

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENERGÍAS RENOVABLES A PEQUEÑA ESCALA UNA SOLUCIÓN PARA EL ACCESO A ENERGÍA

SmartGrid y Comunidades Energéticas

Antonio E. Masdías y Bonome

PRESENTACIÓN

- **La Generación distribuida, oportunidad y necesidades de desarrollo.**
- **Tecnologías Disponibles.**
- **Comunidades Energéticas.**

INTRODUCCIÓN

TRANSICIÓN ENERGÉTICA

¿Por qué?

- Reducción de las emisiones de CO₂
- Escasez de combustibles fósiles
- Necesidad de reducción del consumo de energía
- Protección de la salud y el Medio Ambiente

¿Cómo?

Electrificación de la Demanda

Eficiencia energética

Energías Renovables

Autoconsumo



Electrificación de la Demanda

Electrificación de la Demanda

NECESIDADES

Transporte

Generar calor

Generar frío

Iluminación

TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Motores

Calderas

Turbinas

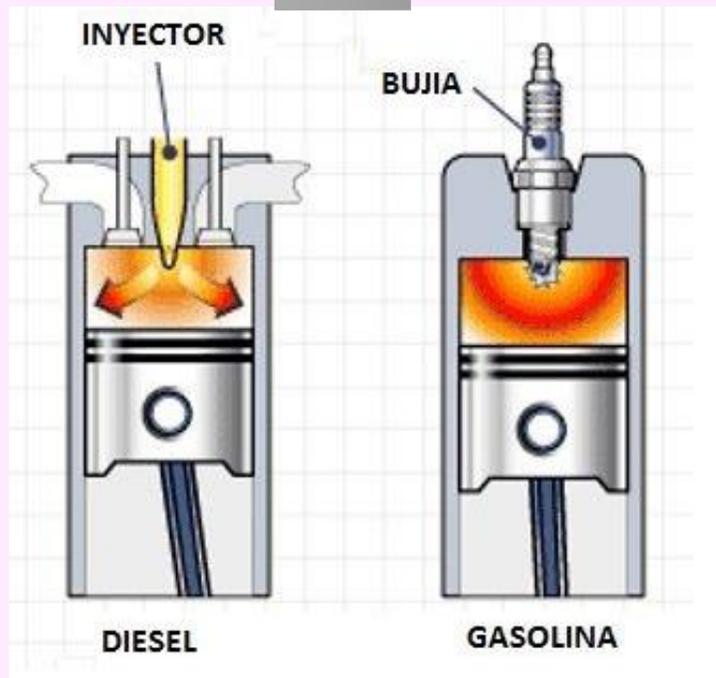
Equipos Eléctricos

Electrificación de la Demanda

Motores

67%

100



23%



Electrificación de la Demanda

Calderas

100



78%



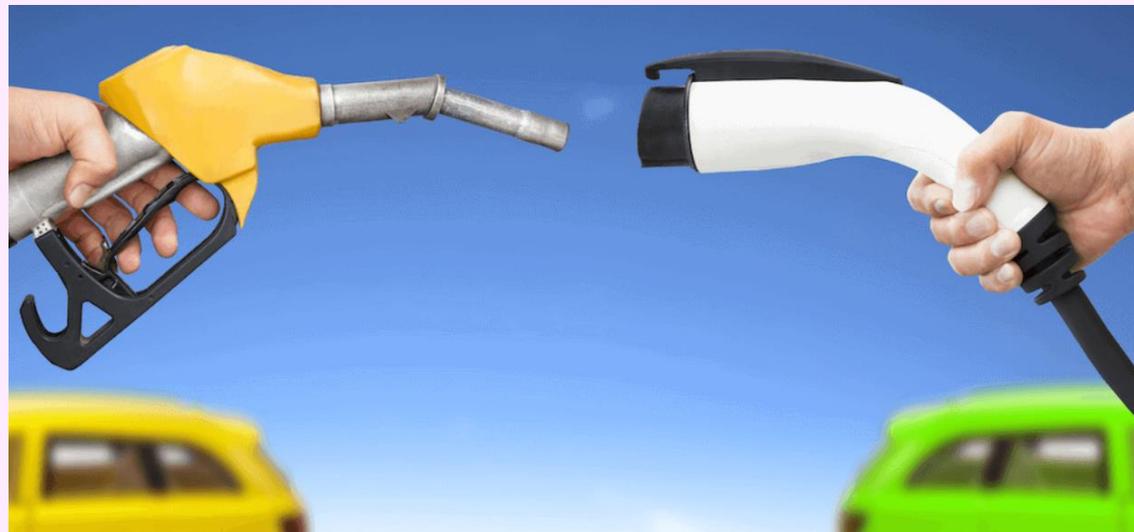
Electrificación de la Demanda

~~Combustión~~

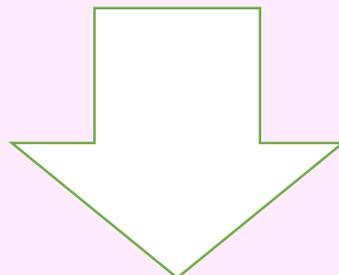
TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Eléctrica

Electrificación de la Demanda



El **coche eléctrico** no se puede desarrollar sin la reforma de la generación.



GENERACIÓN DISTRIBUIDA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA

¿Cómo?

Electrificación de la Demanda

Eficiencia energética

Energías Renovables

Autoconsumo

TRANSICIÓN ENERGÉTICA

¿Cómo?

