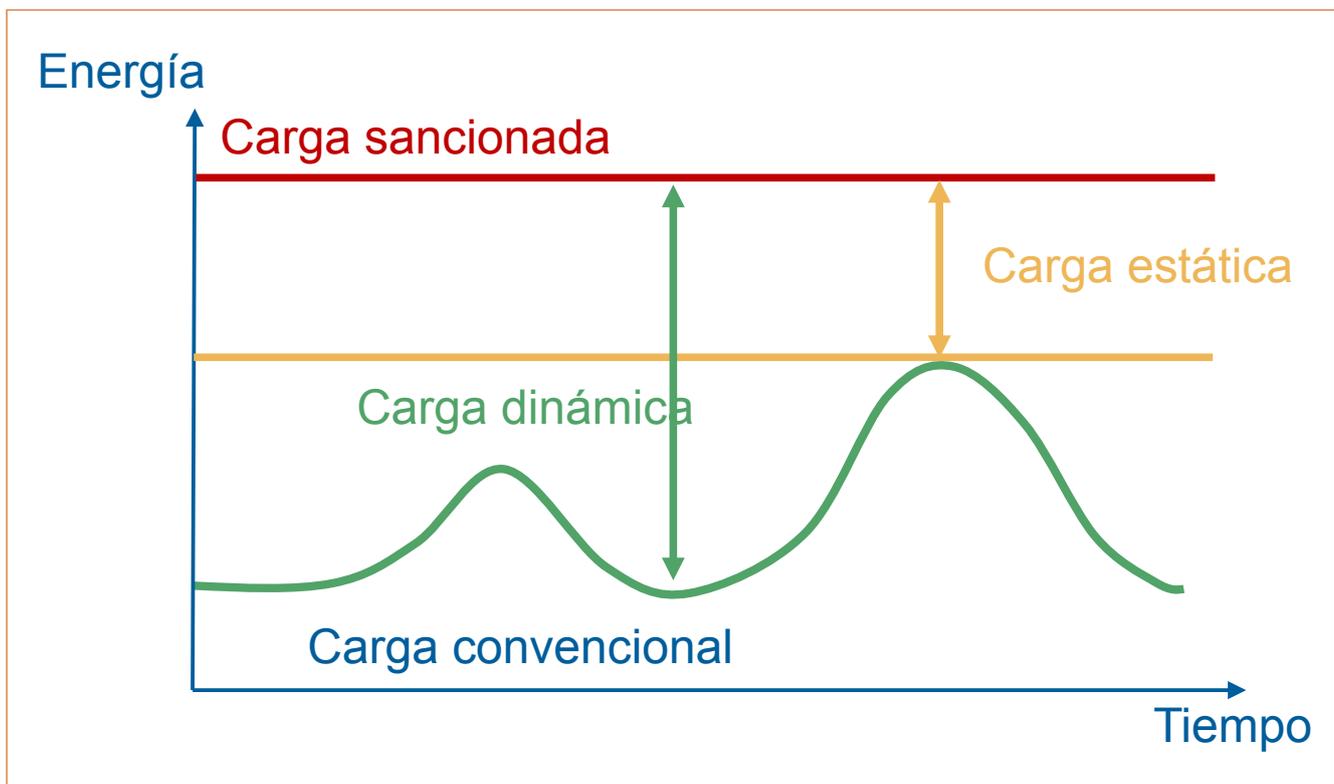


Figura 21: Esquema del sistema de gestión de la carga estática y dinámica.

6.3 CARGA INTELIGENTE

La carga inteligente describe la capacidad de ajustar la potencia de carga en función de factores externos, como la congestión de la red. Muchos responsables políticos de todo el mundo la han identificado como el método clave para mantener la estabilidad de la red mientras se integran grandes cantidades de vehículos eléctricos. La tecnología está aún en fase de investigación, pero su despliegue masivo, al menos en algunos países, está a pocos años de distancia.

El desarrollo de un sistema de carga inteligente sólo tiene sentido si existe flexibilidad para posponer el proceso de carga. Este suele ser el caso de las estaciones de carga lenta, en las que el vehículo está estacionado durante unas horas. En cambio, en las estaciones de carga rápida los conductores de vehículos eléctricos suelen esperar que el proceso de carga dure lo menos posible. No hay flexibilidad para retrasar el proceso de carga.

Para la gestión de la congestión de la red, el sistema de carga inteligente debe estar relacionado con el mismo nivel de voltaje en el que está instalada la estación de carga. Para gestionar la congestión de la red a nivel local en la calle, es necesario tener información sobre la carga actual de la red. Para ello, se debe monitorear la carga del transformador local por línea de entrada y enviar una señal de reducción de carga cuando se supere un determinado umbral. En teoría, el voltaje al final de la línea también podría monitorearse, pero esto añadiría más complejidad. Los problemas de voltaje se gestionan mejor con un diseño adecuado de la topología de la red y estableciendo requisitos de factor de potencia para las cargas más grandes y todos los generadores.

Un ejemplo típico de carga inteligente es considerar una pequeña calle residencial con 10 propietarios de vehículos eléctricos, todos conectados a la misma subestación. Las simulaciones y los proyectos piloto en el mundo real han demostrado que en un día normal menos de dos vehículos serán cargados al mismo tiempo, debido a la distribución heterogénea de los perfiles de conducción y las rutinas de carga de los propietarios de los vehículos. Sin embargo, algunas veces al año la situación será diferente y muchos más vehículos se cargarán al mismo tiempo. Al menos en el caso de Alemania, el ejemplo dado está respaldado por datos de campo y una extensa investigación. La situación general es la misma en otros países. Sólo en algunos momentos del año se alcanza la máxima potencia de carga combinada de los vehículos eléctricos. Por lo tanto, tiene sentido restringir la carga en estos casos en lugar de invertir en la expansión de la red. El nivel

de aceptación de estos sistemas de carga inteligente depende de cada población y de cómo se configuran los algoritmos. Por ejemplo, una estación de carga podría ofrecer un botón de prioridad energética. Cuando se pulsa el botón, la potencia de carga del vehículo eléctrico conectado se reducirá sólo después de que todos los demás vehículos eléctricos se hayan reducido a cero. Se aplicaría una prima por la activación para evitar el uso indebido [37]. La carga inteligente será tolerada por la población siempre que el impacto experimentado por el usuario sea insignificante. Los operadores de la red deben monitorear de cerca el recorte para iniciar el proceso de expansión de la red antes de que los usuarios se vean influenciados negativamente.

En principio, la recarga puede utilizarse de forma eficiente para todo tipo de vehículos eléctricos, pero el costo adicional hace que la medida sea económicamente inviable para los vehículos más pequeños. Además, muchos vehículos de uso comercial no podrán ofrecer flexibilidad para retrasar el proceso de carga, ya que se utilizan con una alta frecuencia. Por lo tanto, se espera que la carga inteligente se utilice principalmente para los carros eléctricos, ya que suelen estar estacionados durante varias horas.

Además de evitar la sobrecarga de la red, la carga inteligente también puede utilizarse para proporcionar una reserva primaria descendente, que equivale a una reserva ascendente de generación. Se aplica la misma metodología que para la carga bidireccional (presentada en el siguiente capítulo).

La carga inteligente puede utilizarse también para aumentar la participación de energía renovable en el mix eléctrico, pero conlleva el riesgo de sobrecarga de la red, como se verá en el capítulo 6.4.

Hasta la fecha, solo se encuentran en funcionamiento unas pocas aplicaciones de carga inteligente a gran escala. El más grande es Flexpower, en Ámsterdam, Países Bajos. Las estaciones de carga públicas están integradas en una red. En caso de una inminente congestión de la red, la potencia de carga se reduce hasta el 50% de la potencia máxima. El cliente no recibe ningún pago por la medida [38].

Para incentivar la carga inteligente para uso privado, se puede utilizar la participación obligatoria, precios de tarifa plana o precios dinámicos. Actualmente, el principal obstáculo es el elevado costo de las estaciones de carga inteligente. Aunque los precios ya han bajado, estas estaciones siguen siendo el doble de costosas que los cargadores regulares.

6.4 MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Además de utilizar estrategias de carga inteligente para la integración segura de los vehículos eléctricos en la red eléctrica, como se ha mostrado en el capítulo anterior, las estrategias de carga también pueden utilizarse para aumentar la participación de energía renovable en el mix de generación eléctrica.

A menudo, el proceso de carga de un vehículo eléctrico puede retrasarse hasta que se disponga de energía renovable. En lugar de cargar el vehículo con electricidad procedente de la generación a base de carbón, que produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero, se utiliza energía limpia, lo que aumenta el beneficio medioambiental del vehículo eléctrico. La previsión de la producción de energía renovable adquiere mayor importancia, ya que debe garantizarse que el vehículo eléctrico esté suficientemente cargado para el próximo viaje.

En la Figura 22 se muestran las emisiones de CO₂ de dos días consecutivos en marzo de 2021 en alemán. Resulta evidente que la recarga durante el pico solar y eólico del primer día reducirá las emisiones de CO₂ entre dos y tres veces en comparación con la recarga en las primeras horas de la mañana del día siguiente. Se espera que la diferencia aumente con el aumento de la participación de las energías renovables.

Como consecuencia, las estrategias para la mitigación de emisiones aumentarán el número de vehículos que se cargan simultáneamente, ya que todos ellos tratarán de cargar durante el excedente de energía renovable. Esto, a su vez, podría conducir a una sobrecarga local de los activos de la red. Sin embargo, en muchos casos este aumento de la potencia de carga de los vehículos eléctricos no está en contradicción con la estabilidad de la red. Por ejemplo, la carga global de la red suele ser bastante baja durante el pico solar del mediodía. Trasladar el proceso de carga de los vehículos eléctricos a las horas del mediodía no sólo ayuda a utilizar más energía solar, sino que también reduce el pico nocturno, ya que los vehículos ya se han cargado durante el día. Para reducir el riesgo de sobrecarga, las estrategias de mitigación de emisiones requieren algoritmos de carga inteligentes que también tengan en cuenta las posibles limitaciones de la red, idealmente con anticipación.

La última investigación propone precios dinámicos que tenga en cuenta la generación de energía renovable prevista, además de la congestión de la red. Se creará un precio mixto basado en la situación específica. Las fluctuaciones de precios proporcionan una señal clara a la estación de carga, que seleccionará automáticamente el intervalo de tiempo de carga más competitiva en términos de costos en función de las preferencias del usuario.

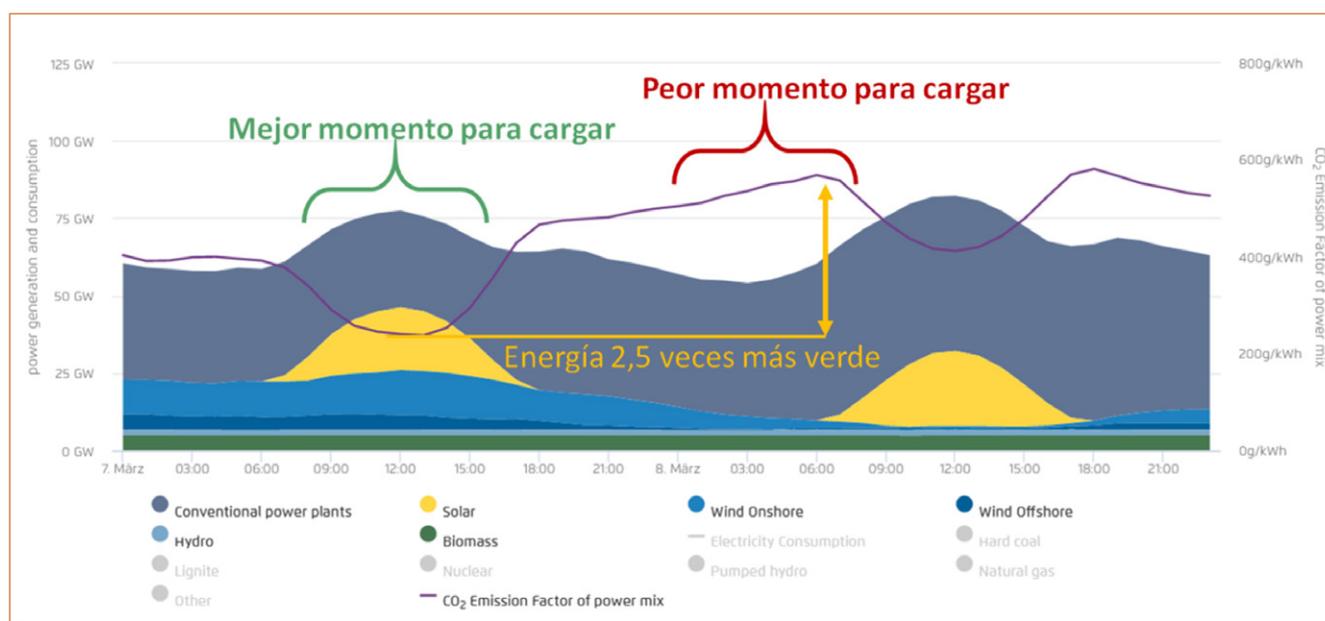


Figura 22: Factor de emisiones de CO₂ en marzo de 2021 para Alemania.

6.5 CARGA BIDIRECCIONAL

La carga bidireccional permite cargar y descargar la batería mientras esté conectada a la estación de carga. Actualmente, sólo el estándar CHAdeMO admite esta función, pero se añadirá a todos los demás estándares de carga de corriente continua en un futuro próximo. Según los comentarios de los fabricantes de automóviles europeos y estadounidenses, la carga bidireccional sólo estará disponible para los vehículos conectados a corriente continua, ya que ayuda a reducir el costo y la complejidad del cargador de a bordo. Una vez que se reúna más experiencia con la carga de corriente continua, la situación podría cambiar.

Lo más probable es que la carga bidireccional sólo se utilice para los vehículos más grandes con potencias de carga a partir de 5 kW. Además, el tamaño de la batería del vehículo eléctrico tendrá que contener suficiente energía para las necesidades diarias de conducción, incluso si se utiliza la carga bidireccional. Actualmente, sólo los carros eléctricos cumplen los requisitos.

Con la carga bidireccional, es posible la integración con el sistema eléctrico del hogar (V2H) o con la red (V2G).

La conexión V2H permite utilizar el vehículo eléctrico como batería de respaldo. Por ejemplo, el carro podría cargarse con energía solar en casa o en el lugar de trabajo y suministrar

electricidad para el aire acondicionado durante la noche. En el futuro, más países establecerán precios de la electricidad dependientes del día para aumentar el consumo durante el pico de producción solar y reducir el consumo durante el pico de carga nocturno. Estos precios también pueden ser cada vez más dinámicos para tener en cuenta los picos de producción de energías renovables (más detalles en el capítulo 6.4). A día de hoy, los cargadores de corriente continua para aplicaciones domésticas siguen siendo demasiado costosos para generar un negocio rentable, incluso con altas diferencias de precios de la energía.

Además, los vehículos eléctricos con capacidad de conexión V2H pueden utilizarse como energía de reserva para emergencia. Esta función ha sido un gran éxito en Japón, ya que todos los hogares están obligados a tener una fuente de energía de reserva de emergencia. En comparación con los generadores diesel o las baterías estacionarias específicas, el vehículo eléctrico ofrece una solución rentable, aunque los cargadores de corriente continua para aplicaciones domésticas siguen siendo costosos.

La conexión del vehículo a la red incluye la funcionalidad adicional de devolver la energía a la red, en lugar de la aplicación detrás del medidor. Puede ayudar a aplanar aún más la carga de la red, como se muestra en Figura 23. Desde el punto de vista técnico, los requisitos tecnológicos siguen siendo los mismos que para la aplicación V2H, pero las barreras normativas suelen impedir la operación V2G.

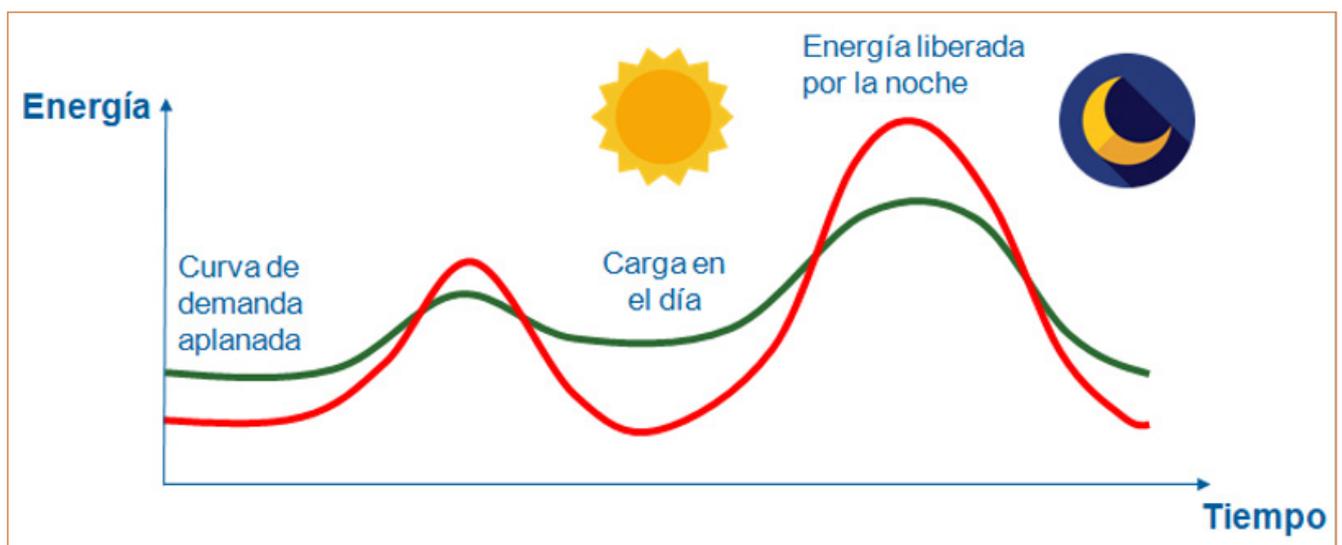


Figura 23: Ejemplo de consumo de energía en función del tiempo con (línea verde) y sin (línea roja) V2G.

En la fase actual de desarrollo de las baterías, la tecnología V2G no debería utilizarse para mantener la estabilidad de la red local. La potencia y la energía necesarias tendrían que ser proporcionadas por unos pocos vehículos, lo que provocaría un elevado estrés en las baterías y, en consecuencia, una reducción de su vida útil. Además, no se puede garantizar que los vehículos individuales estén conectados a la estación de carga, en el momento de una restricción de la red local. Por lo tanto, el V2G debería utilizarse después de agrupar al menos 1000 vehículos para la gestión de la red de área amplia y la integración de las energías renovables (capítulo 6.4). Al agrupar una gran cantidad de vehículos eléctricos, se puede garantizar que haya una cantidad mínima de vehículos disponible para la aplicación V2G. El operador de los vehículos agrupados tendrá una cantidad asegurada de energía y potencia a rápida disposición y podrá suministrarla a la red con un cierto beneficio. El caso de uso típico es la provisión de reserva primaria. Los vehículos pueden suministrar grandes cantidades de energía eléctrica durante un corto periodo de tiempo sin que aumente significativamente el envejecimiento de la batería, ya que el factor dominante del envejecimiento de la batería son los puntos calientes de temperatura localizados dentro de la celda, que no se acumulan en caso de que la energía se suministre sólo durante un corto periodo de tiempo. Otra posibilidad es suministrar electricidad durante los precios altos y cargarla a precios bajos. Cada vehículo sólo suministraría pequeñas cantidades de energía durante un periodo de tiempo prolongado, lo que podría incluso aumentar la vida útil de la batería al recalibrar las celdas individuales.

En resumen, las aplicaciones V2G y V2H serán muy importantes a la hora de avanzar hacia porcentajes elevados de energía renovable, y en la actualidad se está investigando mucho al respecto. Aparte de los proyectos pilotos, aún no se ha establecido la aplicación en el mundo real. Los principales obstáculos para su adopción masiva son la incertidumbre sobre la posible reducción de la vida útil de las baterías, el costo de los cargadores domésticos de corriente continua y la normativa eléctrica actual. En un futuro medio, se espera que estas cuestiones se resuelvan y que la conexión entre el vehículo y la red se aplique de forma generalizada. Por ahora, sólo la normativa sobre cortes de la red eléctrica en Japón ha propiciado la adopción por parte de los consumidores. Se espera que los precios de las estaciones de carga de corriente continua para el hogar bajen en los próximos años y que más vehículos sean capaces de conexión V2G, por lo que más casos de negocio serán viables.

6.6 BATERÍA DE RESERVA

Las estaciones de carga rápida proporcionan una alta potencia de carga durante un corto periodo de tiempo y luego permanecen inactivas. En algunos casos, es más rentable incluir una batería de reserva en la estación de carga para reducir la demanda de potencia máxima en lugar de construir una conexión a la red de alta potencia. El tamaño de la batería de reserva dependerá del número previsto de vehículos que pueden cargarse en la estación durante el día y de la energía disponible para recargar la batería.

6.7 TARIFAS POR TIEMPO DE USO

Las tarifas por tiempo de uso pueden ser una alternativa a la carga inteligente. Si el usuario decide cargar el vehículo eléctrico en un momento favorable para la red o para la combinación de generación eléctrica, se aplicarán precios más bajos.

La principal ventaja es que, en comparación con la carga inteligente, la complejidad es menor. Por lo tanto, ya puede utilizarse para los vehículos eléctricos pequeños. Las tarifas por tiempo de uso incentivan a los usuarios de vehículos eléctricos a cambiarse a horarios más beneficiosas para la red, pero no garantizan que se mantenga la estabilidad de la red en todo momento. Los usuarios siguen siendo libres de cargar el vehículo eléctrico en todo momento. Especialmente en el nivel de baja tensión, puede dar lugar a una sobrecarga de la red. Además, las tarifas por tiempo de uso pueden desestabilizar el suministro de electricidad en caso de cambios en el precio de la electricidad entre dos intervalos de tiempo. Por ejemplo, si el precio de la electricidad entre las 9:59 pm y las 10 pm se reduce drásticamente de los precios de la hora pico a los precios de la noche, lo más probable es que los propietarios de vehículos eléctricos pongan sus vehículos en un temporizador, que iniciará el proceso de carga a las 10 pm. En cuestión de segundos, se activará una carga importante en la red, lo que provocará una frecuencia crítica. Además, muchos vehículos cargarán a la misma hora durante al menos una hora después de la bajada de precios, lo que podría provocar una congestión en la red que la tarifa por tiempo de uso pretendía evitar (véase Figura 24 para más detalles). Un proyecto piloto llevado a cabo en el Reino Unido ha demostrado que los usuarios utilizarán los temporizadores, lo que provocará las inestabilidades descritas en la red [39]. Por lo tanto, las tarifas por tiempo de uso deberían ajustarse en incrementos más pequeños y con mayor frecuencia. La diferencia de tiempo entre cada ajuste y cambio

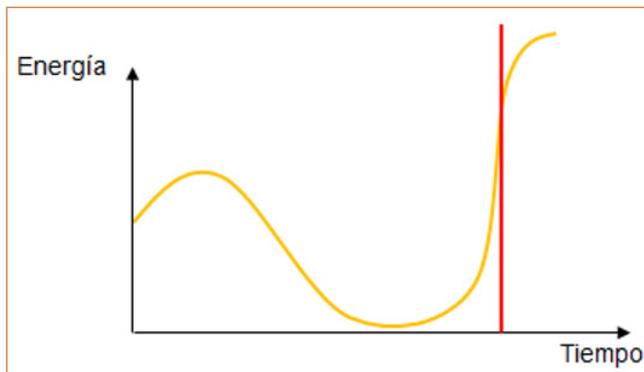


Figura 24: Incremento potencial de la demanda debido a las tarifas por tiempo de uso.

de precio depende de cada país. No es posible hacer recomendaciones generales, ya que hay que tener en cuenta la sensibilidad al precio de la población local, la carga de la red y otros factores.

6.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Los vehículos eléctricos provocarán cambios en la red eléctrica de República Dominicana, pero aún no están considerados específicamente en el reglamento de planificación de la red de distribución SIE-29-2015. Se recomiendan los siguientes cambios. Las empresas de distribución deben estar de acuerdo con las medidas propuestas antes de establecer los cambios.

Actualmente, los clientes que solicitan una conexión a la red de más de 10 kW deben realizar ellos mismos la evaluación del diseño y la construcción. La mayoría de hogares que operan una estación de carga privada para vehículos eléctricos superarán el límite. No se puede esperar que los residentes comunes lleven a cabo esta evaluación. Por lo tanto, la carga de vehículos eléctricos debería estar exenta de este límite, al menos para la instalación de uno o dos puntos de carga.

Además, las extensiones de la red, para las estaciones de carga conectadas a niveles de voltaje inferiores a 1 kV, deberían ser

pagadas por el operador de la red hasta el punto de conexión a la red común. De este modo, se garantiza que los costos se repartan de forma equitativa. De lo contrario, por ejemplo, la conexión de la primera estación de carga en una zona de la red será muy económica, pero el vecino que solicite una segunda estación de carga tendrá que pagar por la extensión de la red, debido a la solicitud en el momento inoportuno. Esto conducirá a una pérdida de aceptación y será una barrera para el despliegue de las estaciones de carga. Para reducir el costo para el operador de la red, la potencia de carga asegurada por cliente en las redes de menos de 1 kV podría limitarse a 3,7 kW. Los clientes que soliciten una mayor potencia de carga tendrán que esperar a que se amplíe la red, además de tener que pagar más por ella, o aceptar que el operador de la red controle la carga inteligente. Este último punto puede lograrse estableciendo ventanas de tiempo para la carga de vehículos eléctricos a corto plazo. A largo plazo (5-10 años), deberán implantarse sistemas de carga inteligente adecuados.

En el caso de las estaciones de carga conectadas a más de 1 kV, el operador de la estación de carga sólo tendrá que pagar la conexión al transformador más cercano. Las posibles mejoras del transformador serán de nueva responsabilidad del operador de la red. En este nivel de voltaje, se instalan cargadores rápidos o conexiones múltiples de carga, que suelen ser operados comercialmente. Este acuerdo garantiza que el operador seleccione una ubicación rentable desde el punto de vista de la red.

Por último, cuando se construyan nuevas redes eléctricas o una mejora importante sea inminente, al menos los cables deberían estar dimensionados para adaptarse a los próximos vehículos eléctricos durante la vida útil de los mismos. Las actualizaciones de los cables antes del final de su vida útil son muy costosas, especialmente en el caso de los cables enterrados, por lo que deberían evitarse. En el caso de República Dominicana, no se dispone de factores de simultaneidad para la carga de vehículos eléctricos que permitan determinar el tamaño requerido de los cables. Lo ideal sería realizar un estudio que tenga en cuenta el patrón de conducción local, pero también podrían utilizarse datos internacionales (véase el capítulo 6.1). No se esperan grandes diferencias.



7. REQUISITOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

Garantizar la seguridad del personal y de los equipos es importante a la hora de diseñar y poner en funcionamiento una estación de carga. Por lo tanto, la estación de carga debe ser diseñada, instalada, probada, certificada, inspeccionada y conectada de acuerdo con las normas técnicas de seguridad. El cumplimiento de estos estándares también garantiza su calidad y funcionamiento eficiente. En este informe sólo se han considerado los aspectos de seguridad relacionados con el cable (carga conductiva). La carga inalámbrica aún está en sus comienzos.

7.1 ESTANDARES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA RELEVANTES

Existen muchas normas internacionales que regulan los aspectos de seguridad de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Entre ellas, las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por sus siglas en inglés) se han incluido en la Tabla 3 debido a su aplicabilidad internacional. Estas normas son utilizadas comúnmente como complemento a las normas de seguridad nacionales existentes.



Tabla 3: Normas IEC aplicables a las estaciones de carga para vehículos eléctricos

Estándar	Año	Descripción
IEC 61851-1	2017	Sistema de carga conductiva para vehículos eléctricos, Requisitos generales
IEC 61851-23	2014	Estación de carga de vehículos eléctricos de corriente continua
IEC 61851-24	2014	Comunicación digital entre una estación de carga de CC y un vehículo eléctrico para el control de la recarga de CC
IEC 62196-1	2014	Carga conductiva de vehículos eléctricos - Parte 1: Requisitos generales
IEC 62196-2	2014	Requisitos de compatibilidad dimensional e intercambiabilidad para accesorios de tubos de contacto y clavijas de CA
IEC 62752	2016	Dispositivo de control y protección en el cable (IC-CPD, In-cable control and protection devices) para la carga en modo 2
IEC 61980-1	2020	Sistemas de transferencia de energía inalámbrica para vehículos eléctricos, Requisitos generales
IEC 60364-7-722	2018	Instalaciones eléctricas de baja tensión - Suministros para vehículos eléctricos

7.2 REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

Aunque los requisitos de seguridad difieren en cada país, en la mayoría de ellos se basan en las normas de la IEC. Tras la revisión de los requisitos de seguridad de varios países, debe tenerse en cuenta la siguiente lista de requisitos generales.

- Para la carga de vehículos eléctricos sólo deben utilizarse cables y conectores de carga específicamente diseñados, ya sean proporcionados por el fabricante del vehículo eléctrico o por el fabricante de la estación de carga.
- La estación de carga no deberá energizar al cable de carga cuando el conector del vehículo esté desbloqueado.
- El lugar de estacionamiento del vehículo eléctrico deberá estar ubicado de tal forma que la longitud del cable desde la estación de carga hasta el vehículo no supere los 3 metros. En caso contrario, deberá instalarse un dispositivo de gestión de cables adecuado.
- La longitud del cable de carga no debe extenderse.
- No debe ser posible cargar más de un vehículo eléctrico en el mismo punto de carga/toma de corriente. Una estación de carga puede ofrecer más de un punto de carga/toma de corriente.
- Sólo se debe utilizar el adaptador específicamente diseñado por el fabricante del vehículo eléctrico para la carga cuando el conector del vehículo no es compatible con la toma de corriente de la estación de carga.
- En las instalaciones domésticas, el circuito de la estación de carga debe estar separado del circuito eléctrico del hogar.
- El circuito de carga del vehículo eléctrico debe tener un aislador específico con un dispositivo de bloqueo para aislar todas las partes activas del circuito, incluido el neutro.