Electrificación de la Demanda

Eficiencia energética

Energías Renovables

Autoconsumo

Eficiencia energética

Energías Renovables

Autoconsumo

Bombas de calor
Cogeneración
Trigeneración

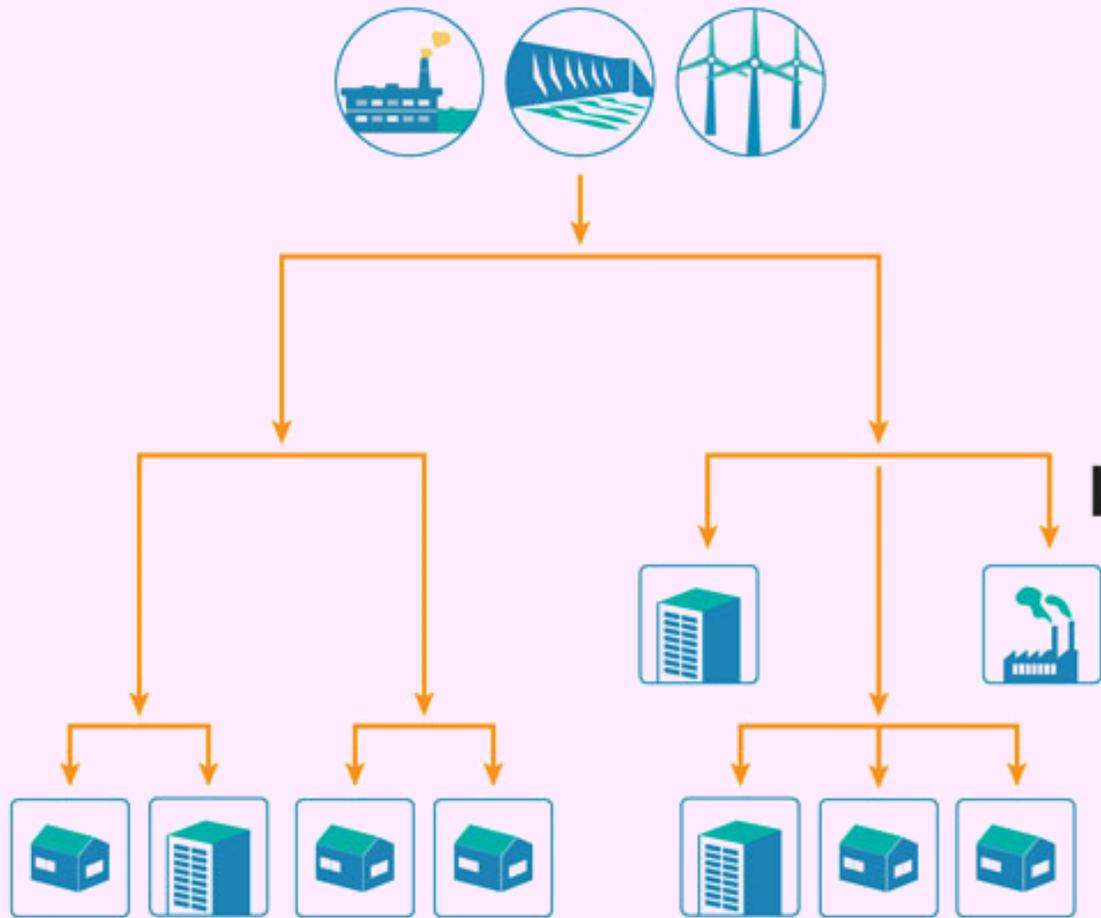
Aeroterminia
Hidrotermia
Geoterminia
Almacenamiento
H2

Aislado
Compartido
Balance neto

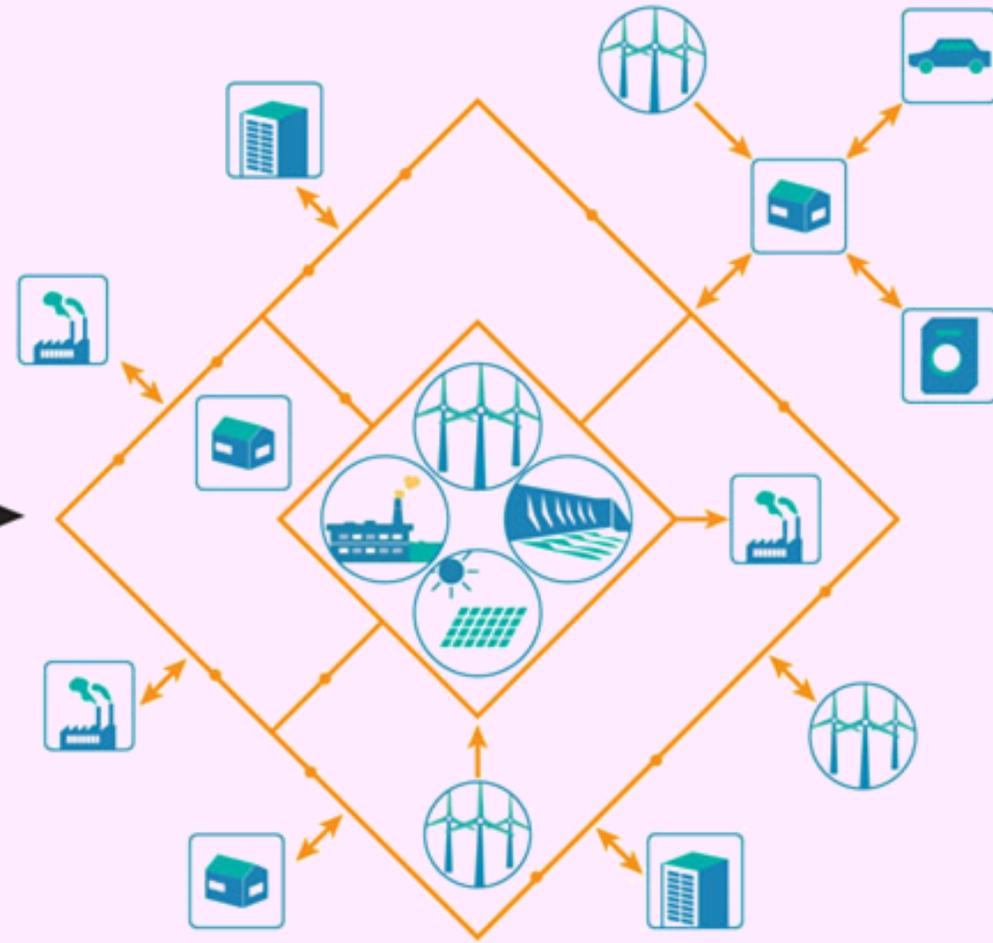
GENERACIÓN DISTRIBUIDA

GENERACIÓN DISTRIBUIDA (D.E.R.) SmartGrid

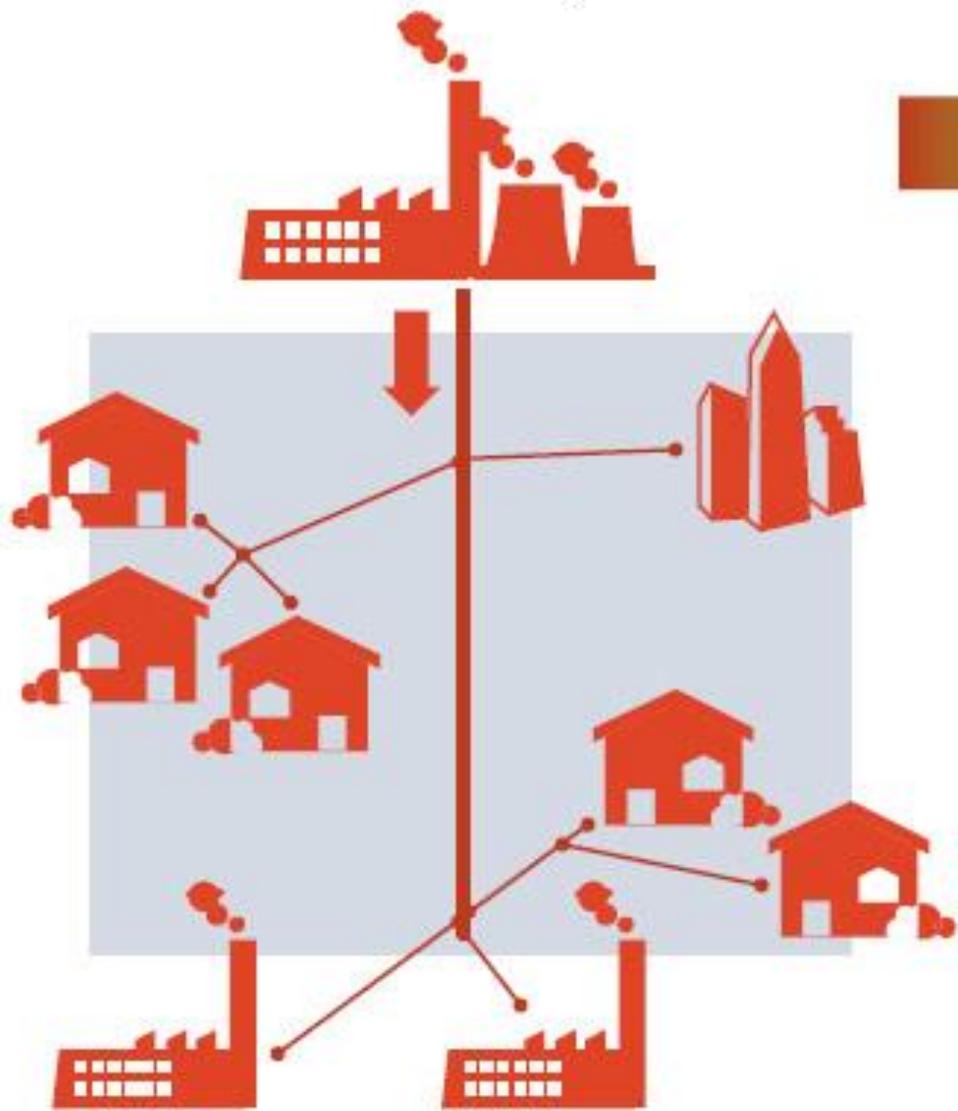
Red tradicional



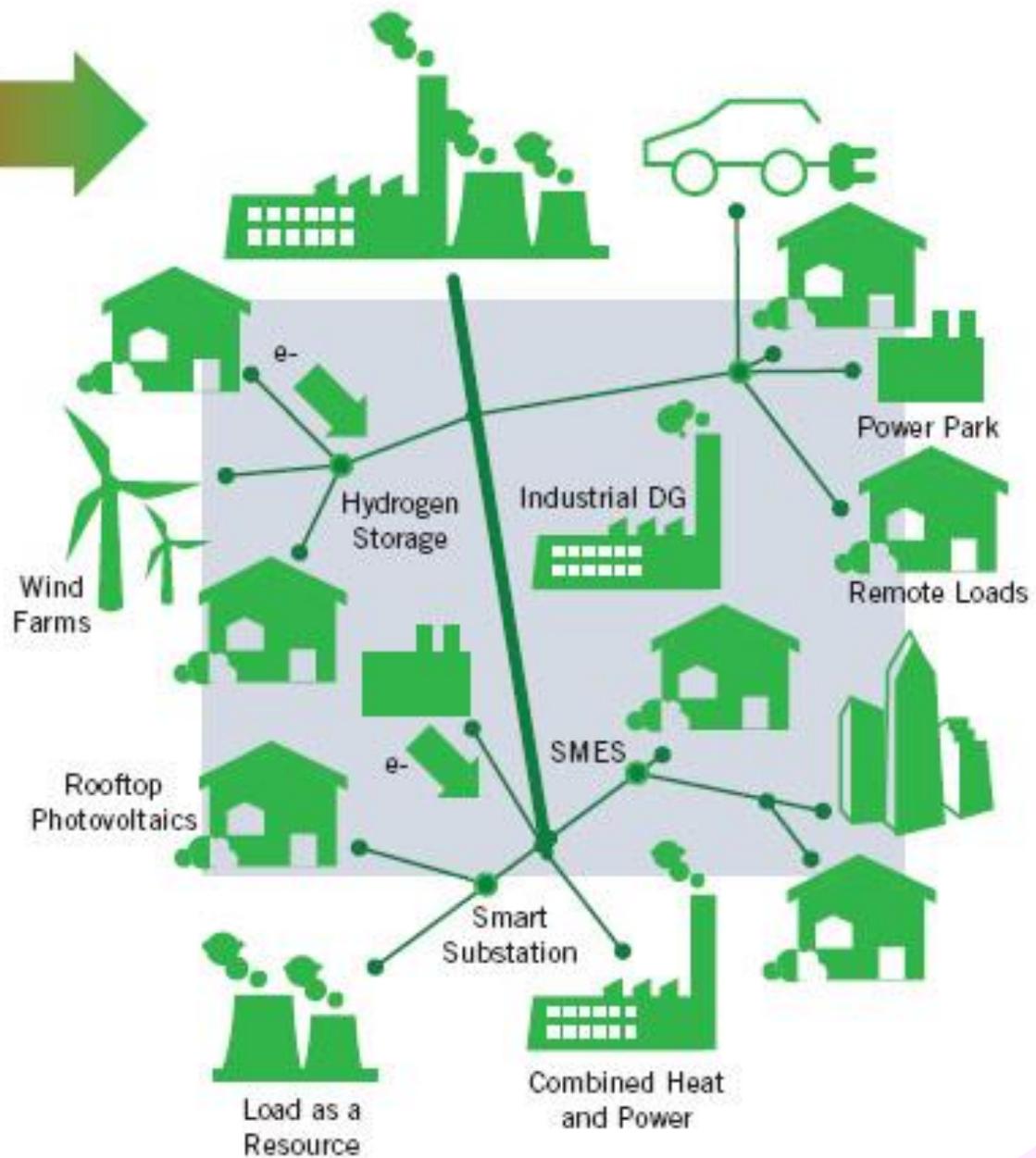
Red inteligente



Today's Electricity



Tomorrow's Choices



GENERACIÓN DISTRIBUIDA (D.E.R.) SmartGrid

- **VENTAJAS TÉCNICAS**

- Aumento disponibilidad
- Evita sobrecapacidad
- Aumenta calidad onda
- Perdidas
- Posibilidad de trabajo en isla

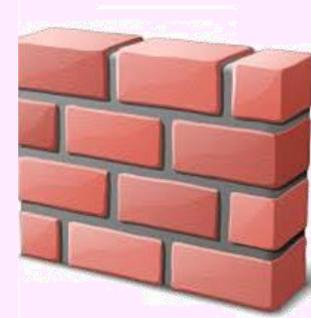
- **VENTAJAS ECONOMICAS**

- Menores inversiones
- Menores fluctuaciones de mercado
- Aumento competitividad

- **VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES**



FACTORES FACILITADORES



BARRERAS

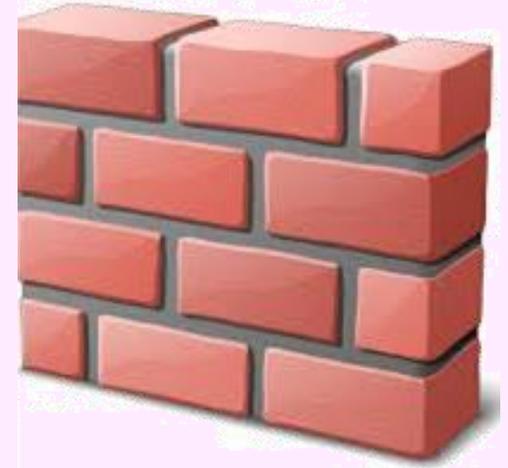
Factores Facilitadores

- **T.I.Cs incorporadas** por las E. distribuidoras
- Aumento de la **demanda** eléctrica
- Cambios normativos para limitar la generación centralizada
- Necesidad de **aumento de las redes** de transporte. *Rechazo social y medioambiental.*
- Agotamiento recursos fósiles.
- Aumento de la necesidad de **democratización de la energía.**