7.3 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Los dispositivos de protección para la estación de carga de vehículos eléctricos pueden estar integrados con el equipo de la estación de carga o pueden instalarse por separado en el subcircuito de la estación de carga. En el caso de las instalaciones domésticas, deben instalarse protecciones específicas para los equipos de carga de vehículos eléctricos, además de las utilizadas para el circuito doméstico. La carga en modo 1 sólo está permitida para los vehículos eléctricos, con una capacidad de batería inferior a 7 kWh y una alimentación que no supere los 10 A.

Los siguientes elementos de seguridad son necesarios para las estaciones de carga para vehículos eléctricos, que se evaluarán con más detalle en los subcapítulos siguientes:

- Protección contra sobrecargas
- Protección contra el flujo de potencia inversa
- Protección contra sobretensiones y rayos
- Protección de corriente residual
- Protección de corriente continua
- Protección a tierra (Sistema de puesta a tierra)
- Elementos de seguridad adicionales

7.3.1 Protección contra sobrecargas:

Dependiendo del nivel de potencia de carga, la estación de carga para vehículos eléctricos debe proporcionar una protección adecuada contra la sobrecorriente. La protección contra sobrecorrientes suele estar integrada en el equipo de la estación de carga. La protección de sobrecorriente debe cumplir los siguientes requisitos.

- Cada uno de los conectores de la estación para carga de vehículos eléctricos deberá ser alimentado individualmente por un subcircuito final dedicado y protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente que cumpla con las series IEC 60947-2, IEC 60947-6-2 o IEC 60269, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser parte de un tablero eléctrico.
- La estación para carga de vehículos eléctricos debe proporcionar protección contra la sobrecarga de los accesorios de suministro de carga.

- La estación de carga para vehículos eléctricos debe proporcionar protección contra la sobrecarga de los accesorios de alimentación de entrada.

7.3.2 Protección contra el flujo de potencia inversa:

Es importante evitar el flujo de potencia en el sentido de suministro de la batería del vehículo eléctrico, a menos que sea controlado por un dispositivo de control de energía bidireccional. Para la protección contra el flujo de energía inversa es necesario cumplir los siguientes requisitos.

- La estación de carga para vehículos eléctricos estará equipada con un dispositivo de protección contra el flujo descontrolado de potencia inversa desde el vehículo.

7.3.3 Protección contra sobretensiones y rayos:

Según la norma IEC 62305, la estación de carga para vehículos eléctricos de uso público se considera parte de un servicio público y, por lo tanto, debe estar protegida contra tensiones transitorias causadas por sobretensiones y rayos. La estación de carga debe tener una protección adecuada contra los rayos. En la mayoría de los países, las estaciones de carga privadas también están obligadas a proporcionar protección contra sobretensiones. Para el modo 3 y el modo 4, la mayoría de las veces, la protección contra sobretensiones está incluida en el equipo de la estación de carga. La protección contra sobretensiones debe cumplir los siguientes requisitos.

- La estación de carga para vehículos eléctricos debe estar equipada con un dispositivo de protección contra sobretensiones de tipo 2.

7.3.4 Protección de corriente residual:

Todas las estaciones de carga para vehículos eléctricos se alimentarán de un subcircuito protegido por un interruptor diferencial (ID) independiente del voltaje. El ID también proporciona protección personal contra las descargas debidas al mal funcionamiento del suministro de carga del vehículo eléctrico. El ID debe tener un rendimiento al menos igual al Tipo A y cumplir con la norma IEC 60364. Sin embargo, en la mayoría de los países se recomienda un ID de tipo B. Deben cumplirse los siguientes requisitos en relación con la protección contra corrientes residuales.

- Cada punto de conexión de CA deberá estar protegido individualmente por un interruptor diferencial con una corriente residual de funcionamiento no superior a 30 mA.
- Los ID deben ser al menos del tipo A para la carga en modo 2 y del tipo B para los modos 3 y 4. Debe funcionar para interrumpir todos los conductores vivos, incluido el neutro.
- Todos los dispositivos de corriente residual utilizados para la protección de los suministros a los vehículos eléctricos deberán estar permanentemente marcados para identificar su función y la ubicación de la estación de carga o la toma de corriente que protegen.
- Cuando sea necesario por razones de servicio, se mantendrá la discriminación (selectividad) entre el interruptor diferencial que protege el punto de conexión y un interruptor diferencial instalado aguas arriba.

7.3.5 Protección de corriente continua:

La corriente alterna de carga se convierte en corriente continua mediante un convertidor integrado en el vehículo eléctrico o la estación de carga. Por lo tanto, es necesario incorporar protección contra corriente y voltaje de CC en el equipo de carga para vehículos eléctricos. La protección contra corriente continua debe cumplir los siguientes requisitos.

- El conector del vehículo utilizado para la carga de corriente continua se bloqueará en la entrada del vehículo si el voltaje es superior a 60 V CC y el conector del vehículo no se desbloqueará (si el mecanismo de bloqueo está activado) cuando se detecte voltaje peligroso durante el proceso de carga, incluso después de finalizar la carga, y en caso de mal funcionamiento del sistema de carga, se deben proporcionar medios para una desconexión segura.
- Los puntos de carga de corriente continua para vehículos eléctricos deberán desconectar el suministro de energía para evitar la sobretensión de la batería, si el voltaje de salida supera el límite máximo establecido por el vehículo.
- En caso de que se utilice un interruptor diferencial de tipo A o de tipo F para la protección en el panel de alimentación, debe utilizarse un dispositivo de detección de corriente continua residual (RDC-DD, Residual Direct Current Detection Device) para la carga de vehículos eléctricos en modo 3.

7.3.6 Protección a tierra (Sistema de puesta a tierra):

Todas las partes metálicas de la estación de carga deben estar conectadas al sistema de puesta a tierra. La conexión a tierra de todas las estaciones de carga para vehículos eléctricos deberá ser acorde a la norma IEC 60364. Deben cumplirse los siguientes requisitos para la protección de puesta a tierra.

- Todas las estaciones de carga para vehículos eléctricos deberán estar provistas de un sistema de monitoreo de la continuidad de la conexión a tierra que desconecte el suministro en caso de que la conexión a tierra del vehículo se vuelva ineficaz (este sistema de monitoreo deberá proporcionar un sistema de monitoreo de la continuidad de la conexión a tierra a prueba de fallas).
- Las señales de control en el conductor del sistema de puesta a tierra no deben fluir hacia el cableado eléctrico fijo de la instalación que suministra electricidad al punto de carga del VE.
- Se recomienda que el cable tenga una pantalla metálica conectada al sistema de puesta a tierra y que el aislamiento del cable sea resistente al desgaste y mantenga la flexibilidad en todo el rango de temperaturas.
- Se dispondrá de un conductor de protección a tierra para establecer una conexión equipotencial entre el terminal de sistema de puesta a tierra y las partes conductoras del vehículo, que tendrá la capacidad suficiente para cumplir con los requisitos de la norma IEC 60364-5-54.
- Para el sistema de puesta a tierra TN, el circuito que alimenta un punto de conexión no debe incluir un conductor PEN.
- Para el sistema de puesta a tierra TT, debe mantenerse una distancia adecuada entre dos electrodos conectados a tierra para evitar riesgo de voltaje de contacto.

7.3.7 Elementos de seguridad adicionales:

También deben cumplirse las siguientes características de seguridad adicionales.

- Todos los equipos de la estación de carga deberán tener el valor de resistencia de aislamiento estipulado en la norma IEC 61851-1 correspondiente.

- Las señales de control y los dispositivos relacionados no deben afectar el funcionamiento correcto de los dispositivos de protección, incluidos los dispositivos instalados para proporcionar la desconexión automática del suministro (por ejemplo, interruptor diferencial).

- Será necesaria la coordinación de varios dispositivos de protección. La protección local en la estación de carga debe operar por debajo de un nivel más avanzado de la red.

7.4 ESQUEMA DE PROTECCIÓN REPRESENTATIVO DE LAS ESTACIONES DE CARGA

Las protecciones necesarias para cada modo de carga se muestran en las figuras representativas que aparecen a continuación, excepto el modo 1 de carga, ya que sólo se aplica la protección del hogar. Los diseños mostrados son sólo para fines representativos y también son posibles otros esquemas de conexión.

7.4.1 Diseño de conexión del modo 2

La carga en modo 2 se utiliza ampliamente para la carga de vehículos de dos ruedas y la carga de emergencia de carros eléctricos. El dispositivo de protección y control en el cable (IC-CPD) del modo 2 de carga debe cumplir los siguientes aspectos de seguridad. En la Figura 25 se muestran posible aplicación técnica.

- Incorpora una función ID para proporcionar protección contra las descargas eléctricas.

- Incluya un sistema de monitoreo continuo de la continuidad de la conexión a tierra y que automáticamente desconecte el suministro en caso de una conexión a tierra ineficaz.

7.4.2 Diseño de conexión del modo 3

La mayoría de las estaciones de carga del modo 3 tienen dispositivos de protección integrados en el equipo de carga, pero también pueden trasladarse a una ubicación independiente siempre que se conecten al mismo subcircuito dedicado a la carga de vehículos eléctricos. Además de los dispositivos de protección del modo 2, los equipos de carga del modo 3 deben tener un dispositivo de protección contra sobretensiones y un interruptor diferencial de tipo B.

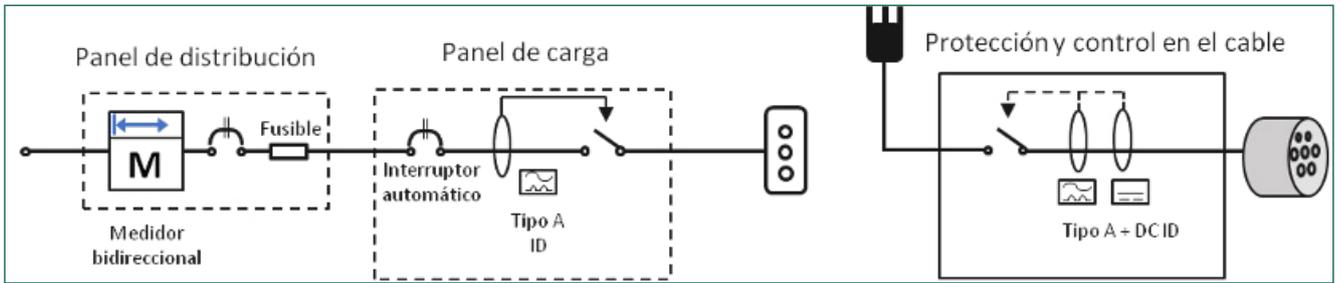


Figura 25: Esquema sugerido para el modo 2 de carga de vehículos eléctricos.

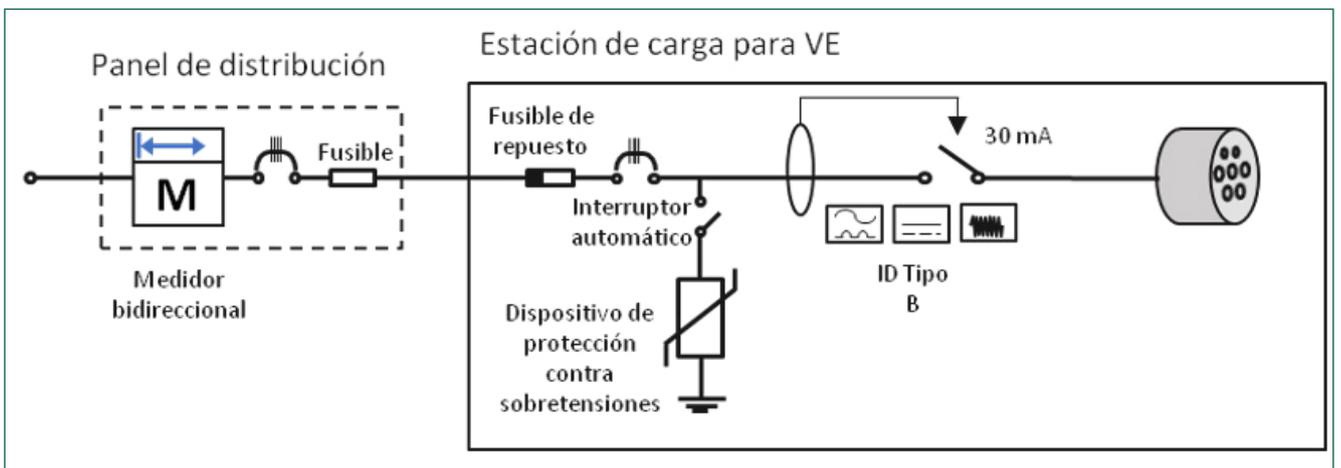


Figura 26: Esquema sugerido para el modo 3 de carga de vehículos eléctricos.

7.4.3 Diseño de conexión del modo 4

La carga en modo 4 utiliza corriente continua para cargar los vehículos eléctricos a niveles de potencia más elevados. Los

requisitos de protección para la carga en modo 4 son similares a los del modo 3, con requisitos adicionales de protección de la corriente continua (véase el capítulo 7.3.5).

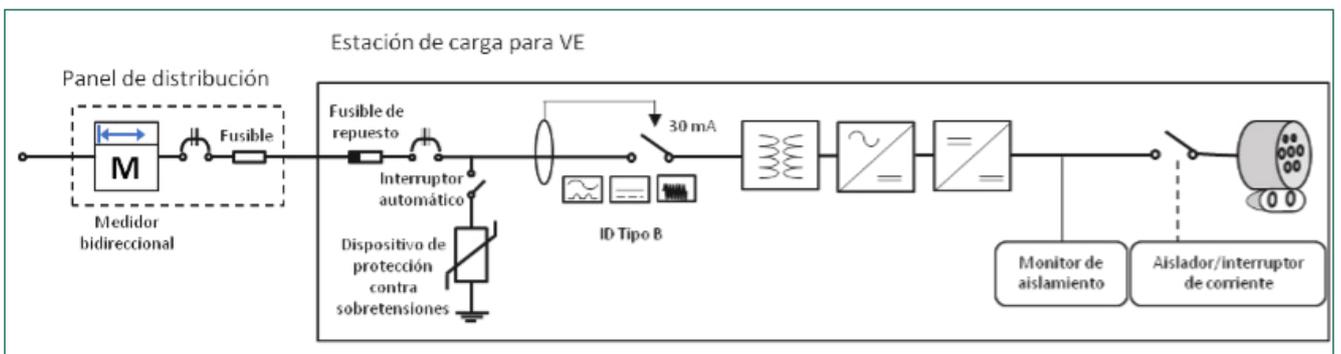


Figura 27: Esquema sugerido para el modo 4 de carga de vehículos eléctricos.

7.5 CUMPLIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Para garantizar la calidad y la conformidad de la instalación, es necesario realizar pruebas y certificaciones de los equipos y de la instalación, así como inspecciones periódicas, tal y como se describe a continuación.

7.5.1 Declaración de conformidad

Es importante asegurarse de que la estación de carga y la instalación satisfacen todos los requisitos de conformidad. Por lo tanto, el proveedor y el instalador deben proporcionar los certificados respectivos:

Declaración de conformidad del proveedor:

El fabricante o proveedor que venda equipos de carga debe poner a disposición de cualquier comprador, comprador potencial, diseñador o instalador que lo solicite una Declaración de Conformidad del Proveedor. La declaración debe confirmar que la estación de carga cumple con todas las normas de la IEC o adoptadas a nivel nacional, junto con los informes de pruebas, certificaciones y aprobaciones.

Certificado de instalación:

Para mantener la calidad de la instalación, sólo los técnicos cualificados y autorizados para instalar una estación de carga deben realizar la tarea (véase el capítulo 14). El instalador debe presentar un certificado que indique que la instalación cumple con todos los requisitos de seguridad pertinentes. Las autoridades también pueden preparar una lista de verificación con todos los requisitos la cual puede ser completada el instalador.

7.5.2 Comprobaciones previas a la conexión

Para comprobar si la instalación de la estación de carga para vehículos eléctricos cumple con los requisitos de seguridad, la autoridad competente puede realizar una inspección antes de conceder la autorización de conexión a la red. Además de los controles de conformidad ya existentes para los equipos eléctricos, se recomienda que el instalador verificado realice las siguientes verificaciones. El operador de la red puede decidir omitir algunas verificaciones en caso de que se confíe en que el fabricante ha realizado una prueba de conformidad adecuada del equipo de la estación de carga.

- Verificación del tipo de ID y de la corriente residual nominal de todos los ID.
- Verificación de que el rango de potencia de cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente que no sea suministrado por el fabricante de la estación de carga es compatible con el tamaño del conductor.
- Verificación del monitoreo de la continuidad de la conexión a tierra.
- Confirmar que el voltaje y la frecuencia señalados en la ECVE son compatibles con la fuente de alimentación a la que está conectado
- Confirmación de la continuidad de la conexión a tierra desde la estación de carga hasta la fuente de alimentación.
- Probar todos los ID utilizando un probador de ID especialmente diseñado para verificar el rendimiento del ID de acuerdo con los requisitos del tipo de ID que se está probando.
- Cualquier prueba adicional requerida en las instrucciones del fabricante para la estación de carga de vehículos eléctricos debe ser realizada.

Los resultados de estas pruebas deben registrarse con la certificación correspondiente.

7.5.3 Inspección periódica

Los equipos de carga de vehículos eléctricos no suelen requerir un mantenimiento rutinario. Sin embargo, todas las piezas pueden desgastarse, por lo que deben realizarse inspecciones periódicas para garantizar que todas las piezas se mantienen en buen estado de funcionamiento. Algunos países como Francia definen un intervalo de servicio de un año para las estaciones públicas de carga rápida [40]. El mantenimiento de los componentes eléctricos debe realizarse regularmente para garantizar el funcionamiento del sistema y de sus componentes de seguridad. En el caso de las estaciones de carga públicas, los operadores también pueden elaborar una lista de verificación diaria, semanal, mensual y anual.

Puede ser necesaria una limpieza periódica, dependiendo de las condiciones locales. Se deben realizar pruebas periódicas de los sistemas de comunicación e iluminación. También puede ser necesario reparar los daños accidentales o por vandalismo intencionado. A menos que se acuerde lo contrario, estas responsabilidades suelen recaer en el propietario de la estación de carga.

Para mantener la calidad y la eficiencia, cada estación de carga debe ser probada e inspeccionada por la autoridad competente antes de la conexión a la red y, posteriormente, de forma periódica para comprobar el cumplimiento de las normas de seguridad. El propietario debe mantener un registro de todos los certificados de prueba, las inspecciones anteriores, los detalles de cualquier problema observado durante la inspección y las medidas adoptadas al respecto. El propietario debe proporcionar estos registros a los funcionarios durante la inspección. Durante las inspecciones periódicas deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- Inspección de cables y enchufes de los vehículos eléctricos
- Inspección de la carcasa y los revestimientos.
- Verificación del monitoreo de la continuidad de la conexión a tierra
- Verificación del tipo de ID y de la intensidad residual del ID que protege el subcircuito final.
- Verificación del rango de potencia correcto del dispositivo de protección contra sobrecorriente que alimenta el subcircuito final.
- Verificación del funcionamiento de cualquier dispositivo de parada de emergencia.
- Verificar que la placa de características de la estación de carga indica que ésta es compatible con las especificaciones nacionales de suministro eléctrico.
- Pruebas de todos los ID utilizando un probador de ID especialmente diseñado para verificar el funcionamiento del ID de acuerdo con los requisitos para el tipo de ID que se está probando
- Pruebas de las funciones de seguridad de la estación de carga, incluida la supervisión de la continuidad de la tierra mediante equipos de prueba específicos
- Cualquier prueba adicional requerida por las instrucciones del fabricante de la estación de carga debe ser realizada.

7.6 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Las consideraciones de seguridad eléctrica realizadas anteriormente representan estándares internacionales sobre estaciones de carga para vehículos eléctricos. La adopción debería hacerse cercana a los estándares IEC. Esto permitirá a los fabricantes de estaciones de carga instalar equipos certificados para el mercado internacional sin necesidad de realizar más ajustes. De este modo, se pueden reducir los costos para los operadores de estaciones de carga. Dado que las normas internacionales de seguridad ya son bastante estrictas, no son necesarias disposiciones adicionales.

No obstante, la instalación eléctrica doméstica debe ser revisada adecuadamente antes de instalar equipos de carga de cualquier tipo. Por ejemplo, un gran número de garajes de motocicletas que operan en República Dominicana suelen estar mal cableados y sin una conexión a tierra adecuada. Las empresas de distribución deben garantizar la seguridad eléctrica de estos garajes antes de proporcionar la conexión eléctrica de los equipos de carga.



8. ENLACES DE COMUNICACIÓN

En el proceso de carga de un vehículo eléctrico intervienen varias partes interesadas. Estas partes interesadas deben proporcionar información o acceder a ella a través de la comunicación con otras partes interesadas para que la sesión de carga tenga éxito. Figura 28 muestra la interacción necesaria entre las distintas partes interesadas en términos de enlaces de comunicación. En los siguientes capítulos se describirá con más detalle cada una de las partes interesadas. En el Capítulo 11 se ofrece un análisis general de las partes interesadas.

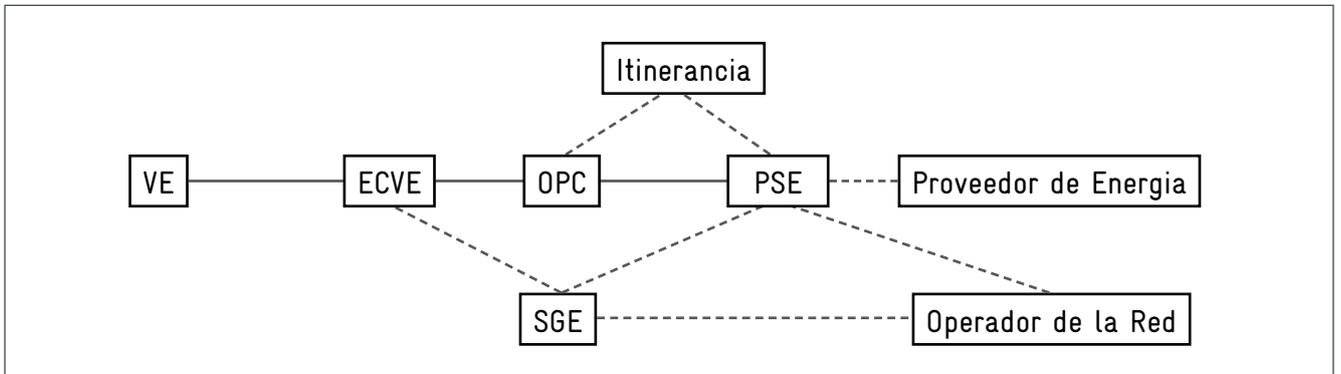


Figura 28: Enlaces de comunicación relevantes para el proceso de carga de vehículos eléctricos.

8.1 VEHÍCULO ELÉCTRICO (VE)

Un vehículo eléctrico (VE) es un vehículo capaz de impulsarse a sí mismo utilizando la energía eléctrica almacenada en una batería a bordo. Puede recargar su batería utilizando electricidad en una estación de carga. Incluye únicamente los vehículos eléctricos a batería (VEB) y los vehículos híbridos eléctricos enchufables (VHEE), que además de la propulsión eléctrica tienen un sistema de propulsión secundario, como un motor de combustión. Se trata de un vehículo automotriz para uso en carretera, como motocicletas, vehículos de pasajero, autobuses, camiones, furgonetas, vehículos utilitarios eléctricos y similares.

Según la definición anterior, los vehículos eléctricos requieren, al menos parcialmente, energía eléctrica de una fuente externa. Esta energía se suministra a través de una estación de carga para vehículos eléctricos (ECVE), que se describe con más detalle en el capítulo 0. El enlace de comunicación entre el VE y la ECVE ya se ha introducido en el Capítulo 4.2. Lo más importante es la restricción de la potencia de carga para que coincida con las capacidades del VE y de la ECVE, por razones de seguridad. En protocolos de comunicación más avanzados (por ejemplo, ISO 15118 y CHAdeMO), el vehículo también puede comunicar el estado de carga actual de la batería, la hora estimada de salida y otros parámetros relevantes para otras partes interesadas. Además, la norma ISO 15118 incluye la función plug and charge (conecte y cargue), que permite la autenticación y la facturación automática del proceso de carga, sin necesidad de una mayor interacción del usuario. La mayoría de los vehículos eléctricos y las estaciones de carga aún no admiten esta función, pero la situación cambiará en los próximos tres años.

8.2 ESTACIÓN DE CARGA PARA VEHICULOS ELECTRICOS (ECVE)

La estación de carga para vehículos eléctricos (ECVE) suministra electricidad a un vehículo eléctrico y se denomina comúnmente estación de carga. Contiene conductores, incluidos los conductores con conexión a tierra, sin conexión a tierra y el equipo para la conexión a tierra, conectores para vehículos eléctricos, enchufes y todos los demás accesorios, dispositivos, tomas de corriente o dispositivos instalados específicamente para suministrar energía eléctrica desde el sistema de cableado de la infraestructura a los vehículos eléctricos. La estación de carga para vehículos eléctricos sólo debe utilizarse para cargar vehículos eléctricos.

La ECVE se comunica con el vehículo eléctrico y el operador del punto de carga y, si está disponible, con el sistema de gestión de energía.

En la estación de carga para vehículos eléctricos, el conductor del vehículo eléctrico debe proporcionar información sobre el contrato de carga y/o el método de pago, en caso de que la autenticación automática a través de la norma ISO 15118 no sea posible.

8.3 OPERADOR DEL PUNTO DE CARGA (OPC)

El Operador del Punto de Carga (OPC) es el operador del respectivo punto de carga y el responsable de garantizar su funcionamiento. El ECVE puede proporcionar múltiples puntos de carga, que también se denominan tomas de carga. El operador del punto de carga gestionará la ECVE, asegurando su funcionalidad. Por lo tanto, es responsable de los posibles daños a terceros, debido al mal funcionamiento de la estación de carga. El OPC no es responsable de la facturación y autenticación del proceso de carga, que es realizado por el proveedor de servicios de electromovilidad. Proveedor de servicios de electromovilidad (PSE)

El proveedor de servicios de electromovilidad (PSE) es responsable de establecer el contrato de carga con el conductor del vehículo eléctrico. Su responsabilidad es la correcta facturación de la sesión de carga. En esta acción, el enlace de comunicación debe proporcionar toda la información necesaria, como la duración y la energía suministrada por sesión de carga, además de la identificación del cliente. En esta función también necesitará información sobre las restricciones de carga establecidas por el proveedor de energía (subcapítulo 2.8.6), el operador de la red (subcapítulo 8.8) o el sistema local de gestión de la energía (subcapítulo 8.7).

En muchos casos, el operador del punto de carga es al mismo tiempo el proveedor de servicios de electromovilidad, pero puede ser diferente, como se explica en el siguiente capítulo.

8.4 ITINERANCIA (ROAMING)

La itinerancia permite a los conductores de vehículos eléctricos cargar su vehículo en un viaje por carretera sin necesidad de mantener varios contratos de carga. Sin itinerancia, el conductor del vehículo eléctrico sólo podría cargar en las estaciones de carga con las que tiene un contrato. Esto podría ser suficiente para las necesidades de conducción local, pero prohíbe los viajes a través del país. [41]

Un contrato de itinerancia entre diferentes proveedores de backend permitirá al conductor de un vehículo cargar en todas las estaciones de carga con las que su proveedor de servicios de electromovilidad tenga un contrato. La Figura 29 muestra una conexión punto a punto (peer to peer) de itinerancia entre el PSE amarillo y el azul, que permite al propietario de un contrato con el PSE azul cargar en las estaciones de carga operadas por el PSE amarillo y viceversa.

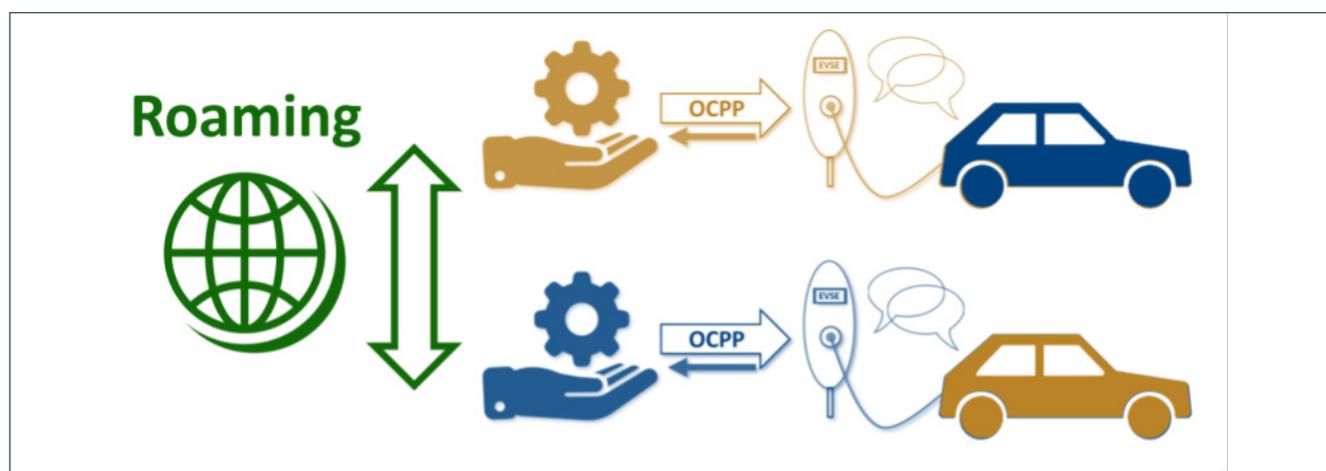


Figura 29: Concepto de itinerancia, basado en la conexión punto a punto backend.

Como se muestra en Figura 29, la itinerancia puede establecerse entre partes bilaterales como una conexión punto a punto. En muchos casos, el PSE es al mismo tiempo el operador del punto de carga, pero a través de la itinerancia también pueden ser entidades separadas.

En la mayoría de los países, impulsados por los incentivos monetarios para el despliegue de la infraestructura de carga, muchos participantes diferentes han desarrollado su propia infraestructura de carga. Como resultado, puede ser muy difícil, especialmente para los proveedores más pequeños, conectarse a todas las plataformas disponibles con el fin de ofrecer a sus clientes una experiencia de carga completa, como se muestra en Figura 30.

Una solución común es conectarse a un concentrador de itinerancia (roaming hub), como se muestra en Figura 31, en lugar de mantener conexiones individuales punto a punto. Las principales ventajas en comparación con las conexiones punto a punto son la escalabilidad y la facilidad de integración, especialmente para los actores más pequeños. La principal desventaja es el riesgo de crear un monopolio de concentradores de itinerancia. Los proveedores de plataformas suelen querer conectarse al concentrador de itinerancia más grande disponible, por lo que el mayor actor se hace cada vez más poderoso. En principio, los concentradores de itinerancia también pueden conectarse entre sí, pero los operadores más grandes no suelen tener ningún incentivo para dejar que los operadores de concentradores más pequeños

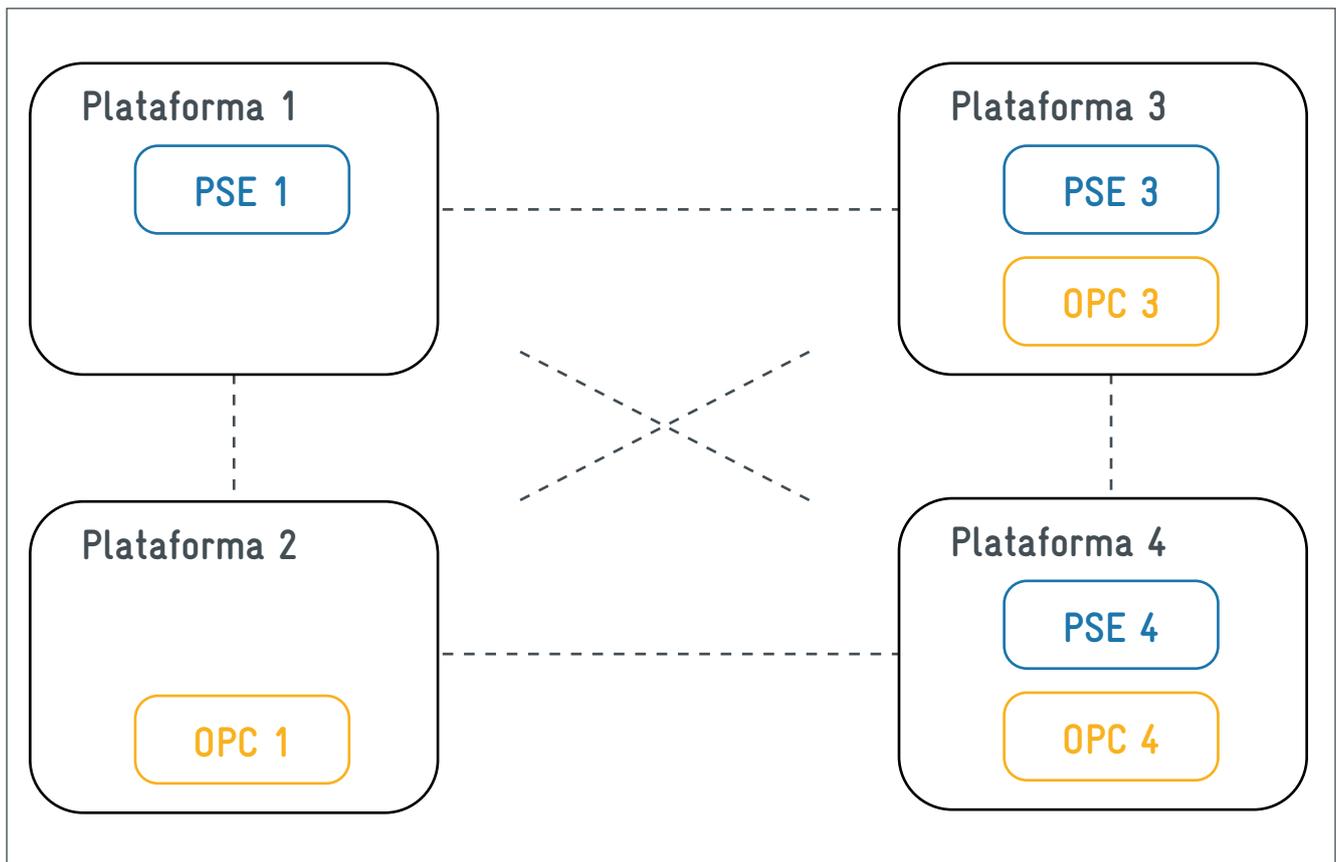


Figura 30: Aumento de la complejidad de itinerancia punto a punto.

se conecten a su sistema. Además, el operador del concentrador de itinerancia es un tercero que también quiere beneficiarse económicamente de la sesión de carga. En consecuencia, la carga a través de un concentrador de itinerancia suele ser más costosa para el conductor del vehículo eléctrico. Lo mismo ocurre con las conexiones punto a punto, pero sin necesidad de pagar a un tercero. Por lo tanto, los grandes PSE y OPC tienden a entrar en la conexión punto a punto para reducir la necesidad de pagar a un tercero, dejando a los actores más pequeños en desventaja. Para reducir el problema a los actores más pequeños y minimizar la creación de un monopolio de itinerancia, Alemania y los Países Bajos están financiando, por ejemplo, un proveedor de itinerancia sin ánimo de lucro llamado e-clearing.net.

El operador del concentrador de itinerancia, es responsable del intercambio mutuo de autorizaciones de itinerancia, sesión de carga e información general sobre el punto de carga. Incluye las transacciones financieras, así como la autorización de la sesión de carga. Los pagos deben hacerse visibles antes del inicio del proceso de carga. Los contratos de itinerancia entre los diferentes operadores de puntos de carga suelen acordarse individualmente, a pesar de la utilización de un concentrador de itinerancia. La excepción es el operador de concentrador de itinerancia Hubject, que establece las condiciones para todas las partes.

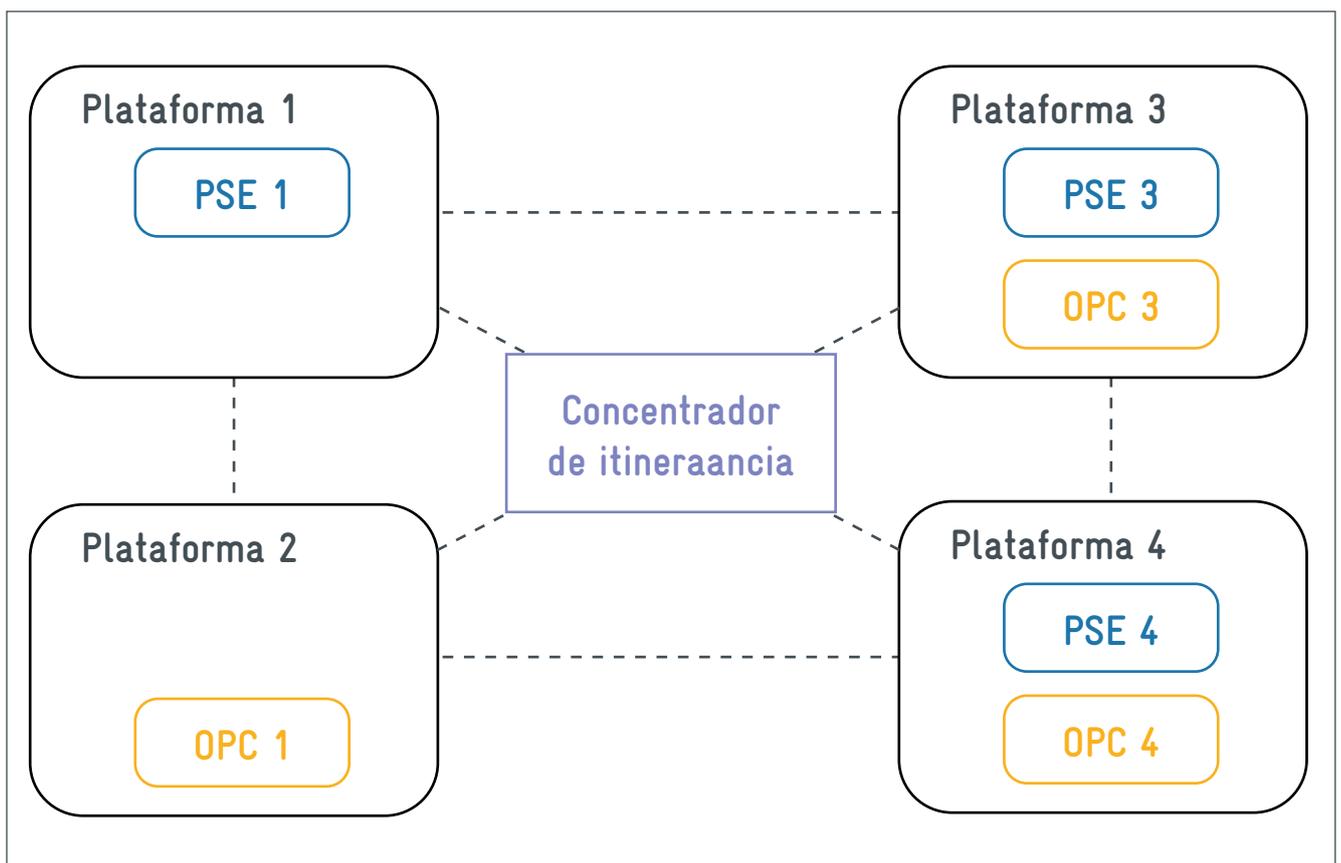


Figura 31: Conexión de itinerancia a un concentrador de itinerancia dedicado.

En general, la mayoría de los OPC y PSE ven con buenos ojos la oportunidad de conectarse a través de cualquier tipo de itinerancia, ya que atrae a más clientes. A algunos OPC y PSE no les gusta utilizar itinerancia. En el caso de los actores más pequeños, se trata sobre todo de cuestiones de costos, mientras que a los actores más grandes a veces les gustaría mantener una red de carga exclusiva, como demuestra el caso de la propia red de carga de Tesla.

Desde el punto de vista del conductor de un vehículo eléctrico, la itinerancia es una forma conveniente de acceder a la infraestructura de carga en todo el país, sin necesidad de múltiples contratos de carga. El inconveniente es el costo adicional de la recarga, que puede ser considerable. Por lo tanto, la mayoría de los conductores de VE tienen de 1 a 3 contratos de carga con proveedores de servicios de electromovilidad locales, para cargar sin costos de itinerancia en sus lugares de recarga más frecuentes. Además, la mayoría de los conductores de VE han firmado un acuerdo con una PSE, que ofrece tarifas relativamente bajas para los desplazamientos por todo el país.

Una alternativa a la itinerancia es ofrecer el pago ad-hoc en la estación de carga. Este método suele ser un requisito para recibir incentivos gubernamentales para instalar estaciones de carga. Incluye opciones de pago a través de métodos digitales basados en teléfonos inteligentes. En Alemania, actualmente se está debatiendo si las estaciones de carga deben ofrecer también terminales de pago con tarjeta de crédito.

8.5 PROVEEDOR DE ENERGÍA

El proveedor de energía suministra energía eléctrica a través de la red eléctrica pública. Recibirá un pago por la energía suministrada por el proveedor de servicios de electromovilidad.

Es necesario un enlace de comunicación entre el proveedor de energía y el proveedor de servicios de electromovilidad en caso de que se ofrezcan precios dinámicos de electricidad al conductor del vehículo eléctrico. Como las tarifas de carga suelen ser tarifas fijas o tarifas basadas en tiempo, este enlace de comunicación no es necesario. Los precios dinámicos de la electricidad suelen estar vinculados al mercado o a la cartera de generación del proveedor de energía y ofrecen precios económicos durante los excedentes de electricidad y viceversa. En el caso de la carga bidireccional, el vehículo eléctrico se convertirá incluso en un

activo de generación de energía del proveedor de energía que deberá ser gestionado adecuadamente por éste, aunque hasta ahora sólo existen proyectos piloto.

8.6 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA (SGE)

El sistema de gestión de la energía (SGE) gestiona el suministro eléctrico a nivel local. Las tareas típicas del SGE incluyen la gestión de la carga (demanda) de, por ejemplo, varias estaciones de carga para mantener la limitación del tamaño de los fusibles o la carga de sanción de la conexión a la red (véase Capítulo 6).

También puede reaccionar a una señal de solicitud del operador de la red para reducir la carga. Por ejemplo, el SGE podría decidir reducir el consumo de energía de un sistema de aire acondicionado o aumentar el consumo de energía de una batería estacionaria, en lugar de reducir la potencia de carga de un vehículo eléctrico.

Además, el SGE puede gestionar el proceso de carga en función de la disponibilidad de energía solar procedente de un sistema fotovoltaico instalado en las instalaciones del cliente.

En la actualidad, el uso de SGE no está extendido, pero será más relevante en el futuro.

8.7 OPERADOR DE LA RED

El operador de la red es responsable de suministrar electricidad a los clientes conectados en todo momento. Para evitar la actualización de la red, el operador de red podría solicitar en momentos de alto consumo una reducción de la potencia de recarga, o en un futuro lejano incluso solicitar el suministro de energía a través de la recarga bidireccional, por parte del vehículo eléctrico, como se explica con más detalle en el Capítulo 6.5. La infraestructura de comunicación puede establecerse de forma centralizada o descentralizada. En el enfoque centralizado, el operador de la red proporciona puntos de ajuste al PSE, que a su vez controlará las estaciones de carga por sí mismo. Aunque este enfoque es el preferido para el enlace de comunicación con el proveedor de energía, a menudo se pueden encontrar congestiones en la red de distribución local. Por lo tanto, es necesario garantizar la reducción de la potencia de recarga en estaciones de carga específicas. En este sentido, un enfoque descentralizado

podría ser más beneficioso, especialmente si se trata de un sistema SGE. Lo más probable es que ambos enfoques coexistan hasta que se encuentre una solución común. Hasta ahora, sólo existen proyectos de demostración, que en su mayoría siguen el enfoque centralizado.

8.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Todas las partes interesadas que intervienen en el enlace de comunicación (véase Figura 28) y que se han descrito hasta ahora, serán relevantes para la creación de una infraestructura de carga confiable en República Dominicana.

A nivel internacional, la integración técnica del proveedor de electricidad (por ejemplo, precios dinámicos) y del operador de la red (por ejemplo, restricción para la seguridad de la red) aún no ha alcanzado un nivel comercial que pueda aplicarse fácilmente a República Dominicana.

La situación es diferente con la itinerancia. Los grandes proveedores de concentradores de itinerancia ya están integrando la infraestructura de carga pública en sus sistemas. Esto permitirá, por ejemplo, que los turistas visitantes carguen un vehículo alquilado con el contrato de carga que hayan establecido en su hogar.

La pregunta más importante a tener en cuenta es si los PSE y OPC en República Dominicana deben ser obligados a abrir su red a socios de itinerancia externos, o incluso a ofrecer opciones de pago ad-hoc. Tras una revisión exhaustiva de las prácticas internacionales, esto debe negarse. En caso de que las empresas no reciban apoyo monetario del gobierno (incentivos, provisión de terrenos a un precio reducido, etc.), deberían estar en su derecho de desarrollar casos de negocio basados en la demanda del mercado, al menos durante la fase inicial de adopción del vehículo eléctrico. En fases posteriores, los gobiernos deberían controlar y evitar la creación de monopolios, una vez que el mercado de la infraestructura de carga esté saturado, por ejemplo, exigiendo posibilidades de itinerancia en las estaciones de carga. Ningún país ha alcanzado todavía este nivel.

La razón principal por la que República Dominicana sólo cuenta con un operador de infraestructura de carga pública principal es la falta de retorno de la inversión en infraestructura de carga. Se necesitan varias sesiones de carga al día para amortizar el

costo de los cargadores rápidos. En consecuencia, todos los países con una alta proporción de automóviles eléctricos ofrecen incentivos monetarios tanto para la compra de los vehículos eléctricos como para la infraestructura de carga. En este caso, el gobierno está en condiciones de exigir el pago ad-hoc o el acceso a itinerancia a las estaciones de carga.

Esto no debe entenderse como una recomendación para que República Dominicana ofrezca incentivos monetarios para la instalación de estaciones de carga públicas. La necesidad de tal acción tiene que ser evaluada por un grupo diferente de expertos. Esto es sólo para mostrar que la operación rentable de la infraestructura de carga pública en la etapa de adopción temprana es difícil sin apoyo monetario y los casos de negocio no deben ser restringidos aún más por los requisitos gubernamentales sobre itinerancia. Sin embargo, la situación debería ser monitoreada en intervalos regulares. En caso de que los grandes PSE no estén dispuestos a abrir su sistema y utilicen su fuerza para oprimir a los nuevos participantes en el mercado, debería adoptarse este requisito, independientemente de los incentivos gubernamentales. Actualmente, es demasiado pronto para exigir el acceso a la itinerancia. Lo más probable es que los PSE adopten la itinerancia por su cuenta, ya que atraerán a más clientes.

Independientemente de la conexión forzada o voluntaria a un concentrador de itinerancia, esto no resuelve el problema de los monopolios. Dado que los operadores de concentradores de itinerancia están activos en todo el mundo, lo que en sí mismo es deseable, es difícil que los monopolios de concentradores de itinerancia sean disueltos únicamente por República Dominicana. La mejor posibilidad a nivel de país es establecer la competencia mediante el pago ad-hoc. En este caso, el cliente obtiene una alternativa a la itinerancia, cuando se desplaza a lugares que no están cubiertos por el OPC local y el PSE con el que el conductor del VE tiene un contrato. Para que el conductor del VE elija itinerancia, ésta debe ser igual de costosa o más económica que el pago ad-hoc. Por lo tanto, la itinerancia ganará competencia a través del pago ad-hoc. Sin embargo, el pago ad-hoc no debería imponerse todavía, basándose en las mismas razones expuestas para la itinerancia. Mientras el gobierno no ofrezca incentivos monetarios para la instalación de estaciones de carga, no debería restringir los casos de negocio de los OPC y los PSE.



9. ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN

El objetivo principal de los estándares de comunicación para las estaciones de carga es la correcta facturación del proceso de carga, otros aspectos relevantes son el mantenimiento remoto, la reserva de la estación de carga y la carga inteligente. Existen varios estándares internacionales para este fin. En algunos casos, diferentes estándares ofrecen la misma funcionalidad o ésta se solapa con otros estándares. El propósito de este capítulo es proporcionar al lector una comprensión de la funcionalidad de los estándares existentes y el desarrollo futuro necesario para lograr un sistema totalmente integrado.

En el capítulo anterior se han presentado las interacciones de comunicación de las partes interesadas en el proceso de carga de vehículos eléctricos. Para integrar a todas las partes interesadas, se han desarrollado varios estándares de comunicación abiertos. Figura 32 muestra la interacción de estos estándares. En los siguientes capítulos se presentan con más detalle los estándares mostrados en la figura luego de la introducción de las redes y estándares propios frente a los abiertos para la carga.

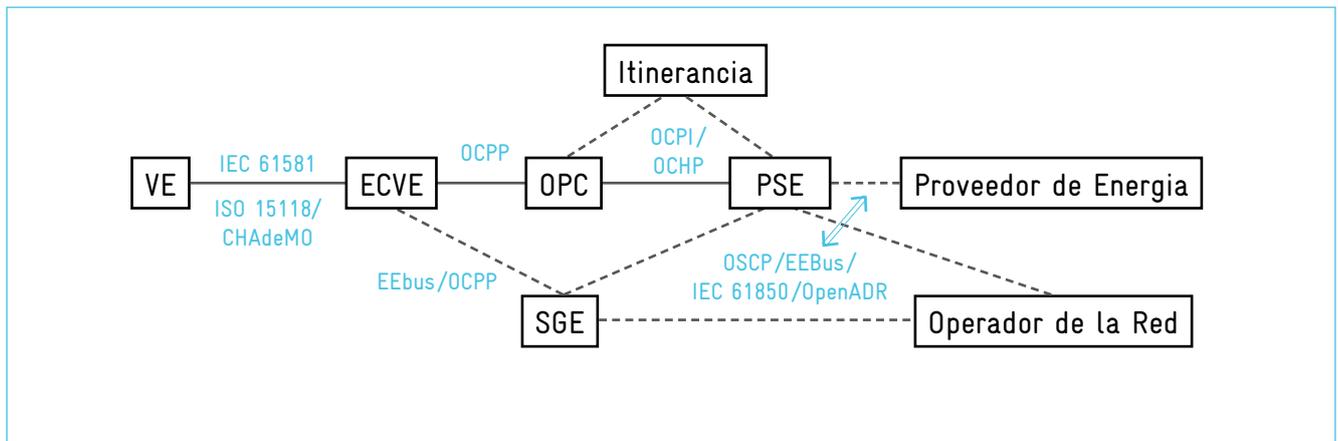


Figura 32: Enlaces de comunicación relevantes para el proceso de carga de VE, incluyendo los estándares abiertos más relevantes.

9.1 REDES DE ESTACIONES DE CARGA PROPIAS Y ABIERTAS

Las redes públicas de carga de vehículos eléctricos pueden diseñarse con acceso abierto a todo el mundo o a un grupo exclusivo de usuarios. A continuación se explican las principales ventajas y desventajas, basadas en las redes de carga existentes.

Redes de carga propias

La red de estaciones de carga propias más conocida es la que gestiona Tesla. Concede acceso exclusivo a los clientes que poseen un vehículo eléctrico Tesla. El cliente se beneficia de una red bien establecida con precios de electricidad bajos, mientras que también puede cargar en redes de carga abiertas. Otra ventaja es una integración elevada y relativamente fácil con el sistema de gestión del vehículo eléctrico. Las estaciones de carga de Tesla se muestran en el sistema de navegación. En caso de que se seleccione una estación de carga como próxima parada, el automóvil precondicionará automáticamente la batería para que se cargue lo más rápido posible al llegar a la estación de carga. Además, el conductor sólo tiene que enchufar el cable de carga. No se requiere ninguna autorización adicional. Por lo tanto, Tesla ha creado una ventaja competitiva para que los conductores de vehículos eléctricos adquieran un vehículo eléctrico Tesla. Hasta ahora, las redes verdaderamente propias sólo han sido creadas por los fabricantes de vehículos eléctricos, ya que la principal desventaja es la reducción de los beneficios debido a la

restricción del grupo de usuarios. Además, si se utilizan también estándares propios, la integración con las redes de carga abiertas será difícil. Por esta razón, Tesla está utilizando estándares abiertos en la medida de lo posible, pero adaptados a sus propias necesidades, al tiempo que restringe el acceso de otros fabricantes. Otros ejemplos menos destacados de redes propias son NIO en China (próximamente en Europa) y Honda en Corea del Sur (actualmente en desarrollo).

Redes de carga semiprivadas

En Europa, varios fabricantes de automóviles habían identificado la necesidad de una red de carga ultrarrápida en las autopistas de toda Europa para poder vender sus vehículos eléctricos. Por este motivo, en 2017 se fundó el grupo Ionity, con el objetivo de instalar 400 parques de carga para finales de 2021, de los cuales 343 están actualmente en funcionamiento. Debido a la fuerte financiación de los fabricantes de automóviles, se ofrece un precio reducido para la carga en comparación con los precios residenciales al comprar un vehículo de las marcas participantes. Otros conductores de vehículos eléctricos, como los de Tesla, pueden seguir cargando en las estaciones de carga de Ionity, pero tendrán que pagar más del doble. La principal ventaja de este enfoque es que las estaciones de carga pueden optar a la financiación gubernamental, al tiempo que ofrecen incentivos a los conductores de vehículos eléctricos de las empresas asociadas a Ionity. En este enfoque sólo se utilizan estándares de comunicación abiertos para permitir la integración de todos los actores.

Redes de carga abiertas

La mayoría de las redes de estaciones de carga públicas están diseñadas con acceso abierto a todos los conductores de vehículos eléctricos. Sin establecer limitaciones al grupo de usuarios, la expectativa es atraer el mayor número de sesiones de carga posible. Además, el acceso abierto es un requisito clave para recibir incentivos monetarios en la mayoría de los países. Esto suele incluir la opción de pago ad-hoc, donde no es necesario establecer un contrato de carga con el operador de la estación de carga. En su lugar, el conductor puede pagar por sesión individual utilizando métodos de pago digitales comunes, como Google Pay o Paypal a través de la autenticación en el teléfono. Alemania, por ejemplo, está a punto de exigir terminales de tarjetas de crédito en todas las estaciones de carga públicas financiadas. Todavía no está claro si esta legislación entrará en vigor, ya que añadirá un costo adicional a la estación de carga. Por otro lado, con la creciente participación de la electromovilidad, más personas con menos conocimientos tecnológicos empezarán a utilizar las estaciones de carga públicas y requerirán procedimientos sencillos. A pesar de la posibilidad de cargar sin un contrato de estación de carga, el precio suele ser más elevado y la autenticación lleva más tiempo. Por lo tanto, la mayoría de los conductores de vehículos eléctricos establecen un acuerdo contractual a largo plazo, al menos con el operador local de la estación de carga. En consecuencia, las redes de carga abiertas podrán seguir vinculando a su propia base de usuarios.

9.2 ESTÁNDARES PROPIOS VS ESTÁNDARES ABIERTOS

A continuación se presentan las principales ventajas y desventajas de los estándares abiertos y propios.

Estándares abiertos:

Las ventajas de las redes de carga basadas en estándares abiertos son la flexibilidad y la variedad. Los estándares abiertos permiten a los operadores de estaciones de carga elegir entre muchos proveedores de hardware y redes diferentes. Esto permite a los propietarios de estaciones de carga optimizar los costos y reducir el riesgo de desarrollo de la estación de carga. Las redes abiertas permiten la interoperabilidad, lo que favorece la expansión de la infraestructura existente. Los estándares abiertos y universales facilitan la introducción de nuevas opciones de hardware que se conectan a la red existente y son transparentes para los anfitriones del sitio y los conductores de vehículos eléctricos.

Estándares propios:

En algunos casos, los estándares propios son más útiles. Permiten una mayor flexibilidad a la hora de desarrollar estándares que se adapten a necesidades específicas. Especialmente al principio de la era del vehículo eléctrico, los estándares abiertos han carecido de casos de utilización disponibles y han progresado lentamente. El desarrollo de estándares propios era necesario para ofrecer rápidamente soluciones funcionales. La mayoría de los estándares abiertos para la carga de vehículos eléctricos de hoy en día han comenzado como estándares propios en iniciativas de la industria, pero luego se abrieron al público en general. La excepción es Tesla, que ha mantenido sus propios estándares para la red de estaciones de carga de Tesla.



9.3 OCPP

El protocolo de punto de carga abierto (OCPP, Open Charge Point Protocol) fue desarrollado en 2009 en los Países Bajos por la fundación ElaadNL, una colaboración de operadores de red holandeses [42]. El objetivo era el desarrollo de un sistema backend para gestionar las estaciones de carga por parte del operador del punto de carga o del proveedor de servicios de electromovilidad. El estándar es abierto y de descarga gratuita tras el registro y se ha convertido en el estándar de facto de la industria en todo el mundo. En 2013 la gestión del protocolo se transfirió a la recién fundada Open Charge Alliance para aumentar la interacción y el cumplimiento entre los desarrolladores de hardware y software en un enfoque abierto. Un conjunto de pruebas específico está disponible comercialmente para garantizar el correcto funcionamiento de los productos.

El protocolo abierto de punto de carga permite la facturación del proceso de carga y el control externo del proceso de carga, como la reducción de la potencia de carga.

Versión 1.6:

Actualmente, la versión 1.6 es la más utilizada, que se publicó en octubre de 2015. Ofrece soporte para estructuras de mensajes JSON y SOAP. La versión 1.6 admite 28 mensajes y 49 tipos de datos para cubrir las siguientes aplicaciones más comunes:

- La estación de carga puede establecer contacto con el sistema central en el momento de la puesta en servicio.
- Autorización para iniciar y detener sesiones de carga.
- Actualización del firmware enviada desde el sistema central, incluida la gestión del firmware.
- El punto de carga comunica al sistema central los errores o fallos técnicos.
- El sistema central puede solicitar a un punto de carga que envíe datos de diagnóstico.
- El sistema central puede modificar varios ajustes de los puntos de carga y solicitar información.
- Reserva de un punto de carga.
- La carga inteligente permite que el sistema central influya en la potencia o la corriente de carga de un punto de carga específico.

Versión 2.0.1:

La versión 2.0 de OCPP se publicó en marzo de 2018, con algunas correcciones de errores realizadas en la versión 2.0.1. Es la última versión disponible de OCPP y soporta más del doble de mensajes (65) y tipos de datos (129) en comparación con la versión anterior 1.6. Además, se ha eliminado la compatibilidad con SOAP.

Se han realizado varios cambios en los nombres de los mensajes para aumentar la claridad, pero se ha perdido la compatibilidad con versiones anteriores. Se ha mejorado el control de las estaciones de carga y la gestión de transacciones genera, además de aumentar la compatibilidad con la carga inteligente. En la última versión, se pueden enviar por adelantado planes de carga específicos a la estación de carga.