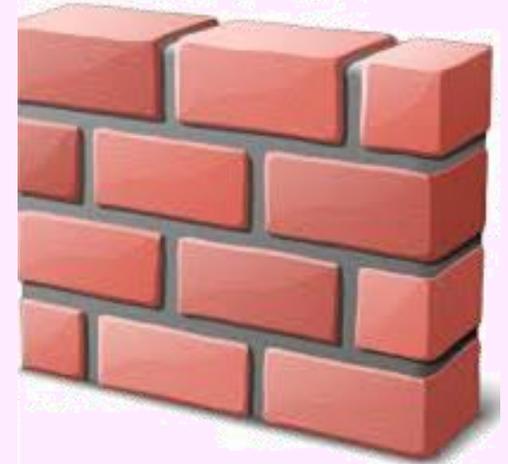
Barreras

- **Intereses** de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- **Bidireccionalidad.**
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta
- Tecnología para aislar problemas
- Comunicación
- Barreras administrativas
- Costes de conexión a red



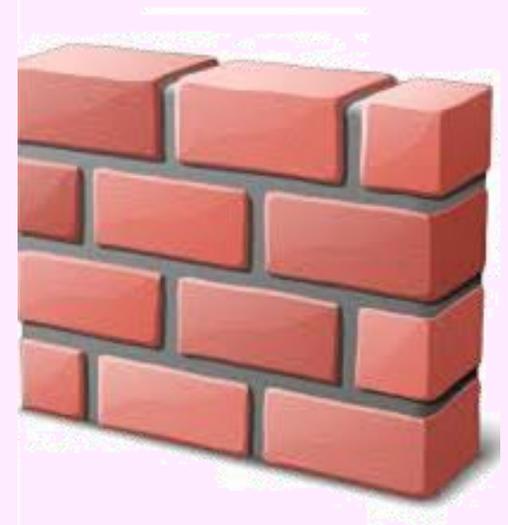
Barreras

- **Intereses** de las empresas distribuidoras
 - Beneficios ligados al TRANSPORTE DE ENERGIA.
 - Costes ligados al MANTENIMIENTO y OPERACION.



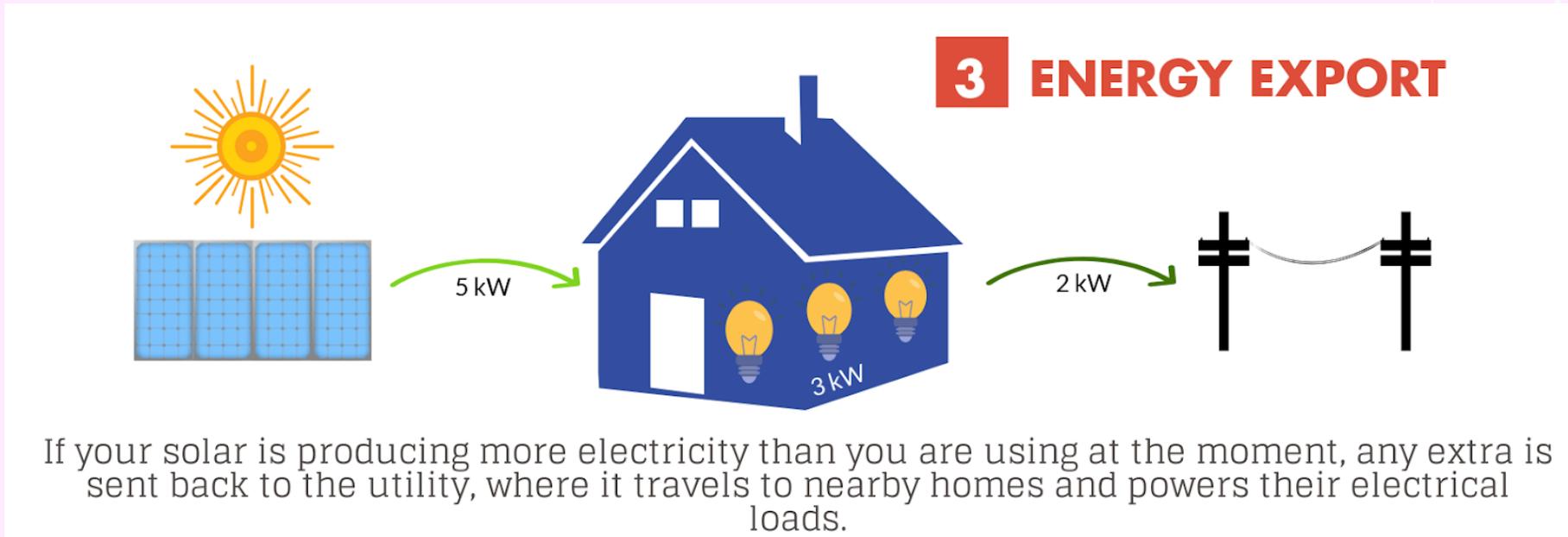
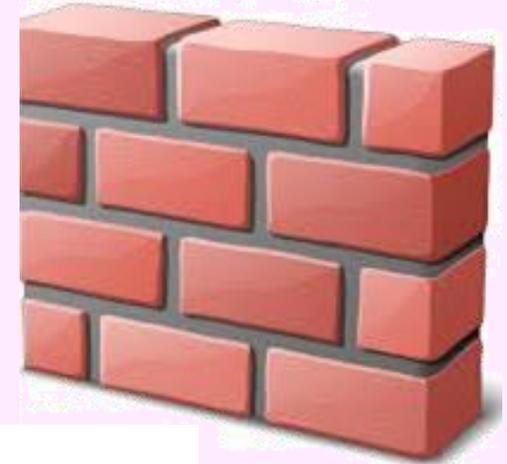
Barreras

- **Intereses** de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
 - Potencias > 100 kW.



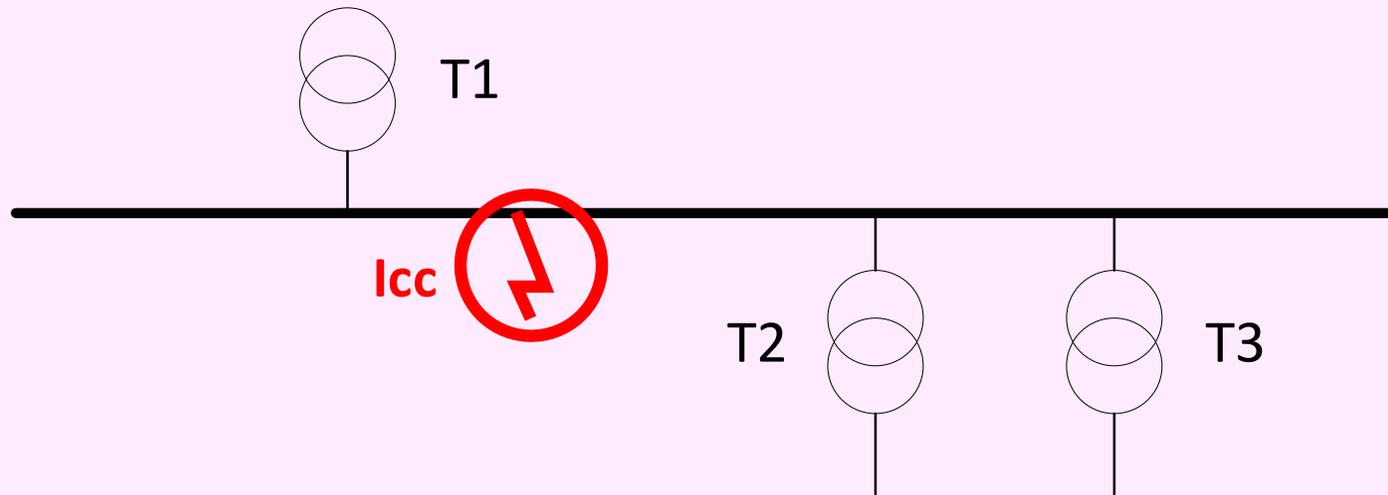
Barreras

- Intereses de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- **Bidireccionalidad.**