Sin embargo, los cambios más importantes son la seguridad reforzada y la compatibilidad con la norma ISO 15118. En la versión 1.6, el cifrado no era obligatorio, lo que provocaba posibles riesgos de seguridad. La versión 2.0.1 requiere cifrado TLS 1.2. La compatibilidad añadida permite enchufar y cargar, así como visualizar y controlar la sesión de carga del vehículo. Por ejemplo, el estado de carga del vehículo eléctrico puede compartirse con el proveedor de servicios de electromovilidad para lograr esquemas de carga inteligente más sofisticados.

Estructura del mensaje:

La conexión se realiza mediante archivos JSON o SOAP transferidos a través de web sockets. Los WebSockets permiten la comunicación bidireccional en tiempo real. Es una capa de

transporte bien establecida y entendida, pero requiere muchos datos (alto costo para la aplicación móvil) y sólo permite la comunicación punto a punto.

Especialmente la comunicación punto a punto se está convirtiendo en la mayor desventaja de la OCPP. Sólo permite la conexión con un operador, aunque varias partes pueden tener interés en conectarse a la estación de carga. Por ejemplo, el operador de la red querría acceder a la estación de carga para reducir la potencia de carga en caso de sobrecarga de la red, mientras que el operador del punto de carga quiere garantizar un proceso de facturación seguro de la sesión de carga. Se puede utilizar un sistema local de gestión de la energía (véase el capítulo 8.7) para superar esta limitación mediante la manipulación de los mensajes OCPP, pero añadirá un costo de hardware adicional. También existe una solución basada en software que se presenta en el capítulo 9.4.

Se explica la estructura de los mensajes JSON, basada en el bloque de comunicación más sencillo, llamado heartbeat (latido). El punto de carga y el sistema central envían regularmente un “latido” para asegurarse de que la conexión siga activa. El intervalo del “latido” se establece en el punto de carga. Una vez transcurrido el tiempo predefinido, el punto de carga enviará una solicitud de “latido” al sistema central, que responderá enviando la hora actual, como se muestra en Figura 33.

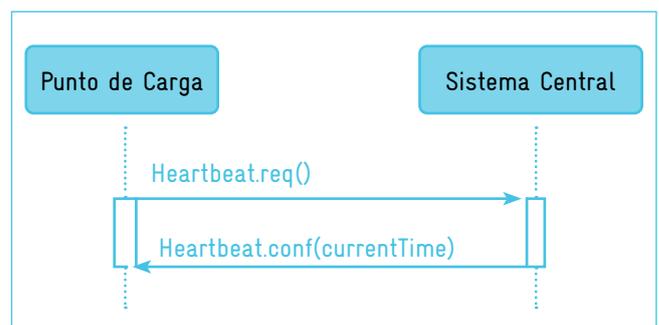


Figura 33: Estructura de comunicación Heartbeat del OCPP, Fuente [42]

Los mensajes JSON correspondientes están estructurados como se muestra en Tabla 4. Es evidente que los mensajes siguen una estructura estricta para una correcta interpretación por parte de la máquina, manteniendo al mismo tiempo la legibilidad humana.

Tabla 4: Diseño del archivo JSON del Heartbeat OCPP [42]

Petición de Heartbeat:	Respuesta del Heartbeat:
<pre>{ "\$schema": "http://json-schema.org/draft-04/schema#", "title": "HeartbeatRequest", "type": "object", "properties": {}, "additionalProperties": false }</pre>	<pre>{ "\$schema": "http://json-schema.org/draft-04/schema#", "title": "HeartbeatResponse", "type": "object", "properties": { "currentTime": { "type": "string", "format": "date-time" } }, "additionalProperties": false, "required": ["currentTime"] }</pre>

Aplicación internacional:

El OCPP es actualmente el único estándar abierto disponible para la comunicación entre el ECVE y el backend. Como tal, prácticamente todas las estaciones de carga públicas (excepto Tesla) son compatibles con este estándar para permitir la facturación y las transacciones.

En el caso de las estaciones de carga privadas, es aún menos común, ya que la comunicación backend no suele ser necesaria. Muchos operadores de estaciones de carga ofrecen equipos compatibles con OCPP, pero tienen un costo adicional en comparación con las estaciones de carga básicas sin esta función. En los últimos 6 meses se ha producido un descenso significativo en el recargo a las estaciones de carga privadas con función OCPP, debido a la mayor industrialización de la producción. Es de esperar que el recargo actual de 300-500 dólares siga disminuyendo en los próximos años. Desde el punto de vista del hardware, los costos adicionales son mínimos. Es de esperar que los bajos costos se traduzcan en un aumento de la aplicación privada, ya que el OCPP puede ofrecer funciones adicionales, como la supervisión y el control de la sesión de carga en el teléfono móvil y las tarifas de carga dinámicas.

9.4 EEBUS



El objetivo de EEBUS es desarrollar un estándar común para la comunicación entre cargas flexibles y generación en aplicaciones detrás del medidor, aunque pueda recibir señales externas [43][44]. EEBUS es un protocolo de gestión de la demanda y la generación destinado a los recursos distribuidos. Proporciona un estándar de comunicación común para vehículos eléctricos, electrodomésticos (nevera, lavadora, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), sistemas fotovoltaicos con batería y red eléctrica externa.

EEBUS aún está en fase de desarrollo, pero ya ofrece funcionalidades para los principales casos de uso, incluida la electromovilidad. La estación de carga puede conectarse a un sistema de gestión de la energía (SGE) local o basado en la nube a través del protocolo EEBUS. El SGE proporcionará puntos de ajuste a las estaciones de carga basados en señales externas. Estas pueden incluir congestiones en la red, excedentes de ER, señales de precios y otras. Como tal, es un protocolo de carga inteligente, sin ofrecer la posibilidad de facturación, transacción y reserva de

sesiones de carga. Estos mensajes aún tienen que ser enviados a través de OCPP al PSE.

Estructura del mensaje:

EEBUS está estructurado en dos componentes llamados SHIP (Smart Home IP) y SPINE (Smart Premises Interoperable Neutral-message Exchange).

SHIP ofrece una solución basada en TCP/IP que utiliza el cifrado TLS y WebSockets para proporcionar una estructura de comunicación común para conectar diferentes dispositivos domésticos inteligentes (nodos SHIP). Los mensajes se envían utilizando una representación JSON-UTF8 (igual que OCPP), pero también son factibles otros formatos. SHIP no define la capa de comunicación física. Se pueden utilizar WLAN, Ethernet, GreenPhy (Powerline) y otros.

SPINE define el mensaje en sí mismo. Se utiliza una definición de esquema XML (XSD) para definir claramente el mensaje, que tiene que ser mapeado a JSON en caso de que se utilice SHIP para la transferencia de mensajes, pero se puede utilizar más o menos directamente otra tecnología de comunicación que soporte el intercambio bidireccional de datos arbitrarios.

Un mensaje SPINE consta del encabezado de la dirección y de la carga útil. El encabezado contiene el dispositivo (por ejemplo, unidad de congelación de la nevera), la entidad (por ejemplo, Nevera (de la unidad de congelación de la nevera)) y la característica (por ejemplo, medida). La carga útil contiene la función (por ejemplo, la temperatura) y el elemento (por ejemplo, 7°C).

La estructura del mensaje está diseñada para una extensión simple, lo que hace que su implementación sea más compleja en comparación con OCPP.

Aplicación internacional:

Los casos de uso de EEBUS acaban de finalizar. Las estaciones de carga compatibles con EEBUS aún no están disponibles, pero llegarán al mercado a finales de 2021 [45]. EEBUS cuenta con el apoyo mayoritario de los fabricantes europeos y es muy probable que desempeñe un papel importante en la gestión de la respuesta a la demanda.

En comparación con el OCPP, la implementación aún está en sus comienzos. Lo más probable es que el estándar sea relevante para la carga inteligente por parte de estaciones de carga privadas, mientras que las estaciones de carga públicas probablemente mantendrán el OCPP, debido a la necesidad de facturación y control de transacciones, que EEBUS no proporciona. También es posible el uso simultáneo. Mientras que EEBUS se utiliza para la gestión local de la energía, una conexión OCPP se utiliza para todas las demás transacciones. Desde el punto de vista del hardware, es posible utilizar EEBUS en una estación de carga, que ya es compatible con OCPP, mediante una actualización del software. El próximo año será más claro cómo se establecerá la implementación en las estaciones de carga y si es posible el funcionamiento simultáneo.



9.5 IEC 63110

Actualmente se está desarrollando la IEC 63110 como sucesora de la OCPP, basada en la estandarización internacional [46]. Se ha establecido una afiliación oficial con OCPP

para mantener la estructura del mensaje lo más similar posible a OCPP. La idea es sustituir gradualmente a OCPP tras un periodo de transición. La norma IEC 63110 sólo se utiliza para la carga de vehículos eléctricos. No proporciona enlaces de comunicación con otros dispositivos, como es posible con EEBUS. Además, la norma no es gratuita, por lo que puede suponer una barrera de mercado para los fabricantes más pequeños.

Estructura del mensaje:

La estructura final del mensaje aún no se ha publicado, pero se ha decidido utilizar XMPP con la extensión publish-subscribe (publicación y suscripción). XMPP se basa en XML. No es necesario convertir los mensajes para la integración de ISO 15118 y OpenADR, como ocurre con OCPP y EEBUS. Otra ventaja de XMPP es la facilidad para crear una arquitectura descentralizada y escalable, a diferencia de los protocolos basados en WebSocket OCPP y EEBUS. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los mensajes de EEBUS SPINE también se pueden enviar a través de XMPP en lugar de la estructura SHIP predeterminada.

Aplicación internacional:

La norma IEC 63110 sigue en desarrollo. Esta norma podría convertirse en un exitoso sucesor de la OCPP con más funcionalidades. Por tanto, es necesario seguir de cerca su aplicación internacional.

9.6 OPENADR



El estándar respuesta a la demanda automatizada abierta (OpenADR, Open Automated Demand Response) se desarrolló a raíz de la crisis energética de California de 2002, y desde entonces se ha convertido en el estándar líder en respuesta a la demanda en Estados Unidos. La versión actual 2.0 se publica como norma IEC 62746-10-1 [47].

OpenADR proporciona una forma estandarizada para que los proveedores de electricidad y los operadores del sistema envíen la señal de respuesta a la demanda a través de una red basada en IP, como Internet. Se utiliza para gestionar pequeños recursos

distribuidos, como los vehículos eléctricos, por parte del operador de la red [48]. En función de las señales de respuesta a la demanda, las cargas variables y la generación ajustarán su punto de trabajo. El estándar es abierto y puede ser utilizado por todo el mundo de forma gratuita después del registro.

Estructura del mensaje:

OpenADR es un modelo a nivel de aplicación, que es independiente de la capa de transporte, aunque el estándar define la comunicación basada en IP a través de mensajes HTTP o transporte XMPP basado en XML. Especialmente XMPP proporciona la mayoría de los beneficios, ya que es un protocolo bidireccional que soporta la aplicación push y pull. En cualquier caso, se utiliza XML para la mensajería. La estructura del mensaje se define en XSD, de forma similar a EEBUS.

Los dispositivos en OpenADR son nodos superiores virtuales (VTN) o nodos finales virtuales (VEN). Un VTN suele ser un servidor que transmite señales a los dispositivos finales o a los servidores intermedios. Un VEN suele ser un cliente que suministra datos de medición o acepta señales de control del VTN. Un VEN también puede ser un VTN, como agregador, para otros VEN en la ruta de comunicación, como se muestra en Figura 34 a continuación. Tanto el VEN como el VTN deben emitir certificados de infraestructura de clave pública (PKI) para la seguridad de la comunicación mediante TLS 1.2.

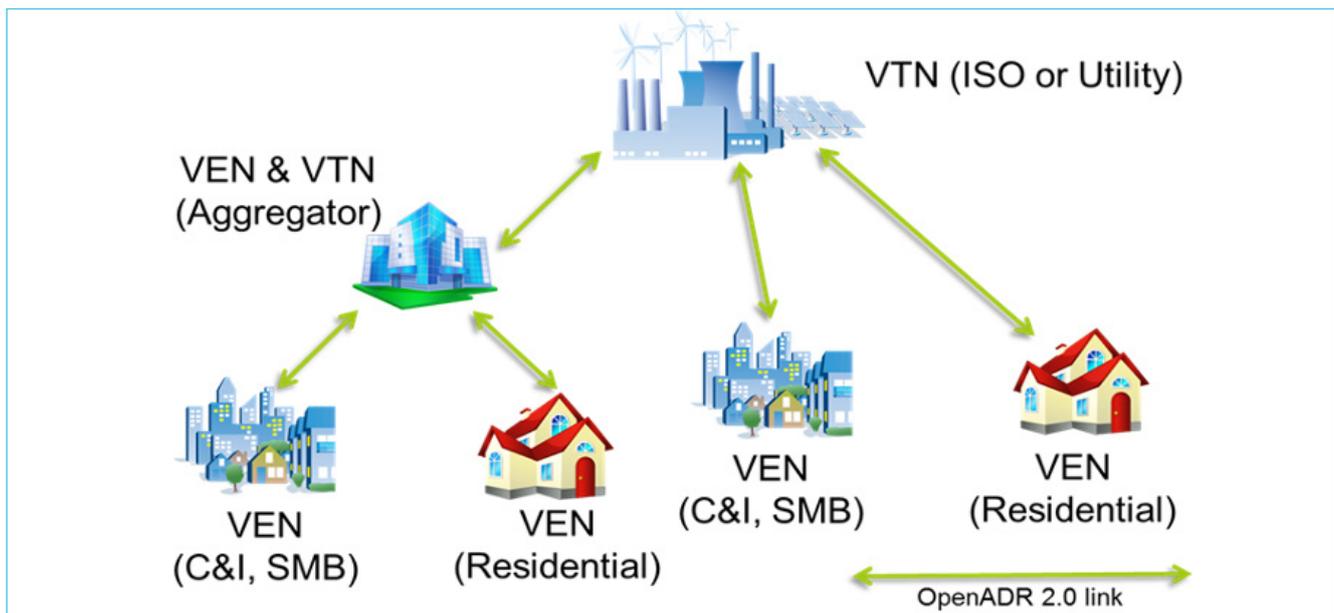


Figura 34: Estructura de comunicación OpenADR VEN & VET, Fuente [47].

OpenADR ofrece dos perfiles. El perfil A se utiliza para dispositivos de gama baja con recursos limitados, mientras que el perfil B está diseñado para dispositivos de gama alta con más funcionalidades, como mecanismos de información flexibles.

El perfil B ofrece la siguiente funcionalidad.

- Registro: Identificación de VEN y VTN
- Inscripción: Mapeo de una VEN para participar en la respuesta a la demanda (ej.: carga inteligente)
- Contexto del mercado: Información estática sobre la información del mercado (ej.: sensibilidad a los precios). Planos de actualización dinámicos para versiones futuras
- Evento: Incluye eventos de confiabilidad, eventos de emergencia, etc. (más información a continuación)
- Cotización o precios dinámicos: Señales de precios a las que pueden reaccionar los recursos distribuidos (ej.: excedentes de energía)
- Informes o comentarios: Información sobre el estado del recurso (ej.: online)
- Disponibilidad: Restricciones en la disponibilidad de un recurso distribuido (ej.: un vehículo eléctrico conectado a un cargador y cargando)
- Sobreescritura: Sobreescritura a corto plazo de la disponibilidad (ej.: salida inesperada del vehículo)

La clase de eventos es la más importante en OpenADR. Incluye el control de la carga y el despacho, que puede realizarse suministrando valores de referencia específicos, pero también valores relativos y cambios delta en comparación con el punto de funcionamiento actual. El perfil A sólo incluye la clase Evento, con algunas simplificaciones adicionales para mantener los requisitos de recursos de hardware al mínimo.

Para la integración de OpenADR y OCPP existen dos opciones:

- Cada estación de carga se registra en el servidor virtual del nodo superior de OpenADR.
- El servidor central OCPP se registra con el servidor OpenADR Virtual Top Node como un OpenADR Virtual End Node y agrega las estaciones de carga participantes.

Independientemente de la opción, las señales de eventos de OpenADR tienen que traducirse en mensajes OCPP, ya sea en la propia estación de carga a través de un sistema de gestión de

la energía (las estaciones de carga aún no son compatibles con OpenADR) o en el servidor central OCPP.

La notificación de la respuesta a la demanda puede enviarse utilizando eventos simples de OpenADR (para sistemas OpenADR 2.0a) o utilizando eventos más avanzados (para sistemas OpenADR 2.0b). En cualquier caso, es posible realizar los siguientes ajustes en la sesión de carga: Precio por kilovatio-hora

- Variación del precio del kilovatio-hora
- Cantidad fija de carga a desviar o desplazar
- Porcentaje fijo de carga a desviar o desplazar

Aplicación internacional:

OpenADR para la carga de vehículos eléctricos aún se encuentra en fase piloto y aún no ha encontrado una amplia aplicación. Dado que ya se utiliza ampliamente en EE.UU. para la respuesta a la demanda de otros activos (ej.: sistemas fotovoltaicos), es probable que se integre en los vehículos eléctricos. Un estándar comparable a OpenADR es ISO 61850, que es más utilizado en Europa [49].



9.7 IEC 61850

IEC 61850 es una norma internacional que define los protocolos de comunicación para los dispositivos electrónicos inteligentes en las subestaciones eléctricas [50]. Se ha

ampliado continuamente con la incorporación de la gestión de vehículos eléctricos en 2016. El objetivo original de proporcionar un único protocolo para la supervisión y el control de subestaciones sigue siendo evidente. Sigue unas directrices muy estrictas y se ha vuelto bastante complejo a lo largo de los años. En comparación con otros estándares abiertos, su descarga no es gratuita, lo que puede suponer una barrera de entrada para el establecimiento de nuevos casos de negocio o la investigación realizada a nivel universitario o similar.

Estructura del mensaje:

IEC 61850 es un protocolo basado en TCP/IP, que admite la comunicación cliente-servidor o punto a punto.

Cada dispositivo electrónico inteligente (IED, Intelligent Electronic Device) de la norma IEC 61850 está compuesto por un conjunto de dispositivos lógicos y nodos. Los dispositivos lógicos representan los componentes del IED, mientras que los nodos describen la funcionalidad. Cada nodo contiene un modelo de información de objetos (OIM, Object Information Model), que contiene los datos necesarios. La norma IEC 61850 ofrece criterios de calidad de servicio para determinar la gestión de errores en caso de falla del mensaje. La Figura 35 muestra la complejidad del modelo.

La norma IEC 61850 se utiliza exclusivamente para los servicios de red e incluye estructuras relacionadas con los vehículos eléctricos en la norma IEC 61850-90-8, que incluye todos los elementos de carga inteligente de la norma ISO/IEC 15118-2. La autenticación, la facturación y la reserva de sesiones de carga no son posibles con esta norma.

La norma IEC 61850 se desarrolló originalmente para la automatización de subestaciones. No se adapta bien a entornos

heterogéneos debido a la naturaleza restrictiva de la especificación del mensaje de fabricación, que se remonta a la década de 1990. Como tal, se utiliza mejor para aplicaciones de carga inteligente central, donde se envía una señal de control al operador del punto de carga, que reduce la potencia de carga de las estaciones de carga individuales basadas en un estándar diferente (ej.: OCPP).

Aplicación internacional:

La norma IEC 61850 se utiliza ampliamente en toda Europa para el control y la supervisión de subestaciones. Por ello, la mayoría de los operadores de redes de distribución están familiarizados con la norma y desean mantenerla en sus centros de control. Por ejemplo, la norma IEC 61850 ha sido elegida para comunicarse con el Smart Meter Gateway recientemente introducido en Alemania. Por lo tanto, lo más probable es que la carga inteligente de vehículos eléctricos relacionada con la red se implemente utilizando la norma IEC 61850. En Estados Unidos, la norma OpenADR será probablemente la opción principal.

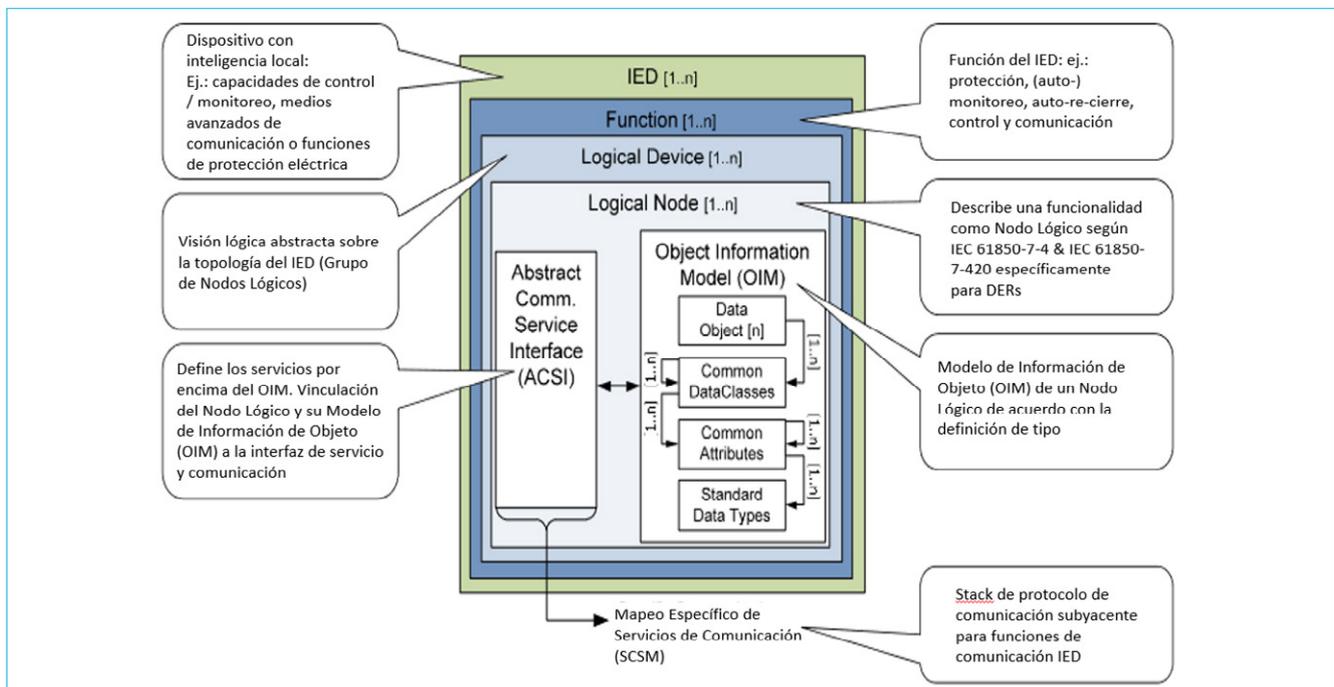


Figura 35: Enfoque basado en objetos para IEC 61850, Fuente [51].



9.8 OSCP

El protocolo de carga inteligente abierto (OSCP, Open Smart Charging Protocol) se diseñó originalmente sólo para la carga inteligente de vehículos

eléctricos. Desde la versión 2.0 se ha adaptado a una terminología más genérica para integrar otros recursos, como las bombas de calor, a pesar de mantener el nombre. Sin embargo, el OSCP sigue utilizándose principalmente para la carga inteligente de vehículos eléctricos.

El OSCP está gestionado por la Open Charge Alliance, la misma entidad que gestiona el protocolo OCPP. Aunque el OCPP se ha convertido en el estándar de facto para la comunicación entre la estación de carga y el operador, no es el caso de la comunicación OSCP entre el proveedor de servicios de electromovilidad y el operador del sistema de distribución (DSO).

OSCP está disponible en Open Charge Alliance de forma gratuita tras el registro. Ofrece la posibilidad de enviar pronósticos de disponibilidad de carga al PSE para gestionar las próximas sesiones de carga adecuadamente. Esto puede incluir un mayor uso de energía renovable o el mantenimiento de límites relacionados con la red.

Estructura del mensaje:

Para alinear OSCP y OCPP lo mejor posible, OSCP cambió a una estructura de mensajes JSON con la versión 2.0. El protocolo se basa en una arquitectura RESTful, que es diferente del enfoque basado en WebSocket de OCPP. La seguridad se proporciona a través de TLS 1.2 con autenticación basada en tokens. Por lo tanto, sólo el lado del servidor debe proporcionar un certificado de infraestructura de clave pública (PKI), que es diferente de OpenADR.

Debe mantenerse una estructura de encabezado HTTP específica. En cualquier caso, el encabezado debe proporcionar el token de autorización además de un ID de solicitud único para el mensaje específico. Un mensaje de respuesta también debe agregar el ID de correlación, que es el ID de la solicitud anterior. En el caso de mensajes segmentados (mensajes enviados en varias partes, por razones de rendimiento del hardware), también se debe proporcionar el número de segmento y el número total de mensajes enviados.

El mensaje OSCP más básico es el handshake entre el cliente (proveedor de capacidad) y el servidor (proveedor de flexibilidad). El handshake se utiliza para asegurar que la conexión se mantiene y debe enviarse a intervalos regulares, de forma muy parecida al heartbeat en OCPP.

La Figura 36 y la Tabla 5 muestran la disposición de los mensajes OSCP. El handshake y el handshake acknowledge son muy similares y sólo varían en su título.

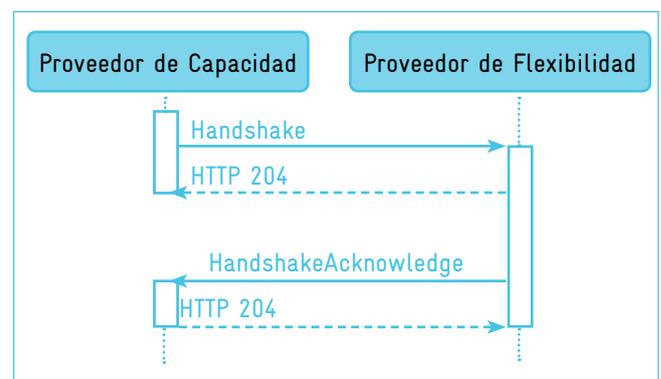


Figura 36: Estructura del handshake OSCP.

Tabla 5: Estructura del handshake OSCP

Handshake:	Handshake acknowledge:
<pre>{ "\$schema": "http://json-schema.org/draft-07/schema#", "\$id": "http://www.openchargealliance.org/schemas/ oscp/2.0/handshake.json", "title": "Handshake", "type": "object", "properties": { "required_behaviour": { "\$ref": "required-behaviour. json" } } }</pre>	<pre>{ "\$schema": "http://json-schema.org/draft-07/schema#", "\$id": "http://www.openchargealliance.org/schemas/ oscp/2.0/handshake-acknowledge.json", "title": "HandshakeAcknowledge", "type": "object", "properties": { "required_behaviour": { "\$ref": "required-behaviour. json" } } }</pre>

La principal característica relacionada con la carga inteligente es el método de restricción de capacidad. Se pueden establecer cinco puntos relacionados con la carga de vehículos eléctricos:

- **Consumo:** Máxima potencia de carga disponible en un momento dado
- **Consumo de reserva:** Potencia de carga mínima disponible en caso de falla de comunicación
- **Generación:** Máxima potencia de descarga disponible en un momento dado (V2G)
- **Generación de reserva:** Mínima potencia de descarga disponible en caso de falla de comunicación
- **Óptimo:** Potencia óptima de carga o descarga

Aplicación internacional

El OSCP está diseñado para proporcionar un punto de referencia para los recursos energéticos distribuidos, principalmente los vehículos eléctricos. En comparación con otros estándares que proporcionan una funcionalidad similar (OpenADR, IEC 61850), solo ofrece una funcionalidad básica, lo que hace que la implementación sea sencilla, a costa de la adaptabilidad.

Hasta ahora, OSCP ha encontrado una aplicación limitada, principalmente en el país fundador, los Países Bajos. Esto no significa que no pueda convertirse en el estándar principal de carga inteligente, pero es más probable que prevalezcan las normas ya conocidas por los DSO (OpenADR, IEC 61850).



9.9 OCPI

La interfaz de puntos de carga abierto (OCPI, Open Charge Point Interface) es un estándar de itinerancia. Soporta la conexión entre los operadores de

puntos de carga (OPC) y los proveedores de servicios de electromovilidad (PSE) para la facturación conjunta de las sesiones de carga. El objetivo es proporcionar una experiencia de carga uniforme al cliente de vehículos eléctricos en varios OPC. OCPI permite la itinerancia a través de un concentrador, la conexión punto a punto e itinerancia de funciones mixtas.

OCPI fue desarrollado por primera vez por varios OPC holandeses y PSE en cooperación con ElaadNL, una colaboración de todos los principales DSO holandeses, que también participaron en el desarrollo de OCPP y OSCP. El desarrollo posterior fue apoyado por la financiación de la UE hasta 2020, dando lugar a la actual versión 2.2. Ahora es administrado por la fundación EVRoaming, que está trabajando en la versión 3.0, por ejemplo, para incluir la compatibilidad con la norma ISO 15118. Como la financiación de la UE ha cesado, no se dispone de más información sobre el desarrollo en curso.

El OCPI está disponible públicamente sin registro ni costo. Aunque no se permite la derivación del estándar, el usuario puede optar por implementar sólo algunos aspectos del mismo. OCPI es el único estándar que no ha sido desarrollado para un operador específico de itinerancia, lo que lo hace ideal para aplicaciones abiertas.