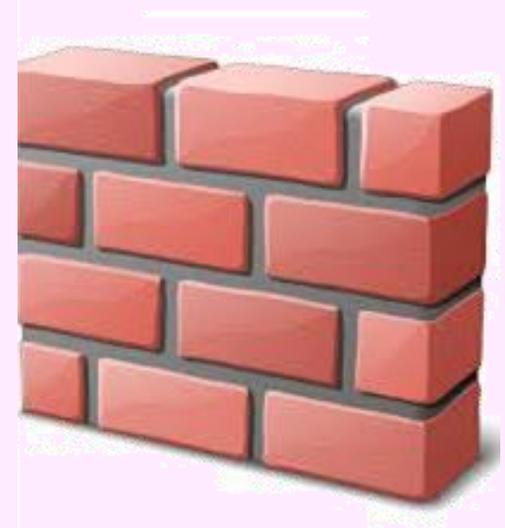


Barreras

- Intereses de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- Bidireccionalidad.
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta

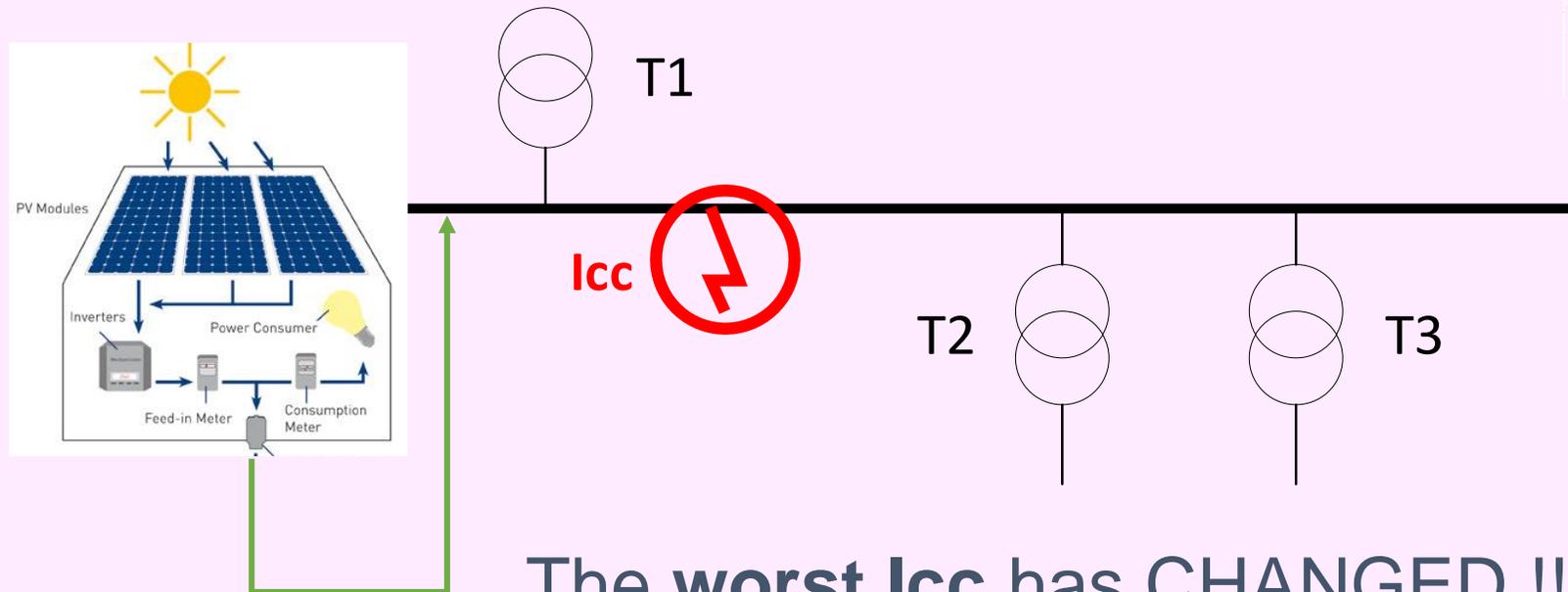
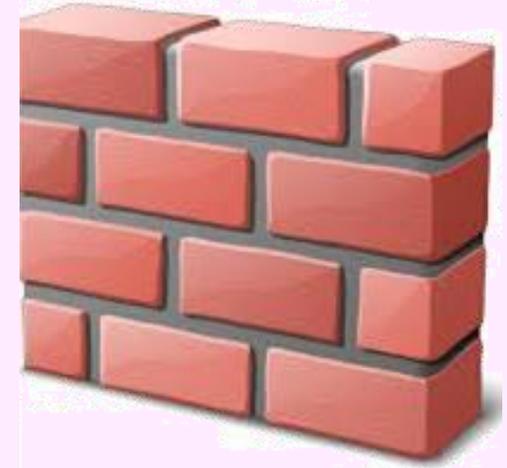