Estructura del mensaje:

El protocolo OCPI se basa en HTTP y utiliza el formato JSON. Su estructura es muy similar a la de OSCP, que fue desarrollado inicialmente por empresas superpuestas. Al igual que en OSCP, se utiliza TLS 1.2 para el cifrado con certificados de servidor PKI, además de tokens de cliente. Asimismo, el encabezado HTTP debe proporcionar tokens de autorización además del ID de solicitud y el ID de correlación en caso de respuesta. Para el funcionamiento de la plataforma de itinerancia, debe proporcionarse más información de encabezado para un mapeo correcto. El mensaje debe contener el ID de la parte desde la que se envía el mensaje y el código de país de la entidad emisora. Se debe proporcionar la misma información sobre la entidad receptora.

OCPI proporciona los siguientes mensajes fundamentales, basados en JSON y en la estructura de mensajes HTML explicada anteriormente.

- Autorización
- Reserva
- Proporcionar información sobre las tarifas
- Facturación
- Proporcionar información sobre el punto de carga estática (ej.: la ubicación)
- Proporcionar información sobre el estado del punto de carga en tiempo real
- Proporcionar información de la sesión (en tiempo real)
- Encendido/apagado remoto (para usar a través de la aplicación móvil)
- Soporte de carga inteligente
- apoyo a la ley de calibración (eichrecht)
- Monitoreo de plataforma

Aplicación internacional

OCPI ha encontrado una amplia aplicación en toda Europa y Estados Unidos. Los operadores de plataformas de itinerancia, como Hsubject, también han integrado el estándar OCPI en su sistema, a pesar de tener su propio estándar de itinerancia. Es posible que estos proveedores de concentrador de itinerancia abandonen su propio estándar. Si es posible mantener el progreso de desarrollo de OCPI, a pesar de la falta de financiación de la UE, está en camino de convertirse en el estándar de itinerancia de facto utilizado en todo el mundo. Las alternativas a la OCPI

son la OCHP y la IEC 63119, ambas descritas en los capítulos siguientes.

**9.10 OCHP**

El protocolo de centro de intercambio abierto

(OCHP, Open Clearing House Protocol) está administrado por la empresa alemana Smartlab Innovationsgesellschaft GmbH y la holandesa ElaadNL. Ambas son propietarias del concentrador de itinerancia e-clearing.net, financiado por la UE y sin ánimo de lucro, para el que se creó el estándar. Recientemente, e-clearing.net también apoya la norma OCPI. Además del estándar del concentrador de itinerancia OCHP, una extensión llamada OCHPDirect, permite la conexión punto a punto [41][52].

En octubre de 2020 se anunció una actualización a la versión 1.5, pero hasta ahora no está disponible.

Estructura del mensaje:

El intercambio de mensajes se realiza a través de servicios web estandarizados sobre SOAP. SOAP define claramente la infraestructura para el envío de mensajes. OCHP se basa en la comunicación asíncrona. Un mensaje sólo se envía cuando es necesario [53].

Figura 37 muestra el enlace de comunicación entre los diferentes actores conectados con el OCHP. El operador del punto de carga (operador de ECVE) está conectado al proveedor de servicios de electromovilidad. Intercambian mensajes sobre las tarifas y la propia sesión de carga. Además, es necesaria una conexión con el proveedor de servicios de navegación y, si corresponde, con el operador del lugar de estacionamiento para comunicar la disponibilidad de la estación de carga.

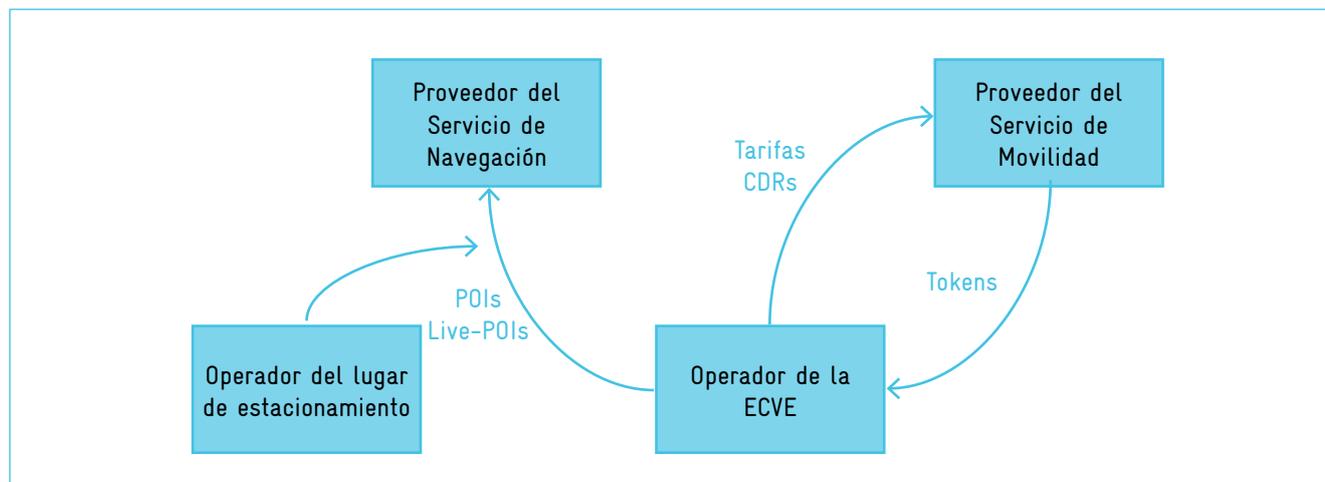


Figura 37: Vía de comunicación del OCHP, Fuente [53].

En la Tabla 6 se muestra la funcionalidad de OCHP en comparación con OCPI. Está claro que OCPI ofrece más funcionalidades que OCHP, como la reserva de una estación de carga.

Aplicación internacional

El concentrador de red sin ánimo de lucro e-clearing.net tiene bastante éxito en Europa. Como tal, el protocolo OCHP correspondiente ha sido adoptado por varios OPC y PSE. Queda por ver si el estándar puede seguir siendo competitivo, una vez que la nueva versión 1.5 esté disponible. La versión actual carece de algunas funcionalidades relevantes, esperadas por los conductores de vehículos eléctricos hoy en día, como la reserva de puntos de carga, antes de la llegada.

Tabla 6: Comparación de la funcionalidad de las versiones más recientes de OCHP y OCPI.

Funcionalidad	OCHP & (OCHPDirect)	OCPI
Itinerancia a través de un concentrador	x	x
Itinerancia punto a punto	(x)	x
Autorización	x	x
Reserva		x
Facturación	x	x
Información sobre el punto de carga estática	x	x
Información en tiempo real sobre los puntos de carga	x	x
Datos del contador firmados		x
Información de la sesión en tiempo real	(x)	x
Arranque/parada a distancia	x	x
Carga inteligente		x
Supervisión de la plataforma		x



9.11 IEC 63119

La International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional) está desarrollando actualmente un estándar de itinerancia que puede

sustituir a los estándares existentes. Hasta ahora solo se ha publicado el documento de especificaciones generales en 2019. En él se define el alcance de la norma, sin proporcionar más información específica. Se espera que los siguientes documentos estén disponibles a mediados del próximo año [54].

IEC 63119-1: Edición general 1 publicada en 2019.

IEC 63119-2: Casos de uso

IEC 63119-3: Estructura del mensaje

IEC 63119-4: Ciberseguridad y privacidad de la información

Estructura del mensaje:

Todavía no hay información disponible públicamente, pero se puede esperar que se utilice un enfoque XMPP para eliminar la necesidad de conversión entre la próxima norma IEC 63110 y la ISO/IEC 15118.

Aplicación internacional:

Una vez publicada, la norma de la IEC tiene el potencial de convertirse en el estándar de itinerancia principal utilizado en todo el mundo, aunque esto dependerá en gran medida de una documentación clara del estándar y de la facilidad de implementación.

9.12 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Las normas descritas anteriormente representan una selección de las normas más utilizadas para el enlace de comunicación durante el proceso de carga del vehículo eléctrico. Existen varios estándares para el mismo propósito, con muchos solapamientos entre ellos. La estandarización de la carga de vehículos eléctricos está lejos de ser completa. Las próximas normas IEC tienen el potencial de ser aceptadas en todo el mundo, pero sigue existiendo el riesgo de que sólo se sumen a la mezcla existente. Mientras no haya un acuerdo internacional común sobre las normas a utilizar, la regulación oficial en República Dominicana debería abstenerse de establecer requisitos específicos de estándares de comunicación. La situación es diferente para los estándares de comunicación entre el vehículo eléctrico y la estación de carga, introducidos en el Capítulo 7, los cuales son necesarios para garantizar la seguridad.

Además, la red eléctrica y los proveedores de energía de República Dominicana deberían debatir qué norma les gustaría adoptar para la provisión de valores de referencia de carga inteligentes, relacionados con las limitaciones de la red o las señales de precios de la electricidad. OpenADR es el candidato más prometedor, ya que está bien aceptado en Estados Unidos. No obstante, es necesario que las diferentes partes interesadas sigan debatiendo en detalle. En el documento semi-legal se proporcionan recomendaciones de estándar potencial.



10. OTRAS CONSIDERACIONES RELATIVAS A LAS ESTACIONES DE CARGA

En este capítulo se ofrece una visión general sobre otras consideraciones relevantes para el diseño de la estación de carga.

10.1 REQUISITOS DEL TERRENO

En general, las necesidades de terreno para las infraestructuras de carga para vehículos eléctricos son bastante reducidas, pero no deben descuidarse en el proceso de selección del emplazamiento.

Las estaciones de carga de CA requieren muy poco terreno. Pueden montarse en la pared, integrarse al alumbrado público o configurarse como una versión independiente. En el caso de los

cargadores de CC, también hay que tener en cuenta el espacio adicional para el inversor. En el caso de los cargadores individuales de 50 kW, el espacio es ligeramente mayor, aproximadamente 1 m². En caso de que se instalen varias estaciones de carga ultrarrápida, suele ser más factible económicamente construir un único rectificador para todas las estaciones. El rectificador puede ocupar hasta un lugar de estacionamiento. Además, una batería de reserva podría ocupar espacio adicional. El tamaño exacto dependerá de la batería necesaria. Algunas estaciones de carga ya tienen la batería incorporada para reducir el espacio ocupado tanto como sea posible [55].

Además del cargador, se necesita espacio para el estacionamiento de vehículos, ya que los VE estarán estacionados en la estación



de carga mientras dure el proceso de carga. Por lo tanto, es útil proporcionar instalaciones de carga de VE en los estacionamientos existentes. También debe haber espacio suficiente para la entrada y salida de los vehículos. En Tabla 7 presenta un análisis comparativo del terreno necesario para cada tipo de estación de carga.

Tabla 7: Terreno necesario para la estación de carga

Tipo de estación de carga	Requerimiento de terreno
Carga de CA	--
Carga lenta de CC	-
Carga rápida de CC	+
Carga de CC con reserva	+
Carga de CC con reserva y ER	++

Leyenda: -- área muy pequeña, - área pequeña,

+ área grande, ++ área muy grande

ER=Energía Renovable

*Sólo, área necesaria para los equipos de carga de vehículos eléctricos y auxiliares

10.2 PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA

En el caso de las estaciones de carga instaladas en el exterior o en condiciones de humedad, el equipo deberá tener un grado de protección de ingreso de al menos IPX4 de acuerdo con la norma IEC 60529 (clasificación de los grados de protección proporcionados por las cajas para equipos eléctricos con una tensión nominal no superior a 72,5 kV). IPX4 se refiere a la protección contra la salpicadura de agua desde cualquier ángulo. Para los equipos con exposición continua al agua, se requiere un grado de protección superior. República Dominicana experimenta altos promedios de precipitaciones y frecuentes tormentas eléctricas, por lo que se puede especificar un mayor grado de protección contra el agua, como IPX5, para los recintos de las estaciones de carga para vehículos eléctricos. Debido a la mayor salinidad y humedad del aire, para los recintos de las estaciones de carga se debe utilizar material o recubrimiento de pintura anticorrosivo.

Los permisos para la construcción de instalaciones, incluidas las estaciones de carga para vehículos eléctricos, incluyen revisiones para determinar si el sitio está ubicado en una zona propensa a las inundaciones. Para los componentes de carga de vehículos eléctricos, la elevación y la protección de los componentes son los dos métodos principales para minimizar los daños por inundación, evitar que el agua entre o se acumule y resistir los daños por inundación.

La protección principal para las estaciones de carga para vehículos eléctricos es la elevación. La elevación se refiere a la ubicación de un componente por encima del nivel de inundación de diseño (NID). Todas las ubicaciones aprobadas para la instalación de recarga para vehículos eléctricos deben estar por encima del NID. Esto puede significar ubicar el sistema fuera de un garaje si el interior está debajo del NID, o es posible que ciertas áreas del estacionamiento de un condominio no puedan contener ningún componente si esa elevación no es alcanzable.

La protección contra inundaciones en húmedo se refiere a la eliminación o minimización del potencial de daños por inundación mediante la aplicación de técnicas de impermeabilización diseñadas para mantener las aguas de inundación alejadas de los equipos de servicios públicos. En este caso, el resto de la estructura puede sufrir daños, pero el sistema de carga de vehículos eléctricos está protegido por barreras u otros métodos.

La protección contra inundaciones en seco se refiere a la eliminación o minimización del potencial de daños por inundación mediante la implementación de una combinación de características de impermeabilización diseñadas para mantener las aguas de inundación completamente fuera de una estructura. Si todo el edificio está protegido del agua de la inundación, el sistema de carga de vehículos eléctricos también está protegido.

Para evitar inundaciones y encharcamientos independientemente de la ubicación, los puntos de carga deben instalarse a una altura mínima de 600 mm y a no más de 1,2 m del suelo.

10.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Además de la seguridad eléctrica, también es necesario tomar medidas contra el fuego. La carcasa de la estación de carga debe estar fabricada con material ignífugo, auto-extinguible y debe estar libre de halógenos. Los cables de alimentación utilizados en la estación de carga o en los puntos de carga deben cumplir la norma IEC 62893-1.

10.4 PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS MECÁNICOS

Los equipos instalados para la carga pública de vehículos eléctricos, incluidos los estacionamientos, deben estar protegidos contra daños mecánicos razonablemente previsibles. La protección de los equipos puede ser proporcionada por uno o más de las siguientes medidas:

- Posición o ubicación para evitar daños causados por cualquier impacto razonablemente previsible de acuerdo con la norma IEC 61439-7.
- Suministro de protección mecánica local o general
- Utilización de equipos de carga que cumplan con un grado mínimo de protección contra impactos mecánicos externos de IK07 de acuerdo con la norma IEC 62262.

10.5 SEGURIDAD DE CARGA EN INTERIORES

Aunque la mayoría de las baterías de los BEV y PHEV no requieren sistemas de ventilación, algunas baterías, como las de plomo-ácido o zinc-aire, emiten gas hidrógeno cuando se cargan. La mayoría de los fabricantes de vehículos especifican claramente si sus baterías requieren ventilación. Sin una ventilación adecuada, la concentración de gas hidrógeno podría aumentar hasta alcanzar una condición explosiva. El límite inferior de inflamabilidad del hidrógeno en el aire es una mezcla del 4 % en volumen. Los lugares son peligrosos cuando se alcanza el 25 % de este límite, que es una mezcla del 1 % en volumen. El sistema de carga del vehículo eléctrico debe contener controles para encender el sistema de ventilación cuando sea necesario, y también para detener la carga en caso de que el sistema de ventilación falle. Teniendo en cuenta que el hidrógeno es más ligero que la mezcla de aire, las concentraciones se acumularían cerca del techo. El sistema de ventilación debe tener esto en cuenta.

La carga en interiores también puede suponer un reto en cuanto a la iluminación, el acceso estrecho y el almacenamiento de otros materiales. A menudo, algunas aéreas de un garaje cerrado están mal iluminadas, y cuando se combinan con un acceso estrecho alrededor del vehículo y otros equipos almacenados cerca, existe la posibilidad de que se produzcan lesiones personales por tropiezos.

10.6 ROBO Y VANDALISMO

El vandalismo y el robo de las estaciones de carga pueden ser un problema importante en algunos países. La principal estrategia de prevención es construir la estación de carga en lugares donde haya seguridad. A nivel internacional, al menos en el caso de las estaciones de carga de CA públicas, el propietario del vehículo debe llevar su propio cable de carga. Esto no es posible con las estaciones de carga de CC, ya que el cable es demasiado pesado para ser retirado. Este es el caso, sobre todo, de los cables refrigerados por líquido para las estaciones de carga de alta potencia.

Para evitar el vandalismo, se deben utilizar equipos mecánicos resistentes sin piezas desmontables. Los paneles de los equipos de carga pueden tener un sistema de bloqueo para evitar la apertura no autorizada. Se pueden desplegar guardas de seguridad adicionales para proteger la instalación [56].

10.7 VISIBILIDAD DE LAS ESTACIONES DE CARGA

Las estaciones de carga disponibles para el público en general, o al menos para un grupo de usuarios amplio (por ejemplo, una empresa de carga) deberían estar claramente marcadas como tales. La señalización podría realizarse mediante un letrero o marcas en el suelo. Se recomienda desarrollar una señalización similar para todas las estaciones de carga para simplificar la visibilidad para el conductor del vehículo eléctrico.

10.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Todos los aspectos mencionados anteriormente se recomiendan para ser aplicados en República Dominicana, aunque sólo estén relacionados indirectamente con la red eléctrica y no sean competencia de la SIE.



11. VÍNCULOS ENTRE LAS PARTES INTERESADAS

El negocio de carga de vehículos eléctricos involucra a varios actores. Este capítulo presenta los actores relevantes, su interacción y los conceptos generales del negocio. El modelo de las partes interesadas que se muestra en la Figura 38 es universal. Puede aplicarse a todos los tipos de vehículos eléctricos, tanto para carga pública como privada, aunque hay que tener en cuenta que una misma entidad puede desempeñar diferentes roles. Por ejemplo, el conductor individual de un vehículo eléctrico puede ser al mismo tiempo el propietario del vehículo eléctrico (operador de la flota). A continuación se explican con más detalle las diferentes partes interesadas y sus respectivas funciones.

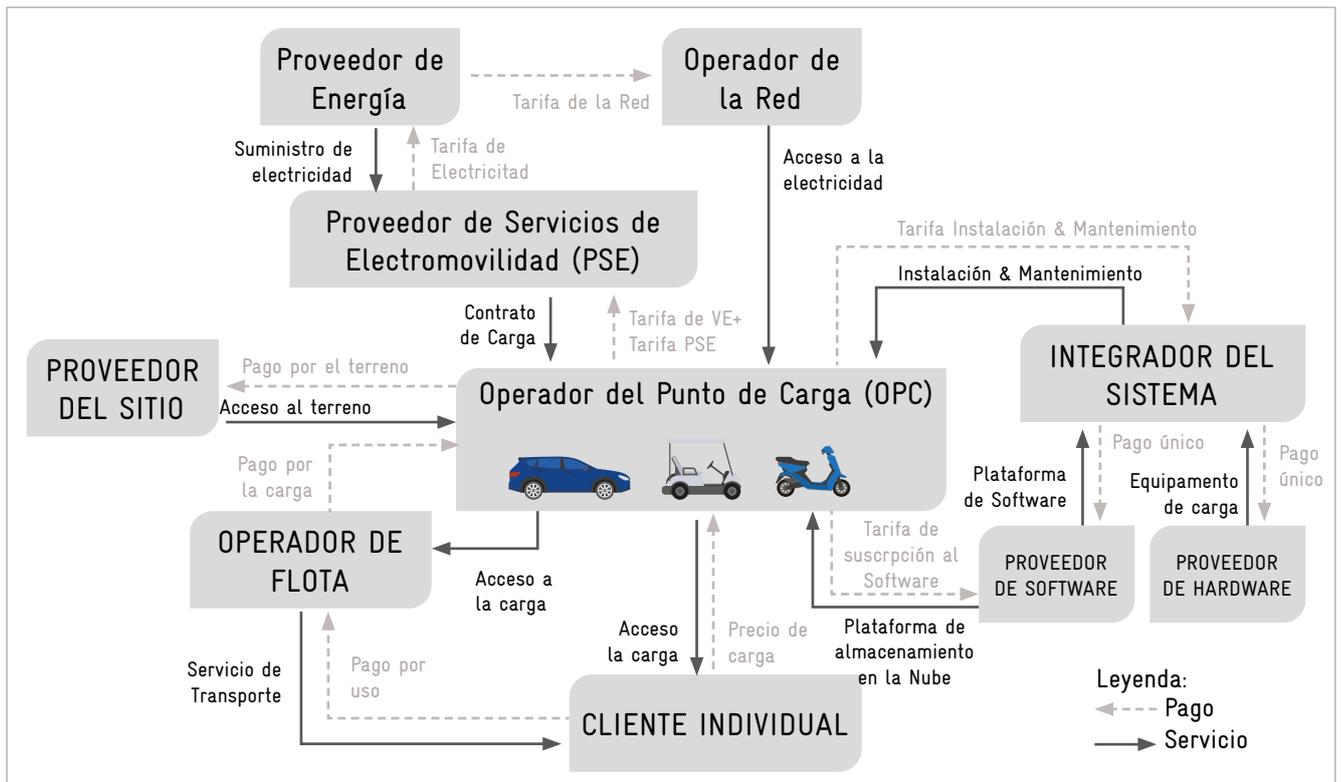


Figura 38: Vínculos de pago y servicio entre las diferentes partes interesadas en el negocio de la carga de vehículos eléctricos.

11.1 OPERADOR DEL PUNTO DE CARGA

El Operador del Punto de Carga (OPC) es el operador del respectivo punto de carga y responsable de los aspectos operativos como se menciona en el nombre. El OPC es el actor central en el proceso de carga con varias transacciones de pago y servicio a las partes interesadas adyacentes, que se presentarán en los respectivos capítulos de las partes interesadas a continuación.

Modelo de negocio:

El principal modelo de negocio del operador del punto de carga es proporcionar acceso a las estaciones de carga operadas en su cartera. Por cada sesión de carga, el operador del punto de carga recibirá un pago para cubrir los costos de instalación y mantenimiento.

La rentabilidad de una estación de carga depende en gran medida de la ubicación elegida. Antes de instalar una estación de carga, lo ideal es que el operador compruebe al menos las siguientes condiciones:

- Densidad de cargadores
- Inmobiliaria
- Datos demográficos
- Actividad comercial
- Estado de las carreteras
- Suministro de electricidad

La densidad de estaciones de carga en los alrededores influirá en la competencia que la nueva instalación tiene que afrontar. En este sentido, la competencia puede estar provocada por las estaciones de carga del mismo OPC o de un OPC competidor. Los tipos de cargadores en los alrededores también juegan un papel clave. Las estaciones de carga rápida no suelen competir con las de carga lenta, ya que su perfil de cliente es diferente, pero la decisión debe tomarse caso por caso.

La disponibilidad de inmuebles cercanos puede prohibir la instalación de una estación de carga. Solo cuando se disponga de suficiente terreno a precios aceptables se podrá establecer un caso de negocio rentable.

La demografía del área influirá en la probabilidad de carga de vehículos eléctricos. Hay que tener en cuenta los factores socioeconómicos, como la densidad de población local y la estructura de ingresos. Es de esperar que un barrio densamente poblado y concienciado con el medio ambiente compre más vehículos eléctricos que las personas que viven en zonas subdesarrolladas.

Lo ideal es que las estaciones de carga de vehículos eléctricos se sitúen cerca de zonas comerciales para atraer a más clientes, pero estas zonas comerciales deben ser accesibles para los vehículos eléctricos.

Además, la instalación de estaciones de carga en zonas con alta densidad de carreteras y tráfico de vehículos puede atraer a más clientes. Este aspecto es más importante para las estaciones de carga rápida.

Por último, el suministro de electricidad en el lugar seleccionado debe ser posible a un costo razonable. Muchos lugares no pueden recibir el servicio, debido a los costos de ampliación de la red.

Además de los ingresos de la propia sesión de carga, la cual es principalmente influenciada por la ubicación, la estación de carga puede utilizarse para hacer publicidad, con el fin de generar más ingresos.

Una posibilidad de reducir los costos de funcionamiento en un lugar concreto puede ser la instalación de un sistema local de gestión de la energía. Otra opción es instalar un sistema de almacenamiento con baterías en lugar de mejorar la conexión a la red, algo que se hace cada vez más para establecer la carga rápida en lugares remotos. La batería estacionaria se carga constantemente a baja potencia para proporcionar energía de carga rápida una vez que se conecta un vehículo eléctrico. Otras opciones son la instalación de un sistema fotovoltaico y de sistemas de gestión de la carga para reducir los costos de la electricidad o de la red (véase el Capítulo 6.2).

11.2 PROVEEDOR DEL SITIO

El proveedor del sitio es la entidad que proporciona el terreno para la instalación de la estación de carga. El operador de la estación de carga puede alquilar o comprar el terreno necesario al proveedor del sitio. En el caso de las instalaciones de estaciones de carga privadas, el OPC, en la mayoría de los casos, ya es propietario del terreno y, por lo tanto, es al mismo tiempo el proveedor del sitio.

Modelo de negocio:

El modelo de negocio del proveedor del sitio es alquilar o vender el terreno al OPC. En el caso de la infraestructura pública de carga, el proveedor del sitio es en muchos casos el gobierno. Puede proporcionar el terreno necesario a bajo costo o sin costo alguno para acelerar el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

11.3 INTEGRADOR DEL SISTEMA

El integrador del sistema es responsable de la instalación y el mantenimiento de una estación de carga. El operador del punto de recarga se ocupa principalmente de seleccionar la ubicación adecuada para la estación de carga y de otros aspectos relacionados con los ingresos y puede no querer asumir este papel. Un ejemplo típico es la instalación de estaciones de carga para uso residencial privado. El operador del punto de carga contrataría personal para ayudar en la instalación de la estación de carga, debido a la falta de conocimientos, por ejemplo, sobre instalaciones eléctricas.

Además, los OPC más pequeños que ofrecen oportunidades de carga pública no suelen tener la capacidad de integrar adecuadamente la facturación y la itinerancia con otras partes (véase el Capítulo 8.5 y 11.9). El integrador del sistema puede proporcionar la infraestructura de backend necesaria.

Modelo de negocio:

El integrador del sistema recibirá una remuneración por su servicio por parte del operador del punto de carga por la instalación y a veces también por el mantenimiento de la estación de carga.

11.4 PROVEEDOR DE SOFTWARE

El proveedor de software puede proporcionar el software backend necesario al integrador de sistemas, que se ajustará para servir de plataforma en la nube para el OPC.

Modelo de negocio:

Por la provisión del software requerido, el proveedor de software suele recibir un pago único del integrador del sistema por la personalización y la configuración, además de las cuotas de suscripción de software habituales por parte del OPC.

11.5 PROVEEDOR DE HARDWARE

El proveedor de hardware proporciona el equipo de carga necesario al operador del sistema.

Modelo de negocio:

El proveedor de hardware recibe el pago por la entrega del equipo de la estación de carga.

11.6 CLIENTE INDIVIDUAL

El cliente individual suele ser el conductor del vehículo eléctrico. El OPC le dará acceso a sus estaciones de carga. A su vez, el cliente pagará por la sesión de carga. En el caso de las estaciones de carga privadas para uso residencial, en muchos casos el cliente individual y el operador del punto de carga son el mismo, por lo que no se realizan pagos.

Modelo de negocio:

El consumidor individual no tiene un modelo de negocio tradicional, sino que decidirá en qué estación de carga cargar en función de factores como el precio, la ubicación y el servicio.

11.7 OPERADOR DE FLOTA

En algunos casos (por ejemplo, carro compartido) el cliente individual no es propietario del vehículo eléctrico, sino que el operador de la flota le proporciona el servicio de transporte.

Modelo de negocio:

El principal modelo de negocio del operador de flotas es la prestación de servicios de movilidad. Esto puede ser el alquiler de un vehículo eléctrico o el propio servicio de transporte en el caso del transporte público en autobús. El cliente individual pagará al operador de la flota por la prestación del servicio de transporte. El cliente individual puede pagar directamente al OPC por una sesión de carga, o se establece a través del operador de la flota.

11.8 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE ELECTROMOVILIDAD

El proveedor de servicios de electromovilidad (PSE) está estrechamente vinculado al operador del punto de carga. El PSE es responsable de establecer el contrato de carga con el cliente individual y de pagar al OPC por proporcionar la estación de carga. El PSE también puede decidir contratar a un integrador de sistemas para la configuración del software. En la mayoría de los casos, el PSE y el OPC son la misma entidad, pero pueden ser diferentes, especialmente en el caso de itinerancia (véase el Capítulo 11.9 para más detalles).

Modelo de negocio:

El principal modelo de negocio del proveedor de servicios de electromovilidad es recibir del cliente individual el pago por la sesión de carga. Para atraer a los clientes, el PSE puede ofrecer diferentes modelos de suscripción. Normalmente se ofrece una tarifa básica, con pago por sesión de carga. Pero los clientes también pueden contratar una suscripción mensual, que reduce el precio por sesión de carga. Se pueden generar más ingresos ofreciendo la opción de reservar estaciones de carga por adelantado.

El precio de los servicios de cobro suele basarse en los siguientes criterios:

- Cantidad de energía utilizada (kWh)
- Nivel de potencia de carga (kW)
- Duración de la carga (min)
- Tiempo de uso de los cargadores (precios pico / valle)
- Ubicación del cargador (coste de conveniencia)
- Combinación de más de uno de los factores mencionados anteriormente.

11.9 ITINERANCIA (ROAMING)

La itinerancia permite a los conductores de vehículos eléctricos cargar su vehículo en un viaje por carretera sin necesidad de mantener múltiples contratos de carga. Sin itinerancia, el conductor del vehículo eléctrico sólo podría cargar en las estaciones de carga atendidas por el PSE con el que tiene un contrato. Esto podría ser suficiente para las necesidades de conducción local, pero prohíbe los viajes a través del país. Un contrato de itinerancia entre diferentes proveedores de backend permitirá al conductor de un vehículo cargar en todas las estaciones de carga con las que su proveedor de servicios de electromovilidad tenga un contrato.

La itinerancia puede establecerse a través de una conexión punto a punto o de un concentrador de itinerancia. Puede encontrar más información en el Capítulo 8.5.

Modelo de negocio:

La itinerancia a través de una conexión punto a punto o de un concentrador implicará un esfuerzo adicional que habrá que pagar al operador de itinerancia. Los grandes operadores de concentradores de itinerancia pueden utilizar su fuerza competitiva para exigir precios elevados

11.10 PROVEEDOR DE ENERGÍA

El proveedor de energía suministra energía eléctrica a través de la red eléctrica pública. Recibirá un pago por la energía suministrada por parte del proveedor de servicios de electromovilidad.

Modelo de negocio:

La carga de vehículos eléctricos se traduce en mayores ventas de electricidad, lo que aumenta los ingresos del proveedor de energía. Que estos ingresos se traduzcan en una mayor rentabilidad depende de la situación local. Especialmente en el caso de la electricidad subsidiada no es así.

11.11 OPERADOR DE LA RED

El operador de la red proporciona acceso a la electricidad al operador del punto de carga. Normalmente, el CPO puede consumir energía hasta la carga sancionada en todo momento del día, pero están empezando a surgir modelos dinámicos (para más información, ver Capítulo 6.3).

Modelo de negocio:

En la mayoría de los países, el proveedor de energía remite al operador de la red la tarifa de red, que forma parte de la tarifa eléctrica. En general, el operador de la red está interesado en un mayor consumo de electricidad para aumentar sus ingresos. Proporcionar una mayor carga es a veces más costoso en comparación con el aumento de los ingresos, en caso de que sea necesario ampliar la red. La carga inteligente y la tasa de participación en los costos tienen un gran impacto en la rentabilidad.

11.12 BANCO

Los bancos, o el sistema de financiación en general, tienen un gran impacto en todas las partes interesadas que se muestran en la Figura 2. El sistema de financiación garantiza, en el mejor de los casos, la liquidez financiera de las demás partes interesadas.

Modelo de negocio:

Para que los bancos proporcionen liquidez monetaria, se lleva a cabo un análisis del flujo de caja para determinar el tipo de interés de un préstamo, en caso de que se conceda. Esto incluye la previsión de ingresos y proyecciones de demanda para determinar la rentabilidad de un proyecto, pero también tiene en cuenta la seguridad financiera del cliente.

11.13 GOBIERNO

El gobierno tiene un impacto en todas las partes interesadas descritas anteriormente. La mayoría de los gobiernos han identificado los vehículos eléctricos como una medida para mejorar el bienestar público al reducir el impacto climático del transporte.

Modelo de negocio:

El “modelo de negocio” del gobierno debería consistir en alcanzar el objetivo de un despliegue a gran escala de estaciones de carga al menor costo posible. Dependiendo de la situación, se pueden conceder subsidios para la instalación de estaciones de carga o tarifas de carga de vehículos eléctricos en la fase inicial de la transición. Más adelante, debería recurrirse al bonus malus o a la prohibición, una vez que los subsidios resulten demasiado costosos y la rentabilidad aún no se haya establecido por sí sola.

11.14 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Todas las funciones de las partes interesadas son ya, o serán pronto, relevantes para República Dominicana. Debe dejarse en manos del sector privado para decidir, dentro de lo posible, qué funciones de las partes interesadas le gustaría desempeñar. La dirección del gobierno a través de una regulación prohibitiva debería reducirse al máximo.



12. PROCESO DE AUTORIZACIÓN PARA AGENTES EN LA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Como se ha descrito en el Capítulo 11, el negocio de la recarga de vehículos eléctricos involucra a varias partes interesadas. Entre ellos, el operador del punto de carga suele ser el responsable de la instalación y operación del equipamiento para la carga de vehículos eléctricos. El proveedor de servicios de electromovilidad gestiona los contratos entre el conductor del vehículo eléctrico, el OPC y otros involucrados potenciales.

En la mayoría de los países del mundo, el instalador de la estación de carga debe ser un contratista con licencia, sin requerir una certificación independiente para la instalación de equipos para la carga de vehículos eléctricos. Según las directrices de adquisición e instalación de infraestructuras de carga proporcionadas por el Departamento de Energía de Estados Unidos, los

equipos de carga deben cumplir todas las normas aplicables y deben ser instalados por un contratista eléctrico autorizado [57].

Tanto el OPC como el PSE tienen ciertos derechos y obligaciones. El operador del punto de carga tiene derecho a poseer y explotar la infraestructura de carga y está autorizado a prestar servicios de carga de vehículos eléctricos de forma gratuita o de pago. Por último, el OPC tiene derecho a celebrar acuerdos contractuales con los proveedores de servicios de electromovilidad para prestar estos servicios de recarga. El operador del punto de carga está obligado a prestar los servicios de recarga de forma eficiente y con el mínimo costo para el usuario y el sistema eléctrico. Debe garantizar que las estaciones de carga bajo su supervisión cumplen con los estándares de seguridad aplicables



y que las estaciones de carga se mantengan adecuadamente. Además, deberá presentar al usuario el costo del proceso de carga de forma clara y transparente. Cualquier dato personal del conductor debe ser tratado con confidencialidad, incluyendo la facturación de la sesión de recarga.

El proveedor de servicios de electromovilidad tiene derecho a actuar como intermediario entre el operador del punto de carga y el usuario del vehículo eléctrico y, por lo tanto, está autorizado a celebrar acuerdos contractuales con los conductores de vehículos eléctricos y los operadores de los puntos de carga. Al PSE se le aplican las mismas obligaciones que al OPC, con la excepción de garantizar la seguridad y el mantenimiento de las estaciones de carga.

Los derechos y obligaciones suelen ser de carácter implícito, pero algunos países, como España, han añadido la información en sus regulaciones [58]. En cualquier caso, es necesario un organismo de supervisión que garantice que los OPC y los PSE cumplen con sus derechos y obligaciones. Normalmente, la supervisión es compartida por los organismos gubernamentales, como se explica a continuación.

- La empresa de distribución local suele ser la responsable de autorizar la instalación de equipos de carga de vehículos eléctricos. Al dar la autorización para la instalación del equipo de carga, hay que asegurarse de que el fabricante ha cumplido con los requisitos de certificación, incluyendo la prueba del producto validada por un organismo certificador. Los equipos

de carga deben cumplir con los estándares, códigos y reglamentos nacionales aplicables. El fabricante debe proporcionar un certificado de “Declaración de conformidad del fabricante” que indique que el equipo suministrado por el fabricante cumple con los estándares pertinentes [57]. Los organismos certificados para proporcionar la “Declaración de conformidad del fabricante” suelen estar acreditados ante el organismo de supervisión de las empresas de distribución o regulador de la electricidad. En República Dominicana el SIE asumiría esta responsabilidad. Lo ideal sería que todos los equipos de carga fueran sometidos a pruebas tipo por un laboratorio nacional, pero esto requeriría muchos recursos. Por lo tanto, el organismo supervisor también puede permitir que los equipos de carga sean probados y aprobados por países con requisitos de seguridad similares.

- La instalación debe ser realizada por un contratista eléctrico autorizado, como se explicará con más detalle en el Capítulo 14, el contratista eléctrico debe estar familiarizado con los códigos y estándares pertinentes y debe obtener un permiso de las autoridades locales antes de instalar la estación de carga. Además, las obras civiles y de construcción necesarias también deben ser realizadas por el contratista autorizado para prestar estos servicios.
- A nivel internacional, todavía no se ha definido ningún proceso de certificación para el software utilizado en la estación de carga. Sin embargo, el software debe soportar todas las funcionalidades de comunicación y recolección de datos especificadas en los estándares nacionales. Debe soportar los protocolos de comunicación especificados para la transmisión de datos y los comandos de control, así como los requisitos de interoperabilidad.
- Todos los proveedores de servicios deben cumplir con los requisitos de transparencia y seguridad de datos establecidos en las leyes aplicables. Este requisito puede mencionarse en diferentes leyes. Por lo tanto, el ministerio responsable de supervisar estas acciones debe asegurar su cumplimiento.
- En caso de inquietud por el uso indebido, se puede presentar una queja a la parte responsable del seguimiento del cumplimiento.

Además de la supervisión de los OPC y los PSE, la autorización previa podría ser una posibilidad para garantizar que los

proveedores de servicios se mantienen dentro de sus derechos y obligaciones. Aparte del registro general de la empresa y del registro en la empresa de distribución o en la agencia de supervisión, la medida de autorización previa no se utiliza a nivel internacional. Al ofrecer los servicios específicos, el OPC y el PSE aceptan automáticamente las normas establecidas por las leyes y reglamentos aplicables. Los requisitos de autorización, incluidas las comprobaciones previas al cumplimiento, desalentarían a los nuevos actores, especialmente a los más pequeños. La mejor manera de comprobar el cumplimiento es durante la instalación de los nuevos equipos de carga y a través de controles periódicos por parte de la empresa de distribución local y, posiblemente, de la agencia de supervisión.

12.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

República Dominicana se encuentra en la fase inicial de adopción de VE, por lo que sería prohibitivo tener requisitos especiales de certificación para los operadores de equipos de carga. La certificación técnica adicional de una empresa o proveedor de servicios es necesaria en el contexto específico de la instalación de equipamiento para la carga de vehículos eléctricos, siempre y cuando sus servicios cumplan con los estándares y reglamentos definidos a nivel nacional. Esto abrirá las puertas para que nuevos agentes entren en el negocio de carga de vehículos eléctricos.



13. PROCESO DE AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE CARGA

La instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos puede requerir la autorización de múltiples autoridades con jurisdicción sobre diversos temas. Además de la empresa de distribución eléctrica, pueden intervenir en el proceso las autoridades de planificación de la ciudad, las autoridades de edificación y construcción, las autoridades de transporte y tráfico, etc. Esta participación de múltiples partes interesadas puede prolongar fácilmente el proceso de instalación debido a los retrasos en la comunicación y a la falta de coordinación entre ellos. Para acelerar el despliegue de las estaciones de carga, es necesario agilizar el proceso de autorización y establecer un mecanismo de coordinación. Esto implica establecer un flujo de trabajo para la instalación de las estaciones de carga, fijar plazos para las aprobaciones en cada etapa, establecer la comunicación entre las diferentes autoridades y definir sus responsabilidades específicas.

La clasificación rudimentaria de las estaciones de carga puede hacerse en estaciones de carga de CA o CC pública o privada. Las autorizaciones requeridas para cada uno de estos tipos suelen ser diferentes. La instalación de una estación de carga de CA doméstica podría requerir un número mínimo de autorizaciones en función del nivel de potencia de carga. En el caso de los cargadores rápidos de CC, el número de autorizaciones necesarias puede ser múltiple debido a la escala del proyecto. Esto también dependerá de la ubicación. En estos casos, puede resultar confuso para el instalador acudir a varias autoridades y buscar la aprobación, solicitar el permiso para realizar la obra eléctrica y civil y obtener otras aprobaciones. Si este proceso no se agiliza, puede ser un gran obstáculo para el despliegue de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. Por lo tanto, es necesario un mecanismo de coordinación.

Aunque el número de permisos necesarios difiere en función del tipo de cargador, la autorización de la empresa de distribución será necesaria para todos los tipos. Dado que el aumento de la demanda eléctrica debido a la carga de vehículos eléctricos puede sobrecargar la red de distribución de bajo voltaje, es importante que se notifique al operador del sistema de distribución sobre la instalación de un cargador para vehículos eléctricos. Una mayor visibilidad ayudará a formular planes claros de expansión de la red, además de garantizar el funcionamiento seguro de la infraestructura existente.

Por parte de la empresa de distribución, las etapas de autorización implicarán la aceptación de la solicitud de instalación de la estación de carga, la revisión de la infraestructura de la red existente, la planificación de la demanda de energía adicional, el análisis del impacto potencial en la red, las posibles mejoras y la aprobación de la conexión a la red.

Dependiendo de la estructura de las instituciones y de sus respectivas jurisdicciones, el mecanismo de coordinación adecuado para cada región será diferente. Sin embargo, una revisión de algunos ejemplos internacionales puede ayudar a identificar las mejores prácticas. A continuación, se describe brevemente el mecanismo de coordinación y el proceso de autorización que se sigue en algunas ciudades y regiones del mundo. Aunque este informe se centra en los requisitos para las instituciones eléctricas, se discute el mecanismo de coordinación que involucra a múltiples autoridades dado el amplio alcance y la naturaleza interdisciplinaria de este tema.

13.1 AUTORIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE CARGA

El despliegue de la infraestructura pública de carga en las ciudades desempeña un papel importante para acelerar la adopción del VE. Dado que se necesitan más autorizaciones para la instalación de estaciones públicas de carga para vehículos eléctricos, este proceso puede ser complicado y se requiere un mecanismo de coordinación cuidadosamente planificado. Varias ciudades de todo el mundo siguen diferentes enfoques para el despliegue de estaciones de carga públicas. Los procesos de autorización aún no se han definido con el mismo detalle. Estos enfoques se describen brevemente a continuación.

En función de la demanda: las estaciones de carga se construyen en función de las solicitudes de los conductores de vehículos eléctricos.

Orientado a la planificación: el gobierno identifica una lista de ubicaciones adecuadas para los cargadores que los operadores pueden solicitar.

Orientado a las empresas: el despliegue de estaciones de carga se deja principalmente en manos del sector privado, con sólo el apoyo regulatorio del gobierno.

A continuación, se ofrecen varios ejemplos de ciudades:

13.1.1 Ámsterdam, Países Bajos:

Ámsterdam ha desarrollado una densa red de infraestructuras de carga. Sigue el enfoque basado en la demanda. La ciudad de Ámsterdam se ha asociado con la empresa de energía, lo que ha resultado útil para reducir los retrasos en el tiempo de instalación. La ciudad paga a la empresa municipal para que instale la estación de carga y para proporcionar acceso al público. A continuación, se describen los pasos de autorización.

Solicitud – 1 semana

- Las autoridades municipales evalúan una solicitud recibida del conductor de vehículos eléctricos para instalar una estación de carga

Ubicación y sugerencia del operador – mínimo 2 semanas

- Si se aprueba la solicitud, las autoridades municipales eligen la ubicación exacta de la estación de carga basándose en los mapas facilitados por el operador de la red y la autoridad viaria
- La ciudad asigna la construcción al operador de la estación de carga (ya sea predeterminado o mediante un proceso de licitación caso por caso)

Plan de instalación – de 3 a 20 semanas

- El operador de la estación de carga, en colaboración con el operador de la red y la autoridad viaria, elabora el plan de instalación
- La autoridad de la ciudad revisa y aprueba el plan

Preparación del sitio – 2 a 12 semanas

- El operador de la estación de carga en colaboración con el operador de la red prepara el área (cableado, cimentación y obra civil)

Instalación – 1 día

- El operador de la estación de carga instala el cargador o los cargadores y él o el operador de la red establecen la conexión a la red
- El operador de la estación de carga registra la nueva estación de carga en una base de datos y frecuentemente ingresa los datos de carga.

13.1.2 Oslo, Noruega:

Oslo es el líder mundial en la adopción de vehículos eléctricos. Oslo utiliza una combinación de enfoque orientado a la planificación y a la demanda para la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos. La Agencia de Medio Ambiente Urbano del Ayuntamiento de Oslo identifica las posibles ubicaciones basándose en las sugerencias de los conductores

de vehículos eléctricos, además de las aparentes carencias en la infraestructura de carga. Los contratistas civiles y eléctricos de la agencia se encargan de instalar los cargadores, que también son operados por la agencia. La agencia ha elaborado una lista de verificación para asegurarse de que dispone de la información necesaria para poder aprobar o rechazar la instalación. Esta lista de verificación sirve como requisito previo para las distintas fases de autorización que se describen a continuación.

Controles base

- Se han enviado al operador de la red las necesidades estimadas de energía y el borrador
- Las obras proyectadas se han inscrito en el registro de obras civiles

Controles de registro y verificación

- No hay conflicto con la salida de instalaciones subterráneas
- No hay conflicto con la regulación de Oslo y los planes de zonificación, carriles para bicicletas planificados, infraestructura de tránsito y plan de pavimentación/asfalto
- Estacionamientos municipales
- El suelo cumple las normas de contaminación

Controles del sitio

- Mínimo de 2 metros libre despejados en el pavimento después que la estación de carga esté instalada
- No se requiere cavar a menos de 5 m del tronco de los árboles

Controles de tráfico

- Plan de señalización de estacionamiento aprobado
- Cualquier desviación del manual de diseño de calles aprobado

Controles de la conexión a la red

- Tarifa de conexión a la red recibida y revisada

13.1.3 Estocolmo, Suecia:

Estocolmo ha adoptado un enfoque orientado a la planificación para la instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos. Las empresas privadas solicitan una o varias ubicaciones preseleccionadas que figuran en un mapa de acceso público para instalar puntos de carga a propio costo, además de cubrir los costos de servicio y mantenimiento. A cambio, los operadores

reciben derechos de acceso gratuitos para la ubicación del punto de carga. Esta solución proporciona beneficios para ambas partes y evita imponer una carga financiera a las autoridades locales. La ciudad de Estocolmo se encarga de la señalización, el barrido, la remoción de la nieve y la supervisión del estacionamiento. A continuación, se describe el mecanismo de coordinación seguido por las autoridades de Estocolmo.

Colaboración previa e identificación de la ubicación

- La ciudad identifica todas las posibles ubicaciones de estaciones de carga colaborando con todas las agencias públicas, operadores de la red, planificadores urbanos, grupos de conductores de VE, compañías de movilidad compartida, propietarios privados y residentes
- La ciudad publica un mapa que muestra todas las ubicaciones potenciales y su costo estimado de conexión a la red

Ubicación y selección del operador – 2 semanas

- El operador de la estación de carga elige un lugar y envía una solicitud a la ciudad OR
- La ciudad se pone en contacto con un operador de estación de carga para instalar la estación de carga en un lugar determinado o inicia un proceso de licitación

Preparación del sitio – 2 a 12 semanas

- El operador de la estación de carga se pone en contacto con el operador de la red (el punto de contacto se da una vez aceptada la solicitud) y juntos preparan la zona (cableado, cimentación y cualquier otra obra civil). El operador de la estación de carga es responsable de todas las obras civiles

Instalación – 1 día

- El operador de la estación de carga instala el cargador o los cargadores, y él o el operador de la red lo conecta a la red eléctrica
- El operador de la estación de carga registra la estación de carga en una base de datos y frecuentemente ingresa los datos de carga

Este enfoque ahorra tiempo y dinero al eliminar los asuntos entre las diferentes partes interesadas para garantizar que la ubicación es adecuada para una estación de carga. Sin embargo, requiere una estrecha colaboración de antemano entre las agencias de planificación de la ciudad, las agencias de transporte y el operador de la red, así como la elaboración de modelos para prever la demanda futura. Este enfoque es válido tanto para los cargadores de CA y CC, y tiene sentido especialmente cuando las tasas de adopción del VE son altas y para instalar cargadores en destinos públicos comunes, como las tiendas.

13.1.4 Otras ciudades:

Además de las ciudades ejemplo mencionadas, algunas de las mejores prácticas adoptadas en otras ciudades son las siguientes

- El operador de la red de distribución local de Londres, UK Power Networks, ha publicado un mapa de calor para identificar las limitaciones de la red eléctrica y muestra dónde las instalaciones de cargadores serían más económicas y fáciles.
- En París, se requiere que la conexión eléctrica de la estación de carga para vehículos eléctricos sea independiente de la estación de carga para permitir un fácil mantenimiento o cambio de la estación de carga sin modificar la conexión a la red.

13.1.5 Resumen:

Hasta ahora, la mayoría de las ciudades preferían un enfoque orientado a la demanda o a la planificación para la instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos. Sin embargo, las ciudades alrededor del mundo están cambiando hacia un enfoque orientado a las empresas para la instalación de cargadores rápidos. En este enfoque, la búsqueda de una ubicación adecuada para la estación de carga se deja principalmente en manos del mercado y la responsabilidad de la instalación se traslada al sector privado. El papel principal de las autoridades es conceder las autorizaciones necesarias.

Las mejores prácticas reconocidas en materia de autorización de estaciones públicas de carga para vehículos eléctricos para ciudades con altos índices de adopción de vehículos eléctricos pueden resumirse como sigue:

Reunir a todas las partes interesadas

- Coalición de partes interesadas en la infraestructura de vehículos eléctricos, incluidos todos los organismos públicos, propietarios de terrenos, urbanistas, operadores de redes, operadores de estaciones de carga, residentes locales, grupos de conductores de vehículos eléctricos, propietarios de terrenos/empresas, departamento de transporte/ autoridad viaria y operadores de movilidad compartida

Definir las funciones específicas de las partes interesadas

- Desarrollar alianzas con los operadores de la red, planificadores urbanos y operadores de estaciones de carga. Estas asociaciones podrían dar lugar a un mapa de calor energético, un mapa de zonas pre-seleccionadas de fácil utilización para los cargadores y acceso a los datos de carga

Selección de un enfoque de implementación de carga

- Sobre la base de las necesidades y los recursos de un país, éste puede elegir y adaptar las estrategias que mejor se adapten a sus objetivos y formas de funcionamiento. Dos estrategias principales son el enfoque basado en la demanda y el enfoque orientado a la planificación

Poner a disposición directrices claras

- En colaboración con todas las partes interesadas, elabore una guía/lista de verificación clara que muestre todos los pasos y costos para instalar estaciones de carga AC y DC y proporcione una visión general de los diferentes modelos de negocio posibles. Esta guía debe describir en particular el proceso de autorización y los requisitos

13.2 PROCESO DE AUTORIZACIÓN ESPECÍFICO DE LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN

Como es evidente en los ejemplos anteriores, las empresas de distribución de electricidad desempeñan un papel importante en la autorización de las estaciones de carga para vehículos eléctricos. En este subcapítulo se describe el complicado proceso que va desde la aceptación de una solicitud hasta la puesta en marcha de una estación de carga, basándose en el ejemplo de California. El proceso es similar en otras regiones con altos porcentajes de electromovilidad, pero la estructura no se comparte abiertamente en la mayoría de los casos.

California es una de las regiones de Estados Unidos que está a la vanguardia de la adopción de vehículos eléctricos. Las empresas de servicios públicos californianas llevan mucho tiempo abordando el tema de la instalación de VE y han definido mecanismos para gestionar las solicitudes de instalación de VE. A continuación, se describen brevemente los mecanismos de autorización de las distintas empresas de servicios públicos de California.

13.2.1 Pacific Gas and Electric:

Pacific Gas and Electric cuenta con un equipo dedicado a gestionar las solicitudes de instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos. Un representante del servicio comprueba que la solicitud esté completa y pide al cliente cualquier información adicional. La solicitud se pasa a un estimador que revisa la solicitud de los servicios existentes en el sitio y prepara una evaluación de costos, además de las especificaciones técnicas. A continuación, la solicitud se pasa a un equipo de planificación de distribución que evalúa cualquier requisito de carga adicional y determina si se prevé un impacto significativo en la red. Luego, el estimador comunica el resultado de la evaluación al cliente junto con el costo y las especificaciones previstas. Por último, se autoriza la solicitud de instalación y el cliente puede iniciar la construcción. La compañía eléctrica realizará la inspección final antes de la conexión a la red. El cliente puede seguir el progreso de su solicitud durante el proceso a través del portal de solicitudes.

13.2.2 Southern California Edison:

Southern California Edison cuenta con un equipo dedicado a la conexión de vehículos eléctricos que funciona como un único punto de contacto para los desarrolladores de estaciones de carga multi-sitio, como los operadores de flotas, gobiernos y operadores de vehículos eléctricos de terceros. Por otro lado, las solicitudes de instalación de estaciones de carga individuales se tramitan a través de las oficinas de planificación de la empresa de servicios públicos local y se tratan como una mejora de la conexión de servicio existente. Las posibles ampliaciones de la red también son gestionadas por la empresa de servicios públicos local.

13.2.3 San Diego Gas and Electric:

San Diego Gas and Electric asigna las solicitudes de instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos a un planificador geográficamente cercano que analiza el tamaño de la estación de carga y los mapas de servicio existentes para ver si habrá suficiente energía disponible para la estación de carga. Los operadores de estaciones de carga que desarrollan varias estaciones al mismo tiempo pueden trabajar con una empresa de diseño y planificación aprobada por la compañía eléctrica para el estudio del emplazamiento, la evaluación técnica y los trabajos de construcción. Dependiendo de la escala del proyecto y de las mejoras necesarias, el costo se dividirá entre la empresa de servicios públicos y el operador de la estación de carga.

13.2.4 Departamento de Agua y Energía de Los Ángeles:

El Departamento de Agua y Energía de Los Ángeles también cuenta con un equipo de planificación dedicado a gestionar las solicitudes de instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos. El instalador debe presentar los planos civiles y eléctricos de las instalaciones existentes y previstas. La empresa de servicios públicos realizará una revisión de ingeniería y dará su aprobación a la instalación. Si son necesarias mejoras en la red, el planificador de la compañía eléctrica se lo comunicará al cliente. El instalador es responsable de completar los pasos preliminares, como la revisión de los planos, la confirmación de los requisitos de inspección, la documentación y la obtención de las aprobaciones de seguridad del departamento gubernamental de construcción y seguridad eléctrica.

13.2.5 Resumen:

En el caso de la instalación de una estación de carga para vehículos eléctricos, es importante comunicar de antemano a la empresa de servicios públicos quién será responsable del costo del refuerzo adicional de la red, si es necesario. Casi siempre, el cliente será responsable económicamente de los trabajos eléctricos entre la estación de carga y del medidor, mientras que la empresa de servicios públicos será responsable económicamente de los trabajos más allá del medidor hasta una asignación de costos predefinida. Cuando es necesaria una mejora del servicio, las empresas de servicios públicos pueden cubrir parte o la totalidad del costo en el lado del medidor según la capacidad de recuperación de costos prevista por el cliente. Esto puede variar en función de las condiciones específicas del lugar, la escala del proyecto y las empresas de servicios públicos.

Las siguientes prácticas son útiles para agilizar las etapas de autorización de las empresas de la red de distribución:

- Un equipo dedicado a gestionar las solicitudes de instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos puede acelerar el proceso de obtención de permisos para los clientes.
- La transparencia en cuanto al calendario de las obras que son responsabilidad de la empresa de servicios públicos permitirá una mejor planificación.
- Disponibilidad rápida de información sobre la posibilidad de instalar una estación de carga en un lugar concreto sin necesidad de planos eléctricos detallados (por ejemplo, mapas de calor disponibles públicamente que muestren las posibles ubicaciones de las estaciones de carga).
- Coordinación con otras autoridades encargadas de la concesión de permisos (por ejemplo, la oficina de urbanismo) para reducir al mínimo los retrasos para el cliente.
- Comprensión clara de las responsabilidades en relación con la posible mejora de la red de distribución y la proporción de reparto de costos.

13.3 REGISTRO DE ESTACIONES DE CARGA

La normativa para el registro de nuevas estaciones de carga para vehículos eléctricos varía entre los distintos países y, a veces, entre las distintas empresas de distribución. Además, dependiendo de los niveles de potencia de carga, los requisitos de registro de las estaciones de carga pueden variar. Por ejemplo, en Alemania, según los requisitos técnicos mínimos establecidos por la Ordenanza de Puntos de Carga en 2017, se aplican los siguientes requisitos de registro para las estaciones de carga para vehículos eléctricos [59]:

- Las estaciones de carga con necesidades de potencia inferiores a 3,7 kW no necesitan registrarse en el operador de la red de distribución [60].
- En el caso de las estaciones de recarga con una potencia superior a 3,7 kW y hasta 11 kW, es necesario registrarse en el operador de la red de distribución de acuerdo con las Normas Técnicas de Conexión para Equipos de Baja Tensión.
- En el caso de las estaciones de carga con una potencia superior a 11 kW, se requiere la aprobación del operador de la red de distribución, además del registro. Dependiendo de las regiones específicas, incluso las estaciones de carga con niveles de potencia más bajos pueden necesitar aprobación. El operador de la red de distribución comprueba si la capacidad de carga planificada puede conectarse a la red sin necesidad de ampliar la capacidad de conexión existente y, en caso de que sea posible, da su aprobación en un plazo de dos meses. La aprobación se concede al propietario y al electricista que instala la estación de carga. Los trabajos de construcción e instalación deben completarse en un plazo de cuatro meses después de recibir la aprobación. Además, el operador de la red puede solicitar la posibilidad de controlar el proceso de carga (por ejemplo, mediante la carga inteligente).
- En el caso de que no se dé la autorización debido a que la capacidad de la red es inadecuada, la parte de la red debe ser reforzada. El operador de la red debe determinar el momento de las posibles medidas correctoras por su parte o por la del cliente. El cliente tiene que pagar las mejoras hasta el punto de conexión a la red, mientras que el operador de la red tiene que pagar todas las demás medidas de ampliación de la red necesarias. La estación de carga sólo puede instalarse y ponerse en funcionamiento cuando estas medidas estén aprobadas y completadas.

- Para la instalación de estaciones públicas de carga de vehículos eléctricos, es necesario registrarse en la Agencia Federal de Redes (Federal Network Agency) unas cuatro semanas antes de la conexión a la red. Se considera que un punto de carga es de acceso público si puede ser utilizado por el público en general, al menos después de establecer un contrato de recarga. La Agencia debe ser notificada al menos cuatro semanas antes de la construcción de la estación de carga e inmediatamente después de la clausura o en caso de cambio de operador.
- Tras el registro, la Agencia Federal de Redes publica información sobre todas las estaciones de carga públicas en su página web, que se actualiza mensualmente.
- Las estaciones de carga con una potencia de carga superior a 22 kW se consideran estaciones de carga rápida y deben demostrar que cumplen los requisitos de seguridad e interoperabilidad antes de su instalación [61].