The I_{cc} can be calculated



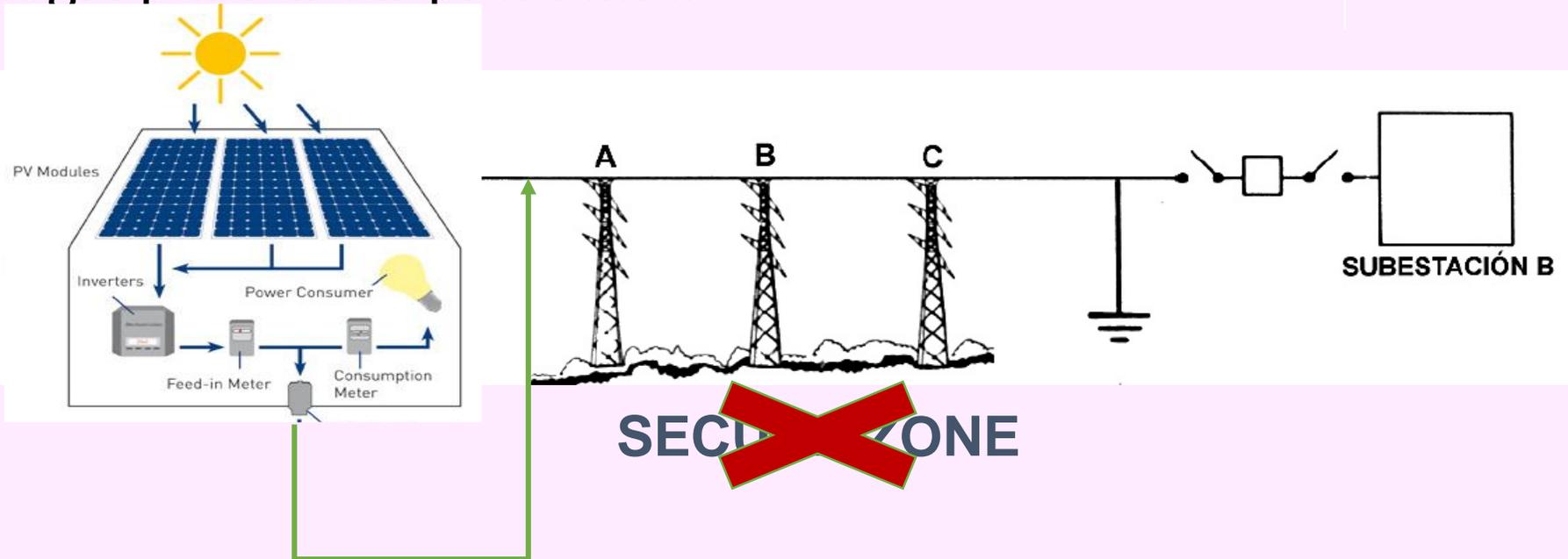
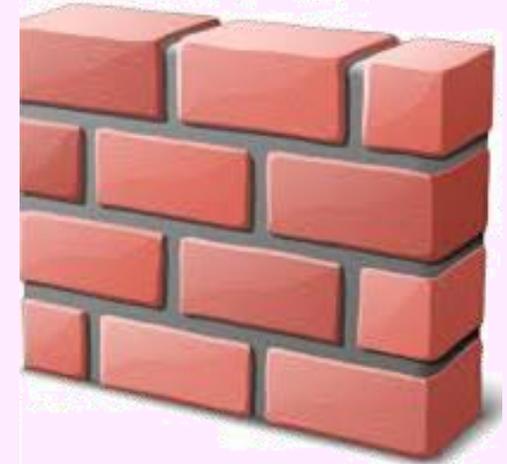
Barreras

- Intereses de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- Bidireccionalidad.
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta



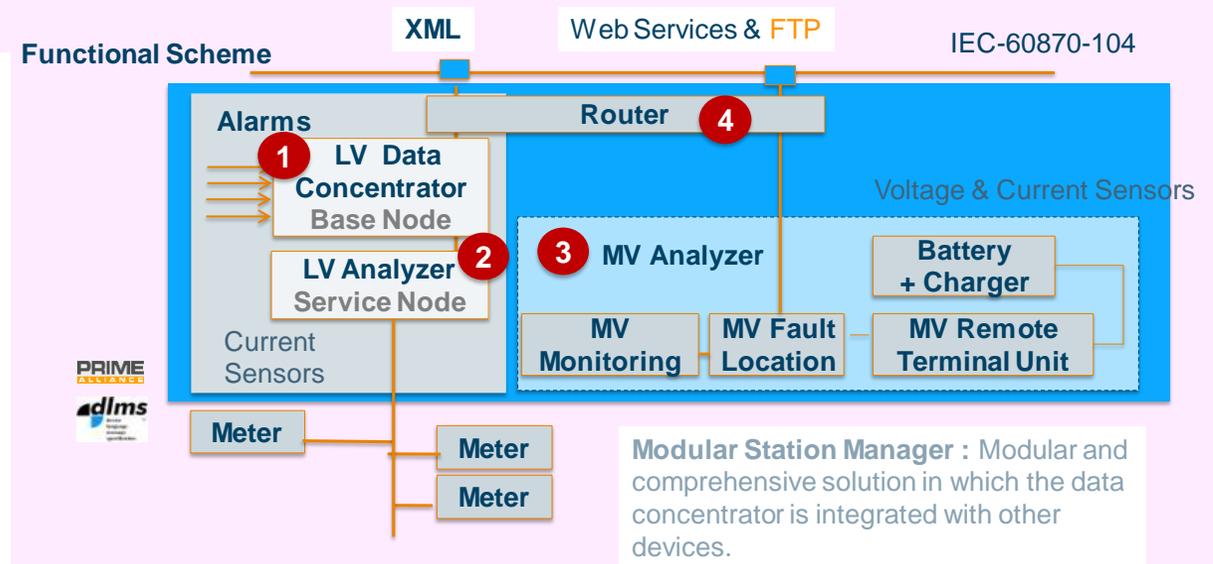
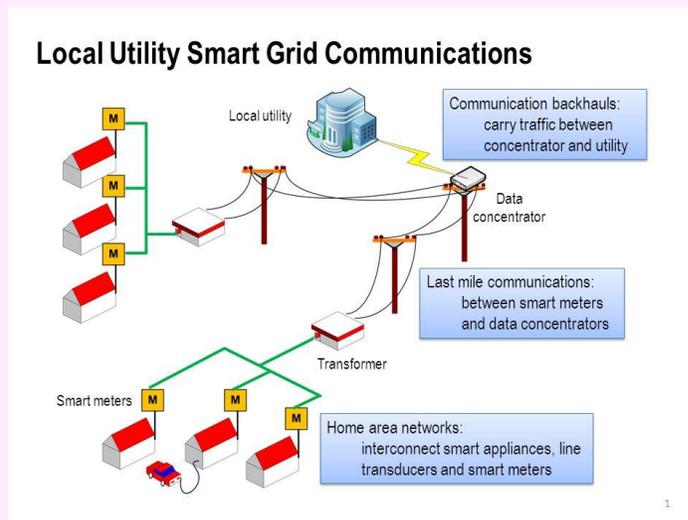
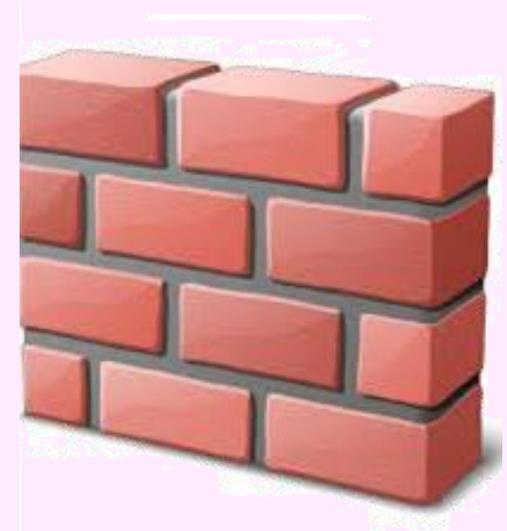
Barreras

- Intereses de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- **Bidireccionalidad.**
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta
- **Tecnología para aislar problemas**



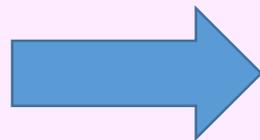
Barreras

- Intereses de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- **Bidireccionalidad.**
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta
- Tecnología para aislar problemas
- **Comunicaciones**