Este ejemplo proporciona una estructura general para enmarcar los requisitos de registro de las estaciones de carga. En la mayoría de los países europeos, los requisitos son similares a los de Alemania, pero con límites ligeramente diferentes. Por ejemplo, en Francia, las estaciones de carga de menos de 3,7 kW no necesitan ser registradas. En Noruega, las estaciones de carga públicas deben estar registradas en la Agencia Nacional NOBIL. En otras partes del mundo, los requisitos de registro existen a nivel regional o municipal. En la India, actualmente no existe una normativa nacional específica sobre el registro de la infraestructura de carga, pero para obtener la conexión, la estación de carga debe estar registrada en la empresa local de servicios públicos. En Estados Unidos, las directrices específicas sobre el registro difieren de una empresa a otra. En el caso de las estaciones públicas de carga para vehículos eléctricos, se requiere el registro en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL). Los requisitos específicos relacionados con el registro varían mucho según las distintas regiones y los operadores del sistema de distribución. Puede haber requisitos adicionales de las autoridades municipales o de planificación.

13.4 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

República Dominicana se encuentra todavía en las primeras fases de adopción de los vehículos eléctricos y, además, no se ofrecen incentivos monetarios para las estaciones públicas de carga para vehículos eléctricos. Por lo tanto, se recomienda mantener el enfoque actual impulsado por las empresas, aunque deberían realizarse algunas mejoras para facilitar la integración de las partes interesadas. Una vez que la construcción de estaciones de carga esté más establecida o para proporcionar un mejor apoyo gubernamental, se recomienda un cambio gradual hacia un enfoque impulsado por la planificación para agilizar el proceso y animar a más personas a invertir en estaciones de carga.

A nivel de cada operador de la red, una persona de contacto dedicada a la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos debería ser claramente visible en el sitio web, con información sobre los pasos necesarios de aprobación y registro.

Será responsabilidad de la persona de contacto establecer un buen vínculo de comunicación con todas las demás instituciones pertinentes para la aprobación de las estaciones de carga. SIE puede ayudar a proporcionar directrices sobre las estructuras de comunicación como se sugiere en el documento semi-legal.

Las estaciones de carga tendrán que registrarse con SIE, que proporcionará acceso a todas las empresas de la red de distribución. Esto garantizará que la empresa de servicios públicos pueda gestionar las congestiones de la red con suficiente antelación (véase Capítulo 8 para más información).

En el caso de las estaciones de carga de menos de 3,7 kW, no debería exigirse el registro. Estos cargadores suelen ser portátiles y serían difíciles de rastrear, además de tener un impacto relativamente bajo en la red. Por encima de 3,7 kW debería exigirse el registro, aunque el operador de la red puede reservarse el derecho de posponer la conexión a la red hasta que se realicen los refuerzos necesarios, que deben llevarse a cabo de manera oportuna. Mientras tanto, el operador de la estación de carga puede construir y utilizar la estación de carga si lo desea, pero tendrá que mantener su carga sancionada a través de sistemas adecuados de gestión dinámica de la demanda (compárese con 6.8).

Por último, una vez que los mecanismos de carga inteligente estén disponibles a escala comercial, la normativa debería revisarse para que la carga inteligente sea el modo de funcionamiento estándar para los vehículos que cargan entre 3,7 y 22 kW. La carga por encima de 22 kW puede considerarse como carga rápida. El conductor del vehículo eléctrico querrá continuar el viaje lo más rápido posible. La carga inteligente tendría un fuerte impacto en el usuario y, por lo tanto, no debería ser una solución recomendada. La estabilidad de la red para las estaciones de carga rápida sólo puede lograrse a través de la expansión de la red convencional o de las baterías de reserva, además del control de la potencia reactiva en caso de problemas de voltaje.



14. PERSONAL CUALIFICADO PARA LA INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE CARGA

La instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos supone un riesgo para la salud y la seguridad debido a la exposición a componentes eléctricos energizados. Por lo tanto, es importante que sólo personas cualificadas instalen, operen y mantengan las estaciones de carga para vehículos eléctricos. La persona debe estar suficientemente capacitada para realizar estas tareas. Las estaciones de carga para vehículos eléctricos están conectadas a la red de distribución de baja tensión (excepto las estaciones de carga rápida de CC). Por lo tanto, las personas autorizadas a trabajar en instalaciones eléctricas en un nivel de voltaje similar deben ser capaces de realizar la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos.

A nivel internacional, los electricistas y contratistas eléctricos certificados están cualificados para instalar estaciones de carga de vehículos eléctricos con algunos requisitos adicionales. En Alemania [62], según la norma DIN VDE 1000-10, sólo los electricistas cualificados pueden realizar estas tareas. Las especificaciones del Reglamento 3 del DGUV, que son relevantes para el seguro de accidentes, estipulan que se debe disponer de la cualificación correspondiente para estos trabajos. Además, según el artículo 13 del Reglamento de Conexión de Baja Tensión (NAV), la empresa instaladora debe estar registrada en la lista de instaladores del operador del sistema de distribución para la instalación, ampliación, modificación y mantenimiento de determinadas partes del sistema eléctrico.

Del mismo modo, en Noruega [63] eléctricos registrados en la Dirección de Protección Civil y Emergencias (la autoridad responsable de los requisitos de seguridad) están autorizados a llevar a cabo la instalación de puntos de carga para vehículos eléctricos. En la mayoría de los demás países, como India, California y Nueva Zelanda, los contratistas eléctricos autorizados están calificados para instalar puntos de carga para vehículos eléctricos.

En Francia [64][65], se exige una cualificación especial (conocida como mención IRVE) para la instalación de infraestructuras de carga de vehículos eléctricos. Para recibir la cualificación, el técnico debe proporcionar detalles de las dos instalaciones anteriores realizadas en los últimos cuatro años, junto con un informe sobre la inspección oficial de estas instalaciones. Además, los instaladores también deben recibir formación por parte del IRVE sobre la instalación de la infraestructura de recarga. Estos programas de formación pueden ser útiles para el desarrollo de mano de obra cualificada en el país para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos y garantizar la calidad de las instalaciones.

14.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Con la regulación 49 de la SIE ya existe una directriz completa sobre la certificación de electricistas. El personal capacitado según estas directrices tendrá conocimientos suficientes para instalar también estaciones de carga. No se requiere estrictamente una formación adicional. Sin embargo, para mejorar la calidad de la instalación se podría diseñar un programa de formación especial. Después de un tiempo de transición de unos dos años, esta cualificación podría ser solicitada a todo el personal que trabaje con estaciones de carga para vehículo eléctricos.



15. VENTA DE ELECTRICIDAD A TRAVÉS DE AGENTES EXTERNOS

En República Dominicana, la actividad de venta y suministro de electricidad requiere una licencia. La licencia concedida otorga derechos exclusivos para vender y suministrar electricidad en un área específica del país. Estas áreas se conocen como “Áreas de Concesión”. El área de concesión se define como el área territorial asignada por ley o por concesión administrativa para la distribución y comercialización de electricidad. Las delimitaciones de cada área de concesión para cada Empresa Distribuidora de Electricidad (EDE) y Sistemas Aislados se muestran en el siguiente mapa de la Figura 39.



Figura 39: Áreas de concesión de las EDE: EdeSur, EdeNorte, EdeEste, y sistemas aislados, Fuente: SIE.

Con la ley actual en República Dominicana, los agentes que no tienen licencia pueden prestar un servicio de carga gratuito. Esto se aplica a los complejos comerciales y a los establecimientos comerciales que brindan la carga de vehículos eléctricos como un servicio gratuito a sus clientes. Sin embargo, la venta de electricidad para la carga de vehículos eléctricos por parte de agentes externos que no sean empresas eléctricas se consideraría un incumplimiento de las condiciones de exclusividad de las áreas de concesión. Este incumplimiento de las condiciones de exclusividad supone un obstáculo para las entidades externas que quieran invertir en infraestructuras de carga de vehículos eléctricos.

Otra opción para ofrecer un servicio de carga sin vender electricidad es recibir pagos por minutos durante el proceso de carga. Sin embargo, esto puede ser un mecanismo bastante injusto para el conductor del VE. Por ejemplo, los vehículos que no sean capaces de aceptar la máxima potencia de carga tendrán que pagar más por los mismos kWh cargados en comparación con los vehículos más sofisticados, lo que supone una carga adicional para los conductores de vehículos eléctricos que no puedan adquirir vehículos eléctricos costosos capaces de cargar a alta potencia.

En general, la venta de electricidad es una actividad autorizada en la mayoría de los países del mundo, como es el caso de República Dominicana. Las empresas eléctricas tienen el monopolio de la venta de electricidad, debido a su gran importancia para la sociedad. A menudo, la venta de electricidad equivale al suministro de electricidad. Cualquier empresa que pretenda suministrar electricidad debe cumplir con los estándares establecidos en la licencia de suministro. Esto garantiza la seguridad y la calidad del suministro, además de proteger los intereses de los consumidores. La venta comercial de electricidad a vehículos eléctricos por parte de agentes externos que no son empresas servicios públicos es un área ambigua que viola la condición general del monopolio de suministro de electricidad de las empresas eléctricas. A nivel internacional, este problema ha merecido la intervención de la mayoría de los reguladores. Los siguientes ejemplos de buenas prácticas en diferentes países (Alemania, Reino Unido, Estados Unidos, India, España) elaboran los diferentes enfoques adoptados para abordar este tema.

15.1 ALEMANIA

Alemania es uno de los países líderes en electromovilidad en Europa y el gobierno espera que alrededor de 10 millones de carros eléctricos se puedan registrar en Alemania (el 23 % del total de carros) para finales de 2030. Para alcanzar este objetivo, es necesario un despliegue masivo de infraestructuras de carga. Para promover la expansión de la infraestructura de carga, el gobierno federal alemán ha desarrollado un “Plan Maestro de Infraestructura de Carga” que fue aprobado en noviembre de 2019. Este plan maestro proporciona apoyo monetario para nuevas estaciones de carga públicas y privadas en Alemania. El establecimiento y la operación de las estaciones de carga públicas y privadas van acompañados de una serie de cuestiones legales que son relevantes para los potenciales operadores de estaciones de carga. La construcción de la estación de carga, por un lado, requiere el cumplimiento de los códigos de construcción y las leyes de tráfico, por otro lado, plantea la pregunta de cómo estas estaciones de carga deben ser clasificadas según las leyes que rigen el suministro de energía. Para nuestro informe, nos interesan los problemas legales relacionados con la legislación energética.

De acuerdo con la definición legal dada en la ordenanza alemana sobre estaciones de carga, “el operador de una estación de carga es el que ejerce una influencia decisiva en el funcionamiento de un punto de carga, teniendo en cuenta las circunstancias legales, económicas y objetivas”. Dentro del alcance de la Ley de Mercados Energéticos alemana (Energiewirtschaftsgesetz o EnWG), el problema de la definición legal se ha abordado en la enmienda de la ley § 3 n° 25 de 2016. La ley establece que el consumo de electricidad de una estación de carga es equivalente al consumo final. Esto significa que el operador de una estación de carga debe ser considerado como el consumidor final dentro del significado de EnWG. Por lo tanto, el operador también puede elegir libremente el proveedor de electricidad para la estación de carga y, en particular, al operar una estación de carga no se convierte en una empresa de suministro de energía dentro del significado de EnWG” Con esta enmienda, el regulador quería crear seguridad jurídica y de inversión para el operador de la estación de carga [66].

Para resumir el enfoque alemán, desde la perspectiva del mercado energético, los operadores de puntos de carga se consideran consumidores finales y, por tanto, pueden elegir libremente el proveedor de electricidad para la estación de carga. No se les considera una empresa de suministro de energía y no necesitan una licencia exclusiva para iniciar el negocio.

15.2 REINO UNIDO

Aunque está atrasado en la adopción de vehículos eléctricos respecto a otros países europeos, Reino Unido se está avanzando rápidamente. El gobierno británico tiene previsto poner fin a la venta de carros nuevos de gasolina y diesel a partir de 2030. La Oficina de Mercados de Gas y Electricidad (Ofgem, por sus siglas en inglés) regula el mercado de electricidad en Reino Unido. Cualquier empresa que desee suministrar electricidad en Reino Unido tiene que obtener una licencia otorgada por Ofgem para hacerlo. Hay algunas circunstancias limitadas en las que se puede suministrar electricidad sin licencia. En general, los vehículos eléctricos no entran en las reglas y obligaciones convencionales que exigen una licencia de suministro. La regla establece que “se requiere una licencia cuando se suministra electricidad a un establecimiento”. Un establecimiento se define además como una construcción o estructura en tierra. Ofgem ha considerado que, en la mayoría de las circunstancias, un vehículo eléctrico no será un establecimiento. Esto significa que, en la mayoría de los casos, la venta de electricidad al usuario final del vehículo eléctrico no se considerará suministro de electricidad [67].

Por lo tanto, según la interpretación de Ofgem, la transmisión de energía a un punto de carga (u otra infraestructura de carga) constituirá un suministro. Un punto de carga u otra infraestructura de carga fija constituirían un establecimiento y, por tanto, entraría en la definición de suministro. Según Ofgem, este marco se aplicará a los posibles escenarios de carga de vehículos eléctricos de la siguiente manera:

15.2.1 Escenario 1: Carga de vehículos eléctricos en casa

Según Ofgem, la venta de electricidad a los hogares o a las empresas es sin duda un suministro de electricidad. Pero depende del cliente el uso que haga de esa electricidad. El cliente puede utilizar esa electricidad para hervir una tetera, ver la televisión, cargar un teléfono móvil o cargar un vehículo eléctrico. Al menos en el caso de que la carga del vehículo eléctrico se realice en la propiedad del usuario del VE, también incluye a una empresa o a una autoridad local que cargue su propia flota en la propiedad del trabajo. En Reino Unido, existen diferentes ofertas en el mercado que se dirigen específicamente a los usuarios de vehículos eléctricos, como las tarifas específicas para vehículos eléctricos que proporcionan electricidad económica durante la noche. En el futuro, más de un proveedor en Reino Unido

podría ofrecer suministro de electricidad a un único punto de medición. Esto podría dar lugar a más ofertas específicas para vehículos eléctricos, como la carga inteligente.

15.2.2 Escenario 2: Carga en la vía pública

Cargar un vehículo eléctrico en un punto de carga público en la vía pública entra en este escenario. Puede tratarse de un punto de carga específico o utilizar la infraestructura existente en la vía pública, como el alumbrado público. Es probable que este tipo de carga sea especialmente común en las zonas urbanas donde los propietarios de vehículos eléctricos carecen de espacios de estacionamiento privados. Según la interpretación de Ofgem, los operadores de puntos de carga que vendan electricidad directamente a los usuarios de vehículos eléctricos no necesitarán normalmente una licencia de suministro. Esto se debe a que esta actividad no suele ser de suministro. Sin embargo, la actividad de hacer llegar la electricidad hasta el punto de carga debería calificarse como suministro. Ya existen diferentes modelos de facturación para el uso de estos puntos de carga, como los modelos de suscripción o de pago por uso. Las reglas de “suministro” serán relevantes para el suministro de electricidad al punto de carga, sin embargo, cuando se venda electricidad a los usuarios de vehículos eléctricos, estos puntos de carga no estarán sujetos a las reglas de suministro, sino a reglas más amplias de protección al consumidor.

15.2.3 Escenario 3: Carga en destino

La carga en destino consiste en cargar en un lugar donde se puede dejar un vehículo eléctrico durante un periodo de tiempo, como el estacionamiento de un supermercado o, potencialmente, un lugar de trabajo. En este caso puede haber varios modelos de negocio, como que el destino ofrezca carga gratuita o que alquile su estacionamiento a un tercero que luego venda la electricidad al usuario final del vehículo eléctrico. Las reglas que se aplican en este caso son similares a las de la carga en la vía pública: la venta de electricidad al usuario final del vehículo eléctrico no suele ser un suministro de electricidad según regulaciones de Ofgem. La venta de electricidad al destino sería un suministro (probablemente a un local no doméstico). Un ejemplo podría ser que el destino, como un supermercado, se abastezca de electricidad y luego la venda a un operador de puntos de carga en el lugar, quien luego vende la energía al usuario del VE. Aunque la venta de energía al usuario del VE no es un suministro, la transacción entre el supermercado y el operador del punto de carga sí lo sería. Esta transacción puede estar cubierta por una exención que implica la reventa, por lo que no requeriría una licencia de suministro. Aunque las normas que rigen la exención de la licencia de suministro en Reino Unido son complejas y específicas para cada caso, en este caso, compran electricidad a un proveedor con licencia y luego la revenden desde sus instalaciones, esto podría considerarse “reventa”, como se muestra en la Figura 40 a continuación.

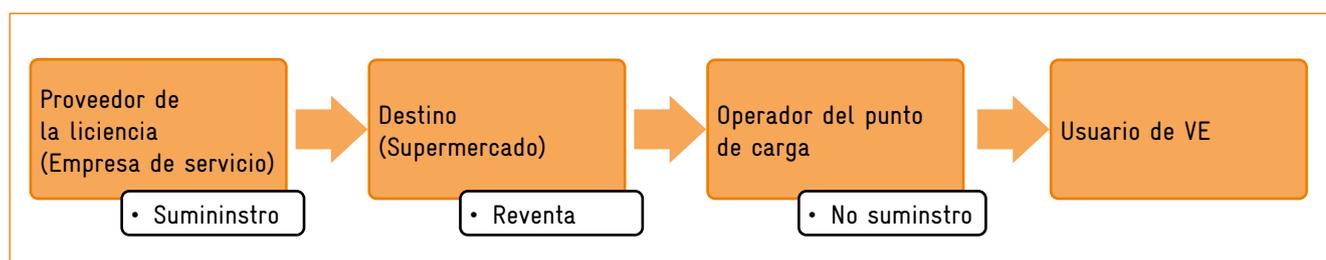


Figura 40: Escenario de carga en destino, enfoque de Reino Unido

En este caso se aplican las reglas del “precio máximo de reventa” (PMR). Esto significa que no se puede cobrar más de lo que se paga por la electricidad revendida. Esto es para proteger a los consumidores en los casos en que no tienen más remedio que recibir el suministro de esta manera. Sin embargo, las reglas de PMR no se aplican cuando se revende a un cliente no doméstico, que es el caso que nos ocupa.

15.2.4 Escenario 4: Carga en ruta

Este modelo es el más parecido al modelo actual de reabastecimiento de combustible de carros en una estación de servicio. El punto de carga del VE podría estar situado en una estación de servicio o en una estación de carga dedicada al VE. Como en los escenarios anteriores, un VE no se consideraría un establecimiento y, por tanto, la venta de electricidad al usuario del VE no sería normalmente un suministro. Pero, al igual que en los escenarios 2 y 3, el propio punto de carga se considera un establecimiento. Algunos de estos sitios pueden tener acuerdos de propiedad y alquiler complejos, en los que participan múltiples partes interesadas, como el operador del punto de carga, el propietario de la estación de servicio y el proveedor de servicios de electromovilidad. Dependiendo de la configuración de los sitios, puede haber varias relaciones de suministro entre las partes. Dependiendo de los acuerdos entre las partes implicadas, este escenario puede estar exento de una licencia de suministro similar a la del escenario 3 y considerarse como reventa. Sin embargo, puede variar en función de cada caso y en algunos casos podría ser necesaria una licencia de suministro. Es responsabilidad del operador del punto de carga comprobar qué condiciones se aplican en su caso.

15.2.5 Resumen

Para resumir el enfoque seguido en Reino Unido, un VE en sí mismo no es un establecimiento y, por tanto, la venta de electricidad al VE no debe considerarse como suministro. Para los escenarios comerciales que implican la carga en destino y en ruta, el suministro de electricidad puede entrar en las condiciones de reventa.

15.3 ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos, estados como California, Colorado y Nueva York están liderando el camino en la adopción de vehículos eléctricos, y otros estados se están poniendo al día poco a poco. Siendo la economía más grande del mundo, Estados Unidos es también uno de los países a la vanguardia de la innovación en materia de vehículos eléctricos. Existen varios modelos de negocio y mecanismos de fijación de precios relacionados con la carga de vehículos eléctricos. La energía es uno de los temas que se regulan a nivel estatal y, por tanto, existen muchas regulaciones diferentes. El tema de permitir a los operadores de puntos de carga cobrar por kWh a los conductores de vehículos eléctricos se ha tratado de forma diferente en distintas partes de EE.UU.

La Tabla 8 provee una visión general de algunos de los principales estados de EE.UU. (en los que existen regulaciones al respecto) y su enfoque sobre el tema del suministro de electricidad a los vehículos eléctricos [68].

Tabla 8: Enfoque de EE.UU. para la comercialización del suministro de electricidad para la carga de vehículos eléctricos.

Estado	Referencia	Resumen del enfoque
California	AB 631 Código PU §216 (i)	California modificó la sección 216 del Código de Servicios Públicos y convirtió en ley la decisión 09-08-009 de la Comisión de Servicios Públicos que exime a las estaciones de carga para vehículos eléctricos o a los operadores de la regulación como servicio público.
Colorado	HB 5510 (2016) La sección 16-1 de la ley de 2016 suplemento a los estatutos generales	Las personas que venden electricidad al público para su uso como combustible en vehículos de combustible alternativo no están sujetas a la regulación como servicio público y no están sujetas a la jurisdicción, control y regulación de la Comisión o de cualquier otro organismo público de regulación.
Florida	Fl. Rev. Stat. §27-366.94	El capítulo 27-366.94, aprobado por ley en 2012, se modifica para especificar que la prestación de servicios de carga de vehículos eléctricos al público por parte de una empresa que no sea de servicios públicos no se considera una venta al por menor de electricidad. Además, las tarifas, las condiciones y los servicios de carga de vehículos eléctricos no están sujetos a la regulación de la Comisión de Servicios Públicos de Florida.
Illinois	220 ILCS 5/3-105 cha 1112/3 par 3-104 promulgada 1-24-12	Ley de Servicios Públicos modificada. Establece que una empresa que posee o explota una instalación que suministra o vende electricidad al público con el fin de cargar vehículos eléctricos no es ni se considerará un servicio público.
Iowa [69]	Expediente n° RMU 2020-0027 Junta de Servicios Públicos de Iowa	Se ha aprobado una sentencia que establece que “el servicio de carga de vehículos eléctricos no convierte a una empresa en un servicio público. Los vendedores de servicios de recarga pueden estructurar las tarifas como deseen y, en la mayoría de los casos, incluso vender la energía que han generado in situ, como por ejemplo con paneles solares”.
Michigan	Caso No. U-17990 Orden final de la PSC Sólo se aplica al territorio de servicio de Consumer Energy	En la orden, la Comisión observó que “la propuesta parece no ser controversial, y la Comisión está de acuerdo con el personal en que la venta de electricidad por parte de los propietarios de las estaciones de carga no debe ser tratada como una reventa de electricidad en virtud de la tarifa, o como una venta por parte de los servicios públicos regulados. Se trata de un cambio necesario en la redacción de la tarifa que la Comisión aprueba”.
Nueva York	Caso 13-E-0199 PSC DE NUEVA YORK Resolución declarativa de competencia	El fallo declaratorio de la Comisión de Servicios Públicos del Estado de Nueva York determina que la comisión no tiene jurisdicción sobre (1) estaciones de carga; (2) propietarios u operadores de estaciones de carga, o (3) la transacción entre dichos propietarios u operadores y los miembros del público.
Oregón	O. Estadísticas. §757.005(1)(b)(6)	La definición legal de “servicio público” no incluye a ninguna corporación, empresa, sociedad, individuo o asociación de individuos que suministre electricidad para su uso en vehículos de motor, siempre que la entidad no sea de otra manera un servicio público.

Estado	Referencia	Resumen del enfoque
Pennsylvania	Política final Orden de declaración, M-2017-2604382	52 Pa. Code § 69.3501 (Sección 1313 del Código de Servicios Públicos) (a) El artículo 1313 del Código de Servicios Públicos, 66 Pa. C.S. § 1313 (relativo al precio en la reventa de servicios de utilidad pública), aplica restricciones a la reventa de servicios de utilidad pública a clientes residenciales. (b) La política de la Comisión será que una persona, corporación u otra entidad, que no sea una empresa de servicios públicos, una corporación cooperativa eléctrica, una autoridad municipal o una corporación municipal, que posea y opere una instalación de carga de vehículos eléctricos que esté abierta al público con el único propósito de recargar la batería de un vehículo eléctrico no debe ser interpretada como una venta a un consumidor residencial y, por lo tanto, no debe estar sujeta a los requisitos de precios de 66 Pa. C.S. § 1313 (relacionados con el precio en la reventa de servicios de utilidad pública).
Texas (Austin Energy Sólo para el territorio)	Sección del código de la ciudad § 15-9-121	Esta medida modifica el artículo 15-9-121 del Código Municipal para permitir que terceros instalen, posean y operen estaciones de carga para vehículos eléctricos a cambio de una compensación. En concreto, este cambio modifica el Código para establecer que las restricciones a la remediación y reventa de energía no se aplican a la prestación del servicio de carga de vehículos eléctricos al por menor en el punto de remediación o reventa.
Washington	SHB 1571, Capítulo 28 Leyes 2011 Código Rev. de Wash. 80.28.320	La legislación de 2011 estableció que la Comisión de Servicios Públicos y Transporte de Washington no regulará las tarifas, los servicios, las instalaciones y las prácticas de una entidad que ofrezca instalaciones de carga de baterías al público para su alquiler si (1) esa entidad no está sujeta a la jurisdicción de la comisión como empresa eléctrica; (2) dicha entidad está sujeta a la jurisdicción de la comisión como empresa eléctrica, pero sus instalaciones y servicios de carga de baterías no están subsidiados por ningún servicio regulado. Una compañía eléctrica puede ofrecer instalaciones de carga de baterías como un servicio regulado, sujeto a la aprobación de la comisión.

Aunque el enfoque exacto difiere en cada estado de EE.UU., el resumen común del enfoque se puede hacer como sigue: “las entidades que se dedican a la venta de electricidad para cargar vehículos eléctricos no se consideran empresas de servicios públicos y, por lo tanto, se consideran efectivamente exentas de la licencia requerida para suministrar electricidad. Tampoco están reguladas por los organismos reguladores en lo que respecta a la tarificación de sus servicios. En algunos estados, estas entidades están bajo la jurisdicción de los organismos reguladores si son empresas de servicios eléctricos que venden directamente electricidad para la carga de vehículos eléctricos.

15.4 INDIA

India se encuentra en la fase inicial de adopción de vehículos eléctricos. Con su gran mercado de automóviles y la creciente demanda de vehículos eléctricos, no debe ser descuidada. La política de carga de vehículos eléctricos de India está evolucionando y se ha modificado en numerosas ocasiones. El sector de distribución de electricidad en India está regulado y la venta de electricidad es una actividad autorizada en India, similar a la de República Dominicana. En lo que respecta al suministro comercial de electricidad a través de estaciones de carga para

vehículos eléctricos, India ha adoptado un enfoque que define la carga de vehículos eléctricos como un servicio y no como venta de electricidad [70]. Este enfoque se ha adoptado para incentivar la inversión privada, ya que el funcionamiento de una estación de carga no requiere una licencia [71].

Cualquier persona o entidad es libre de instalar una estación de carga pública siempre que dicha estación cumpla con los estándares técnicos y de rendimiento establecidos por las autoridades reguladoras y estatales. El reglamento establece que cualquier persona que desee instalar una estación de carga para uso comercial puede solicitar la conexión y el licenciatario de distribución le proporcionará la conectividad de forma prioritaria para suministrar energía en el área. Cualquier estación de carga o cadena de estaciones de recarga también puede obtener electricidad de cualquier empresa de generación a través del acceso abierto (directamente de la empresa de generación mediante la provisión de cargos por el uso de la infraestructura de transmisión y distribución).

Aunque no se requiere ninguna licencia para instalar una estación de carga para vehículos eléctricos, el gobierno de India ha limitado el “costo unitario” de la electricidad que se utilizará para cargar un vehículo eléctrico en una estación de la recarga pública, así como las tarifas de servicio que pueden cobrarse. La tarifa de la electricidad suministrada a la estación de carga pública no podrá superar el 15 % del costo promedio del suministro eléctrico del Estado [72]. El límite de precio se ha aplicado para animar a un número cada vez mayor de personas a utilizar vehículos eléctricos para el transporte. El mercado indio de vehículos eléctricos aún no está totalmente liberalizado, pero se espera que se abra más a medida que aumente la demanda de vehículos eléctricos.

15.5 ESPAÑA

Hasta ahora, España ha experimentado un bajo crecimiento en la adopción de vehículos eléctricos en comparación con otros países europeos. El gobierno español se ha fijado el objetivo de prohibir la venta de coches convencionales para 2040 [73]. Hasta octubre de 2018, España tenía una regulación que exigía un “Gestor de Carga” en caso de reventa de energía [74]. El “Gestor de Carga” era un agente del mercado eléctrico al que el cliente autorizaba a revender la electricidad. Los gestores de carga estaban autorizados a revender electricidad para servicios de carga, así como a almacenar electricidad para una mejor gestión del sistema eléctrico. La empresa debía tener esta actividad incluida en su objeto social. Debía ser una empresa comercial, con libertad de elección de ubicaciones para sus puntos de carga y libertad de precios para los servicios de carga que prestaba. Se exigía que el titular del contrato de suministro fuera el propio gestor de cargas. El gestor de cargas no era necesario en el caso de que la carga de vehículos eléctricos se prestara como un servicio complementario, por ejemplo, en un restaurante y los servicios de carga de vehículos eléctricos pudieran prestarse de forma gratuita. En resumen, se necesitaba una licencia para revender electricidad en las estaciones de carga y no existía la posibilidad de que dos partes interesadas diferentes operen la misma estación de carga.