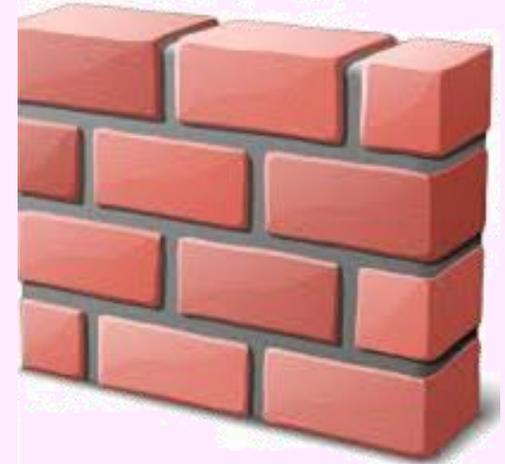


Barreras

- **Intereses** de las empresas distribuidoras
- Necesidad de interconexión en Alta Tensión.
- **Bidireccionalidad.**
- Potencia de cortocircuito (Z_{cc}) alta
- Tecnología para aislar problemas
- Comunicación
- Barreras administrativas
- Costes de conexión a red



SMART GRID



TECNOLOGÍAS DISPONIBLES GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- La generación y el consumo se unifican en muchos casos en la misma persona jurídica: **prosumidor**.

- **Convencional:**

- Cogeneración
- Motores de combustión
- Microturbinas

- **Renovable:**

- Solar Térmica
- Fotovoltáica
- Eólica
- Mini Hidráulica
- Residuos
- Marina
- Geotérmica
- Biomasa



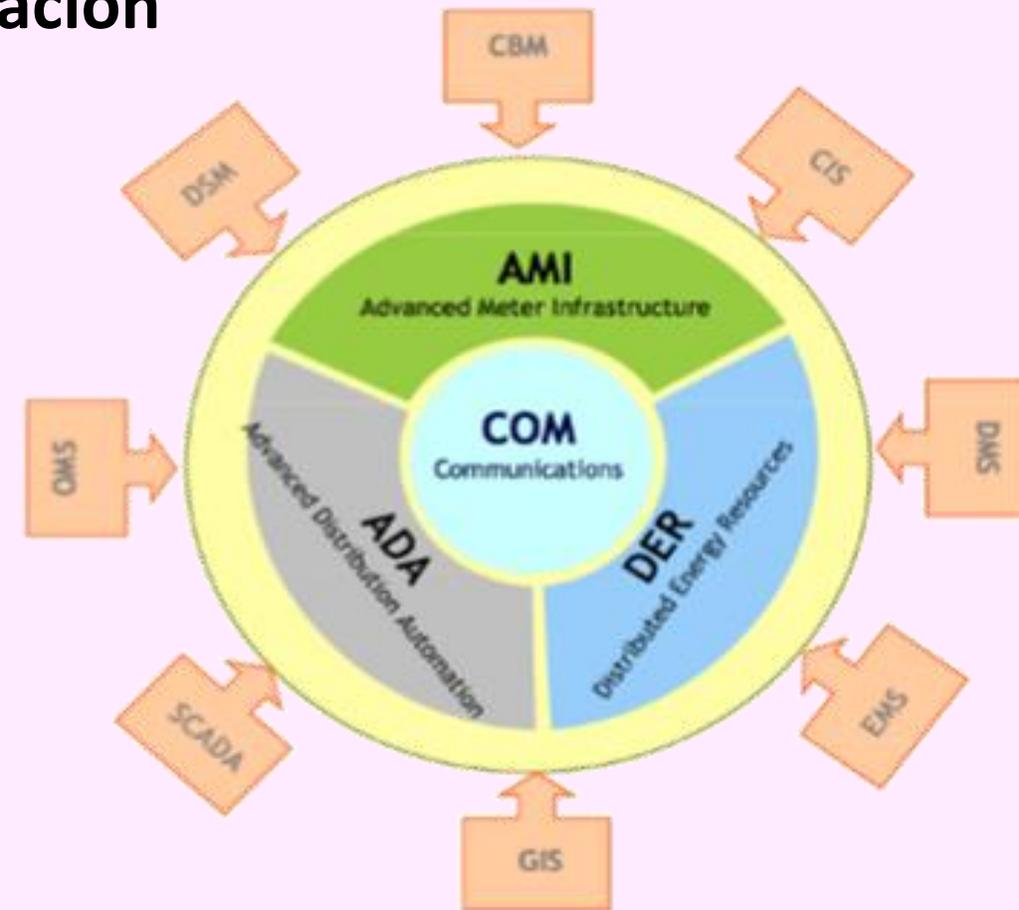
- **Almacenamiento:**

- Baterías
- Almacenamiento Térmico
- Bombeo de agua
- Aire Comprimido
- Flywheel (Volante de inercia)
- SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage)
- Supercondensadores
- H₂



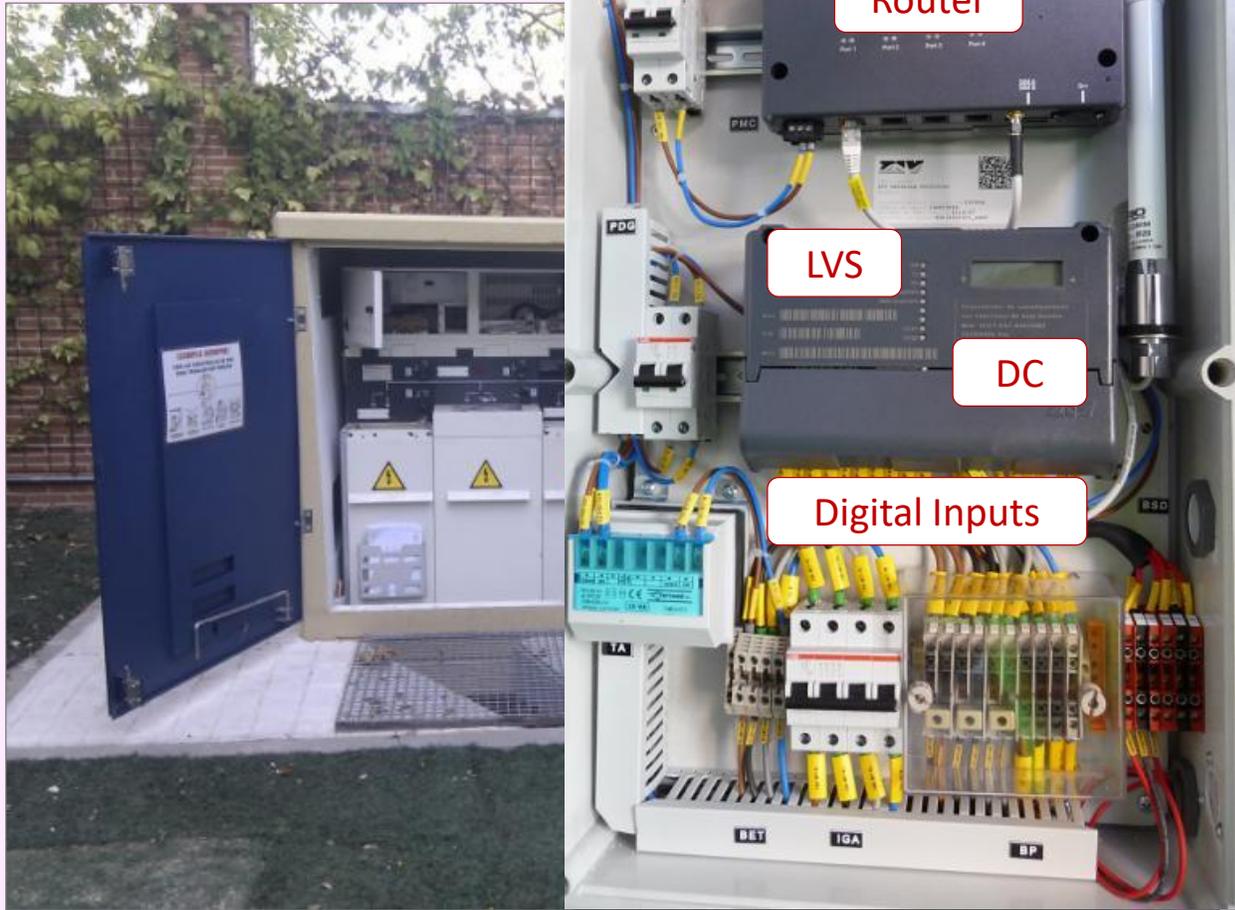
OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y NECESARIAS