Se consideró que esta medida era demasiado rígida y desalentadora para los nuevos inversores y empresas y que dificultaba el despliegue de nuevos cargadores públicos, lo que a su vez desalentaba a la gente a comprar vehículos eléctricos [75][76]. Se consideró necesario cambiar el enfoque y facilitar el proceso para que las empresas instalen una estación de carga pública. De ahí que, a partir de octubre de 2018, se hayan eliminado estos requisitos de “gestor de carga”. Ahora cualquier consumidor puede revender electricidad para la carga de vehículos eléctricos sin necesidad de una licencia siempre que cumpla con los requisitos de seguridad industrial aplicables. Este cambio ha liberalizado el mercado al eliminar el requisito de la licencia y ha facilitado que supermercados, centros comerciales y restaurantes instalen sus propias estaciones de carga comerciales y vendan electricidad a los clientes. Esto también facilita la agregación de la demanda y da un impulso a la interoperabilidad de carga, ya que varios actores entrarán en el mercado, lo que hace necesario contar con estándares técnicos uniformes.

Además, la ley también exige que la información relacionada con la recarga sea de libre acceso por medios electrónicos para todos los ciudadanos y se integrará en el futuro en una base de datos única, armonizando la información con la del resto de los países de la Unión Europea. De este modo, se creará una gran base de datos con información sobre la ubicación y las características de los puntos de carga públicos [75].

15.6 NUEVOS MODELOS DE AGENTES PARA LA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Dentro del área de concesión, la empresa de servicios públicos asume la responsabilidad de proveedor de energía para la estación de carga. Para permitir la participación del sector privado, pueden establecerse las siguientes opciones, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Posibles modelos de participación del sector privado

Opciones de participación del sector privado	Suministro de electricidad		Conexión eléctrica	Propietario de la estación de carga	Instalación de la estación de carga	Gestión de la estación de carga
Pertenece y es operada por la empresa de servicio	[Color naranja claro]		[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]
Empresa de servicio con concesionario privado	[Color naranja claro]		[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]
Propiedad y gestión privada	[Color naranja claro]		[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]
Privado con incentivos gubernamentales	[Color naranja claro]		[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	Incentivos gubernamentales	[Color naranja claro]
De la línea al medidor	[Color naranja claro]		[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]
Acceso abierto	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]	[Color naranja claro]

Empresa de servicio público



Sector privado



Estas opciones se describen detalladamente a continuación¹.

¹ El aspecto de la propiedad y el arrendamiento de los terrenos no se tiene en cuenta para las diferentes opciones de modelos de negocio.

15.6.1 Estación de carga que pertenece a la empresa de servicio y es operada por la misma

En esta opción, la empresa de servicios públicos instala, posee y opera todos los componentes de la estación de carga. La participación del sector privado se limita a la provisión de terrenos. La empresa de servicios públicos tiene la ventaja natural de tener el monopolio del suministro y la propiedad de la red, lo que es beneficioso para identificar las mejores ubicaciones posibles desde el punto de vista de la capacidad de la red. Este modelo también funcionará dentro de los límites de las leyes vigentes. Sin embargo, como ya se ha dicho, esta opción sólo permitiría al sector privado ofrecer tarifas basadas en el tiempo.

15.6.2 Empresa de Servicio con concesionario privado

En esta opción, la empresa de servicios públicos instala y es propietaria de todos los componentes del sistema de suministro y de la estación de carga. Una empresa privada gestiona la estación de carga a través del contrato con la compañía eléctrica. Por lo tanto, la empresa de servicios públicos es responsable del suministro de electricidad que satisface el requisito de exclusividad de la zona de concesión. Los actores privados obtienen ingresos a través de una comisión basada en la cantidad de energía vendida en la estación de carga o a través de una cuota mensual fijada que les paga la empresa de servicios públicos. Este modelo de negocio sigue limitando la participación de los agentes privados, ya que sólo ofrece oportunidades en una parte del negocio de la carga de vehículos eléctricos.

15.6.3 Propiedad y gestión privada

En esta opción, la compañía eléctrica es la principal responsable del suministro de electricidad a la estación de carga. Se encarga de la conexión eléctrica, es decir, de la instalación de la infraestructura hasta el tablero eléctrico de la estación de carga. Los actores privados instalan, les pertenece y gestionan la estación de carga. El sector privado puede asumir todo el papel en este modelo de negocio. Pero como los actores privados revenderán la electricidad, en el caso de República Dominicana lo más probable es que sea necesario cambiar la ley actual y redefinir los agentes autorizados para la operación comercial de la estación de carga. Este modelo ayudará a atraer la inversión privada y beneficiará a los clientes al garantizar la disponibilidad de opciones competitivas.

15.6.4 Privado con incentivo gubernamental

En esta opción, la compañía eléctrica se encarga de proporcionar la conexión y el suministro de electricidad. El sector privado instala, posee y gestiona la infraestructura de la estación de carga. El gobierno proporciona un incentivo al sector privado (por ejemplo, un subsidio) para la instalación de la estación de carga. En el caso de República Dominicana, esta opción requerirá un cambio en la legislación, así como una mayor participación del gobierno e intervenciones políticas. En la mayoría de los países del mundo, los gobiernos han preferido esta opción en la fase inicial de adopción del VE. Algunos gobiernos también ofrecen incentivos a las empresas de servicios públicos para que instalen estaciones de carga (sobre todo en el caso de las empresas estatales). En algunos casos, las propias empresas de servicios públicos ofrecen incentivos en forma de tarifas especiales, exención de los costos de conexión eléctrica y apoyo de capital al sector privado para que invierta en estaciones de carga para vehículos eléctricos.

15.6.5 De la línea al medidor

En esta opción, el sector privado es responsable de la conexión a la red y le pertenece, instala y gestiona la estación de carga para VE. El sector privado instala la infraestructura desde la estación de carga hasta la línea de distribución de la compañía eléctrica más cercana. La compañía eléctrica sólo es responsable del suministro de electricidad a la estación de carga que se encuentra dentro de su área de concesión. Esta opción se aplica en países con una importante adopción de vehículos eléctricos y en los que el sector privado considera rentable la instalación de una estación de carga pública. El sector privado asume el costo de la conexión a la red, ya que espera beneficiarse del aumento del tráfico de vehículos eléctricos y de los ingresos de la estación de carga en esta ubicación en particular. Esta opción también requeriría un cambio en la legislación actual de República Dominicana.

15.6.6 Acceso abierto

Aparte de las opciones mencionadas anteriormente, en las que la empresa de servicios públicos se encarga de suministrar electricidad a la estación de carga, puede haber otra opción en la que los agentes privados no compran electricidad a la empresa de servicios públicos.

- O bien generan y almacenan su propia electricidad in situ utilizando recursos renovables y almacenamiento de energía, o bien asumen la plena responsabilidad de sus propias necesidades de suministro.
- Adquirir la electricidad de una empresa de servicios públicos en otra zona de concesión y pagar las tarifas de transporte a las empresas de servicios públicos por la infraestructura utilizada para transportar la electricidad.
- Compran la electricidad directamente a los generadores, pueden estar en un mercado abierto y pagan a las empresas de servicios públicos por la infraestructura utilizada para transportar la electricidad.

En el caso de República Dominicana, la opción de acceso abierto puede requerir cambios importantes en la legislación, pero presentará oportunidades competitivas para la adquisición de electricidad.

Aparte de la opción mencionada, también son posibles otras opciones mediante la combinación de los sectores público y privado que asumen diferentes responsabilidades. En la misma región, puede existir más de una opción simultáneamente en función de las diferentes necesidades de los consumidores. Basándose en la revisión de las mejores prácticas internacionales, los gobiernos pueden regular inicialmente el mercado y ofrecer incentivos para el crecimiento de la infraestructura de carga.

15.6.7 Resumen

La participación del sector privado depende sobre todo de la rentabilidad esperada en relación con los riesgos asociados. Aunque en general un sistema que deje más decisiones al sector privado puede aumentar la construcción de estaciones de carga, un sistema más supervisado podría seguir siendo beneficioso, ya que puede proporcionar una mejor planificación con un riesgo reducido.

El impacto del modelo de participación elegido en la rentabilidad es bastante limitado. El impacto más relevante proviene del número de vehículos eléctricos dentro del país o de la zona en la que se encuentra la estación de carga. Un número elevado de vehículos eléctricos dará lugar a más sesiones de carga y, por tanto, a más ingresos. La construcción y el funcionamiento de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es un esfuerzo bastante costoso. En la mayoría de los países, la infraestructura de carga de vehículos eléctricos no es rentable sin apoyo gubernamental. Es muy probable que éste sea también el caso de la infraestructura de carga pública construida en República Dominicana hasta la fecha. Lo más probable es que “evergo” se construyera por diferentes razones, como el establecimiento como primer actor del mercado, la conciencia ecológica u otros factores, aunque no entra en el ámbito de este informe evaluar el modelo de negocio de “evergo”.

15.7 FACTURACIÓN DE LA ENERGÍA CARGADA

Actualmente, en la República Dominicana, sin tener una concesión, la sesión de carga de vehículos eléctricos puede facturarse, en el mejor de los casos, en función de la duración del vehículo estacionado en la estación de carga. Esto puede ser muy injusto para los propietarios de vehículos eléctricos económicos, que no son capaces de cargarse a la máxima potencia de carga disponible, pagando así más por kWh recibido. Además, esto ha dado lugar a quejas, ya que en caso de fallo en la carga, el conductor del vehículo eléctrico tenía que pagar la sesión de carga a pesar de no poder cargar.

Por ello, en la mayoría de los países con una elevada adopción de vehículos eléctricos se ha pasado a una facturación basada en la potencia o la energía. Alemania llegó a prohibir las tarifas basadas en la duración del tiempo tras un periodo de transición de algunos años, aunque se siguen permitiendo los pagos por bloquear la estación de carga después de que el vehículo esté completamente cargado.

Para garantizar una facturación correcta, es necesario un medidor calibrado en la estación de carga. Alemania tiene uno de los requisitos más estrictos (llamado “Eichrecht”), que establece que la cantidad de energía cargada debe ser transparente para todas las partes involucradas, que requieran esta información. Además, se establecen requisitos estrictos contra la manipulación de datos para garantizar la confidencialidad.

Mientras que la medición para sesiones de carga de CA es una tecnología bien establecida, es más difícil para la medición de CC. La mayoría de los países permiten facturar en una estación de carga de CC en función del consumo de potencia CA. De este valor se restan las pérdidas de conversión de CC sobre la base de un porcentaje predefinido proporcionado por el fabricante de la estación de carga. En Alemania, después de un periodo de gracia, la facturación de CC debe realizarse sobre la base a medidores de CC calibrados para garantizar que el cliente sólo pague por la energía o la potencia suministrada.

15.8 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Según las leyes vigentes en República Dominicana, los agentes situados fuera de las zonas de concesión no están autorizados a suministrar electricidad. El enfoque internacional para abordar este tema es redefinir la definición de agentes autorizados a comercializar la carga de vehículos eléctricos. Basándose en las mejores prácticas internacionales, en esta sección se analizan varias opciones para que los agentes externos puedan vender electricidad dentro del área de concesión.

República Dominicana se encuentra en una fase temprana de adopción de VE y es crucial invertir en infraestructura de carga para acelerar su adopción. Para atraer la inversión pública y privada para el despliegue de estaciones de carga para vehículos eléctricos, es necesario ajustar la normativa vigente y la definición de los agentes autorizados a comercializar estaciones de carga para vehículos eléctricos. Sobre la base de las mejores prácticas y experiencias internacionales discutidas en el capítulo anterior, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para que República Dominicana permita la venta de electricidad por agentes externos dentro de las áreas de concesión para la carga exclusiva de vehículos eléctricos:

- En todos los ejemplos internacionales citados anteriormente, se ha observado que los agentes externos que venden electricidad para la carga de vehículos eléctricos no deben ser considerados como una empresa de suministro de electricidad, y deben estar libres de todos los requisitos reglamentarios aplicables a las empresas de suministro de electricidad.
- Durante el periodo inicial, el precio de la electricidad para la carga de vehículos eléctricos debería estar regulado para

animar a un número cada vez mayor de personas a empezar a utilizar vehículos eléctricos. Esto también proporcionará un entorno de inversión estable al evitar la volatilidad de los precios. El operador de la estación de carga debería poder decidir las tarifas de servicio aplicadas en función de la ubicación, el tipo de cargadores, etc, aunque en el informe adjunto de GME se da más información al respecto. Las tarifas de servicio no reguladas suelen garantizar modelos de negocio competitivos e incentivará la inversión privada. El precio de la electricidad puede desregularse una vez que se haya logrado el crecimiento de la adopción de vehículos eléctricos.

- La carga comercial de vehículos eléctricos debe considerarse un servicio y no la venta de electricidad. Así, la prestación de servicios de carga no se aplicaría como incumplimiento de las condiciones de exclusividad de las áreas de concesión.
- El negocio de la carga de vehículos eléctricos debería requerir licencia. Cualquier persona o entidad debería ser libre de instalar una estación comercial de carga de vehículos eléctricos, siempre que dicha estación cumpla con los estándares técnicos y de rendimiento establecidas por las autoridades reguladoras y estatales.
- El consumo de electricidad de una estación de carga debe considerarse como consumo final. Esto significa que el operador de una estación de carga debe ser considerado como el consumidor final.
- Cualquier persona que desee instalar una estación de carga para uso comercial puede solicitar la conexión y se le proporcionará la conectividad de forma prioritaria por parte de la empresa de servicio que mantiene la concesión del suministro eléctrico en la zona, en función de la evaluación técnica de la capacidad de la red disponible.
- Las estaciones de carga deben ser capaces de suministrar electricidad generada in situ a sus propias estaciones de carga para vehículos eléctricos sin ser consideradas una empresa de servicios públicos. Deben aplicarse las mismas normas que para el autoconsumo para cargas regulares. Será necesaria la adaptación a los reglamentos existentes. La electricidad puede ser generada por paneles solares u otros recursos renovables y temporalmente ser almacenada en baterías estacionarias.

- Sólo los dispositivos de medición calibrados deben ser permitidos para la facturación de las sesiones de carga basadas en el consumo de energía y/o potencia. El SIE y las empresas eléctricas de República Dominicana deberían tener derecho a comprobar la calibración de forma periódica. La medición de CA es suficiente en caso de que las pérdidas de conversión de CC se deduzcan para las estaciones de carga de CC.
- Después de un periodo de gracia de 3 años, deberían prohibirse las tarifas basadas únicamente en la duración del proceso de carga. Lo más probable es que haya que actualizar los equipos existentes.



16. REGISTRO DE LA ESTACIÓN DE CARGA

Las estaciones de carga representan una carga importante en las redes eléctricas. Por lo tanto, el operador de la red debe conocer su ubicación. Casi todos los países con altos porcentajes de electromovilidad exigen el registro de todas las estaciones de carga instaladas de forma permanente con su respectivo operador de red. Este requisito se mantiene independientemente del nivel de voltaje conectado o del nivel de potencia de la estación de carga.

Desgraciadamente, muchas estaciones de carga residenciales son instaladas sin un electricista certificado por el propio dueño de la vivienda, que en consecuencia no se molesta en registrar la estación de carga. En Alemania, muchos operadores del sistema de distribución pagaron 50 euros (~60 dólares estadounidenses)

por el registro de las estaciones de carga, con un éxito limitado. Desde el año pasado, esto se ha resuelto en su mayor parte, ya que el gobierno alemán ofrece un incentivo de 900 euros (~1000 dólares) en caso de que la estación de carga esté "preparada para la red inteligente", sea instalada por un electricista certificado y haya sido registrada. Otra opción podría ser establecer sanciones. Por ejemplo, reservando el derecho a retirar o inutilizar las estaciones de carga no registradas por parte del operador de la red en caso de detectarlas. La detección puede hacerse mediante el seguimiento de la variación anual de la factura eléctrica. En caso de que se consuman más de 1.500 kWh adicionales, se ha instalado una unidad de gran consumo, que puede ser un vehículo eléctrico o un sistema de aire acondicionado.

Una tercera opción es ofrecer tarifas económicas de carga de vehículos eléctricos, a las que sólo se puede acceder mediante un medidor separado y el posterior registro de la estación de carga.

En el caso de las estaciones de carga públicas, un registro no sólo es necesario para monitorear la capacidad de la red eléctrica, sino también para proporcionar una visión general de las estaciones de carga públicas disponibles en todo el país. Ayudará a los conductores de vehículos eléctricos a encontrar la ubicación de la estación de carga y es una práctica común en la mayoría de los países internacionales con altas tasas de adopción de vehículos eléctricos.

En el caso de las estaciones de carga privadas, basta con la capacidad de carga y la ubicación (dirección). En el caso de las estaciones de carga públicas, también se debe indicar el número de tomas de carga, los tipos de tomas de carga, la ubicación GPS y el nombre del operador de la estación de carga.

16.1 CONSIDERACIÓN PARA REPÚBLICA DOMINICANA

República Dominicana debería seguir las mejores prácticas internacionales descritas anteriormente. El registro debe hacerse con el operador de red local, basándose en una plantilla de datos proporcionada por el SIE (comparar con el documento semi-legal). En el caso de las estaciones de carga públicas, será responsabilidad de las empresas de la red informar al SIE de las nuevas instalaciones y del desmantelamiento. El SIE, a su vez, mantendrá la base de datos nacional de estaciones de carga públicas.

Actualmente, sólo debe solicitarse información estática. En el futuro, el requisito podría ampliarse para incluir información dinámica, como la disponibilidad y el costo de carga actual. Sin embargo, existe la posibilidad de que esta información sea proporcionada en el futuro por los participantes de la industria con el fin de mejorar su negocio: por ejemplo, mediante la integración de la información dinámica en los sistemas de navegación, los clientes potenciales se guiarán a las estaciones de carga, que ofrecen condiciones atractivas.



17. REFERENCIAS

- [1] F. Anaya, “Plan Estratégico Nacional de Movilidad Eléctrica, República Dominicana,” 2020.
- [2] “Startup’s Swappable Tech Can Turn India’s Buses & Autos 100% Electric.” <https://www.thebetterindia.com/203278/sun-mobility-piaggio-ashok-leyaland-electric-vehicle-battery-technology-india/> (accessed Oct. 19, 2020).
- [3] “Daimler Electric Trucks & Buses Covered Over 7 Million Km In Customer Hands.” <https://insideevs.com/news/443378/daimler-trucks-buses-evs-driven-7-million-km/> (accessed Oct. 19, 2020).
- [4] “Semi | Tesla.” <https://www.tesla.com/semi> (accessed Oct. 19, 2020).
- [5] “Leading the Charge in eMobility,” 2020.
- [6] “NCM 90: successor of NCM 811 battery cells - PushEVs.” <https://pushevs.com/2019/07/11/ncm-90-successor-of-ncm-811-battery-cells/> (accessed Oct. 19, 2020).
- [7] “The comeback of LFP batteries - PushEVs.” <https://pushevs.com/2019/08/16/the-comeback-of-lfp-batteries/> (accessed Oct. 19, 2020).

- [8] “2015-12-23_Typ-2-Ladestecker.jpg (2000×1474).” https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/2015-12-23_Typ-2-Ladestecker.jpg (accessed Oct. 20, 2020).
- [9] “EVSIm: Tester für Ladestationen.” <https://evsim.gonium.net/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [10] “Home – V2G Clarity.” <https://v2g-clarity.com/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [11] “IEC 60309 – Wikipedia.” https://de.wikipedia.org/wiki/IEC_60309#/media/Datei:16A-plug.jpg (accessed Oct. 20, 2020).
- [12] “2015-12-23_CCS-Stecker_50_kW.jpg (1829×1630).” https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/2015-12-23_CCS-Stecker_50_kW.jpg (accessed Oct. 20, 2020).
- [13] “ChaoJi: next-gen ultra-high-power protocol progress update – Chademo Association.” <https://www.chademo.com/chaoji-progress-announcement/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [14] N. Feng and 今津 知也 日本CHAdEMO协会技术委员会主席 东京电力研究院副总经理, “ChaoJi 面向未来的新一代充电方案 A Unified Future-Oriented Charging Programme 倪峰 能源行业电动汽车充电设施标委会 副秘书长 南瑞集团国际部 副主任.”
- [15] “CHAdEMO technical WG meeting.” <https://www.chademo.com/wp2016/wp-content/uploads/2017/10/20171011-TechWG-Stuttgart.pdf> (accessed Oct. 20, 2020).
- [16] “File:CHAdEMO connector-side oblique-alpha_PNr°0522b.png – Wikimedia Commons.” https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CHAdEMO_connector-side_oblique-alpha_PNr°0522b.png?uselang=de (accessed Oct. 20, 2020).
- [17] “Charging communication in Chinese,” CAN Newsl., no. 4, pp. 12–17, 2019.
- [18] “Bharat DC001 15kW EV Charger Manufacturers,Bharat DC001 15kW EV Charger.” https://www.sicon-emi.com/bharat-dc001-15kw-ev-charger_p176.html (accessed Oct. 20, 2020).
- [19] “The Future of Bharat Charging Standard DC-001 • EVreporter.” <https://evreporter.com/future-of-bharat-charging-standard-dc-001/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [20] “OPPCharge Common Interface for Automated Charging of Hybrid Electric and Electric Commercial Vehicles 2 nd Edition,” 2019.
- [21] “J3105: Electric Vehicle Power Transfer System Using Conductive Automated Connection Devices - SAE International.” https://www.sae.org/standards/content/j3105_202001/ (accessed Oct. 20, 2020).
- [22] “Charging of Electric Buses ACEA Recommendations,” 2017.
- [23] “File:Volvo7900e-OppChargeTrial-KentFastrack-P1440747.jpg - Wikimedia Commons.” <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volvo7900e-OppChargeTrial-KentFastrack-P1440747.jpg> (accessed Oct. 20, 2020).
- [24] “ElectReon Wireless progresses dynamic charging in Israel - electrive.com.” <https://www.electrive.com/2019/09/23/electreon-enables-renault-zoe-to-charge-inductively-while-driving/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [25] “China publishes wireless charging standard GB/T 38775 - electrive.com.” <https://www.electrive.com/2020/05/08/china-publishes-wireless-charging-standard-gb-t-38775/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [26] “Wireless charging platform for electric vehicles.” https://en.wikipedia.org/wiki/Inductive_charging#/media/File:Electric_car_wireless_parking_charge_closeup.jpg.
- [27] “Honda, Yamaha, Kawasaki, and Suzuki test shared swappable electric motorcycle batteries - Electrek.” <https://electrek.co/2020/09/04/honda-yamaha-kawasaki-suzuki-test-swappable-electric-motorcycle-batteries/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [28] “Taiwan’s CPC to shut down 38 Gogoro battery-swap stations | Taiwan News.” <https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3770992> (accessed Oct. 20, 2020).

- [29] “Taiwan’s Gogoro plans to exceed 1,900 charging stations by 2020 | Taiwan News.” <https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3988915> (accessed Oct. 20, 2020).
- [30] “Gogoro’s manual electric scooter battery swapping station by Gogoro in Taiwan.” <https://electrek.co/wp-content/uploads/sites/3/2018/09/gogoro-swap-station.jpg?quality=82&strip=all>.
- [31] “List of Battery Swapping Solution Providers in India • EVreporter.” <https://evreporter.com/battery-swapping-solution-providers-in-india/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [32] “China’s first battery swap standard led by NIO and BAIC passes review - cnTechPost.” <https://cntechpost.com/2020/08/18/chinas-first-battery-swap-standard-led-by-nio-and-baic-passes-review/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [33] “Electric vehicle 2.0 battery swap station for Nio electric passenger cars in China.” https://www.nio.com/de_DE/nio-power.
- [34] “India’s first battery swapping station-Ahmedabad launched 18 e-buses - Promoting Eco Friendly Travel.” <https://electricvehicles.in/indias-first-battery-swapping-station-ahmedabad-launched-18-e-buses/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [35] “Evergo connector types.” <https://evergonet.com/connector-types/?lang=en>.
- [36] J. Wetterström, “Charging of Electric Vehicles and its Influence on the Local Voltage Quality,” in 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, 2018, no. October.
- [37] U. Roger Hey (WPD, “The Results of the Electric Nation Smart Charging trial.”
- [38] “FlexPower Amsterdam, projects - Elaad NL.” <https://www.elaad.nl/projects/flexpower-amsterdam/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [39] “Western Power Distribution - Electric Nation.” <https://www.westernpower.co.uk/innovation/projects/electric-nation> (accessed Oct. 20, 2020).
- [40] “France writes-off ChaDeMo standard in new legislation.” <https://www.electrive.com/2021/05/10/france-writes-off-chademo-standard-in-new-legislation/>.
- [41] M. Van der Kam, “Comparative analysis of standardized protocols for EV roaming,” 2020.
- [42] “Open Charge Alliance.” <https://www.openchargealliance.org/>.
- [43] “EEBUS.” <https://www.eebus.org/>.
- [44] “EEBUS | Make the world speak energy - EEBus Initiative e.V.” <https://www.eebus.org/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [45] “EEBUS website, Media and Downloads.” <https://www.eebus.org/media-downloads/specifications/download-specifications/>.
- [46] “IEC logo.” https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3e/International_Electrotechnical_Commission_Logo.svg/1200px-International_Electrotechnical_Commission_Logo.svg.png.
- [47] “openADR Alliance.” <https://www.openadr.org>.
- [48] “About OpenADR.” <https://www.openadr.org/about-us> (accessed Oct. 20, 2020).
- [49] Begleitforschung Elektro-Mobil, “Gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen über Preisanreize,” 2020.
- [50] J. Schmutzler, “Evaluation of OCPP and IEC 61850 for Smart Charging Electric Vehicles,” *World Electr. Veh. J.*, vol. 6, no. 4, 2013, doi: <https://doi.org/10.3390/wevj6040863>.
- [51] J. Schmutzler, “Presentation: Evaluation of OCPP and IEC 61850 for Smart Charging Electric Vehicles,” 2013.
- [52] “Open Clearing House Protocol.” <http://www.ochp.eu/>.
- [53] “Github OCHP.” <https://github.com/e-clearing-net/OCHP/blob/master/OCHP.md>.

- [54] “TC69 Dashboard: Electrical power/energy transfer systems for electrically propelled road vehicles and industrial trucks.” https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:0::::FSP_ORG_ID:1255.
- [55] “VW deploys first electric car charging stations with giant integrated batteries - Electrek.” <https://electrek.co/2020/01/24/vw-electric-car-charging-stations-with-giant-integrated-batteries/> (accessed Oct. 20, 2020).
- [56] I. Central Electricity Authority, Measures relating to Safety and Electric Supply for EV charging, 2019.
- [57] Alternative Fuels Data Center, “Charging Infrastructure Procurement and Installation.” https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure_development.html.
- [58] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Proyecto de Real Decreto por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos. Spain, 2021.
- [59] Bundesnetzagentur, “Anzeige von Ladepunkten.” https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulen/Anzeige_Ladepunkte_node.html.
- [60] “Die eigene Wallbox anmelden.” <https://www.net4energy.com/de-de/mobilitaet/eigene-wallbox-anmelden>.
- [61] Bundesamt für Justiz, Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung - LSV). 2016.
- [62] VDE, “Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur Elektromobilität Version 3,” 2020.
- [63] DSB, “Elbil - lading og sikkerhet.” <https://www.dsb.no/lover/elektriske-anlegg-og-elektrisk-utstyr/tema/elbil--lading-og-sikkerhet/#etablering-av-ladepunker>.
- [64] “IRVE Mention.” <https://www.devenir-qualifelec.fr/accueil/professionnels-de-lelectricite/mention-irve/>.
- [65] “Installation IRVE : quelles qualifications devez-vous obtenir pour intervenir ?,” 2020. <https://professionnels.promotelec.com/fiche-dossier/installation-irve-quelles-qualifications-devez-vous-obtenir-pour-intervenir/>.
- [66] I. Mainz, “Elektromobilität – Rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur.” <https://www.goerg.de/de/aktuelles/veroeffentlichungen/06-12-2019/elektromobilitaet-rechtliche-rahmenbedingungen-fuer-die-errichtung-und-den-betrieb-von-ladeinfrastruktur>.
- [67] Office of Gas and Electricity Markets OFGEM, “What you need to know about selling electricity to Electric Vehicle users.”
- [68] ChargePoint, “Summary of regulations in different states in United States about allowing Third-Parties to Include per-kWh Fee in Pricing to Driver,” 2019.
- [69] K. Uhlenhuth, “No Title Selling electricity doesn’t make EV charging stations a utility, Iowa rules,” Energy News Network, 2019.
- [70] B. Arora, “India’s New Norms To Pave Way For Setting Up Electric Vehicle Charging Stations,” *Quint*, Bloomberg, Mar. 08, 2018.
- [71] Ministry of Power - Government of India, Charging Infrastructure for Electric Vehicles - Guidelines and Standards. India, 2018.
- [72] S. Jai, “Central govt caps tariff at public charging stations for electric vehicles,” *Business Standard*, New Delhi, India, Jun. 13, 2020.
- [73] M. Nicholas and S. Wappelhorst, “Spain’s electric vehicle infrastructure challenge: How many chargers will be required in 2030?,” 2021.
- [74] Iberdrola, “Recarga de vehículos eléctricos,” 2017.
- [75] V. Fuentes, “El Gobierno allana el camino para que se multipliquen los puntos de carga para coches eléctricos,” *motorpasion*, 2018. <https://www.motorpasion.com/industria/gobierno-allana-camino-se-multipliquen-puntos-carga-para-coches-electricos>.

[76] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “El Gobierno aprueba medidas urgentes para impulsar la transición energética ante la subida del precio de la electricidad cono barra herramientas,” Últimas noticias, 2018. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-medidas-urgentes-para-impulsar-la-transición-energética-ante-la-subida-del-precio-de-la-electricidad-/tcm:30-481706>.



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de