- **Tecnologías de la Información y Comunicación**
- AMI: Advanced **Metering** Infrastructure
- DER: Distributed Energy **Resources**
- ADA: Advanced Distribution **Automation**
- Tecnologías de Almacenamiento
 - V2G: Vehicle-to-Grid
 - V2H: Vehicle-to-Home
 - V2V: Vehicle-to-vehicle
- Tecnología **Blockchain**
- ...



OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y NECESARIAS

- **Sensorización de equipos.**



- Registra **tensiones, Corrientes, curvas de potencia activa y reactiva** (en valores absolutos e incrementales)
- **Genera eventos espontáneos o no** asociado a medidas de sobrecarga, sobre/sub tensión, desequilibrio de cargas
- Detecta **anomalía en baja tensión** (desconexión del neutro del transformador,..)

Proporciona información muy útil para la operación y mantenimiento de la red

OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y NECESARIAS

- Sensorización de equipos.



OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y NECESARIAS

- Contadores inteligentes.

Outage/ Location	Today / Tomorrow (With LVS + SM)	Tomorrow (with an Advance LVS)
0 MV fault	Real time SCADA detection	
1 MV disconnected phase	Wait for customer call	Automatic detection (66%) "LVS event: MV disc. phase"
2 MV disconnected phase	Wait for customer call	Wait for customer call (33% if LVS in affected phase)
3 Low/High Voltage at LV busbar	Wait for customer call	Automatic detection "LVS Voltage events"
4a LV disconnected phase	Wait for customer call	Automatic detection "3ph-meter events" & "ping"
4b LV disconnected phase	Wait for customer call	Wait for customer call if no 3ph-meter affected
5a LV disconnected neutral	Wait for customer call	Automatic detection "3ph-meter events" & "check voltage"
5b LV disconnected phase	Wait for customer call	Wait for customer call if no 3ph-meter affected
6a LV phase to ground	Wait for customer call	Automatic detection ALVS event "Ph to Gr"
6b LV phase to ground	Wait for customer call	Wait for customer call if weak or far fault
7a LV blown-up fuse	Wait for customer call	Automatic detection "3p-meter events" & "ping"
7b LV blown-up fuse	Wait for customer call	Automatic detection ALVS event "Blown-up Fuse"
...

OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y NECESARIAS

- Contadores inteligentes.

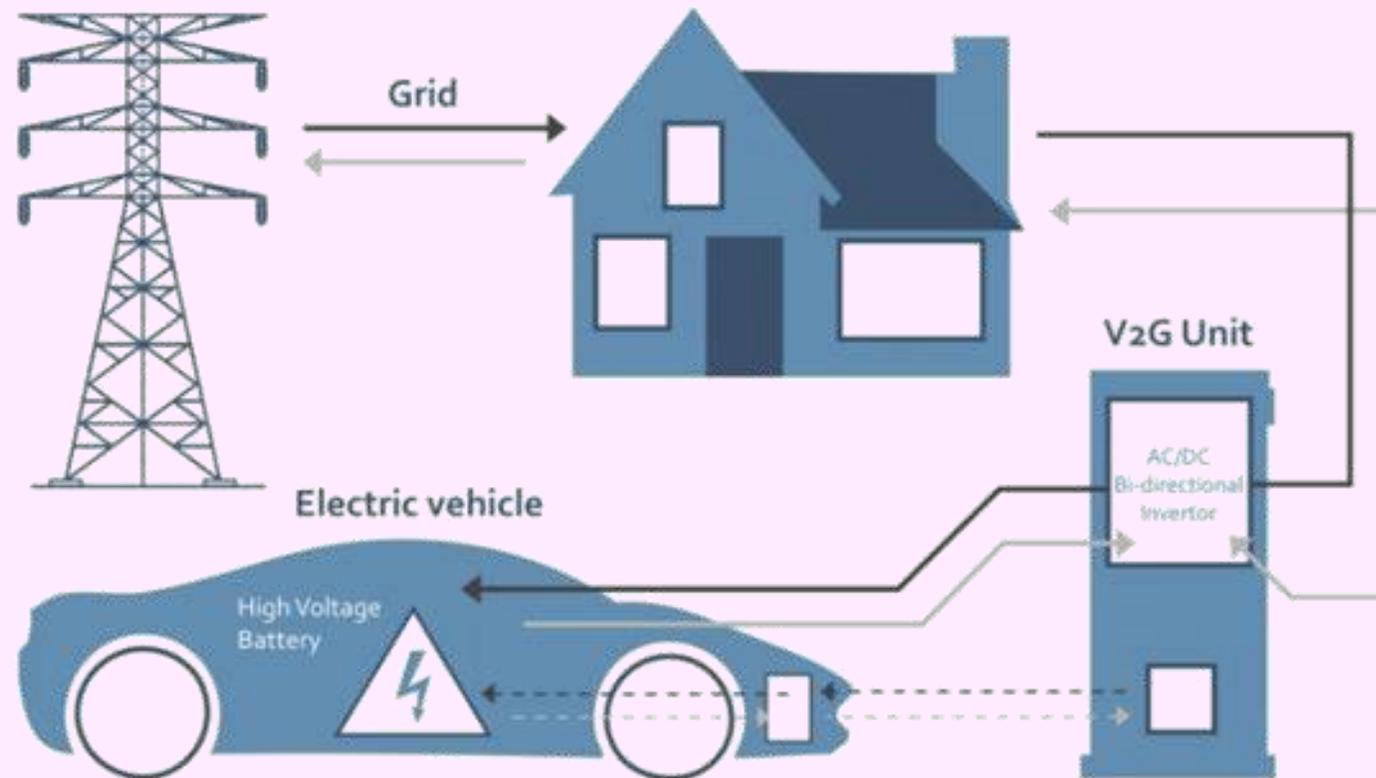
APP VISUALIZACION CONSUMO

Los clients domésticos que dispongan en su suministro de un Contador inteligente, pueden acceder a través de una APP instalada en sus teléfonos móviles,tablets... de accede a sus consumos.



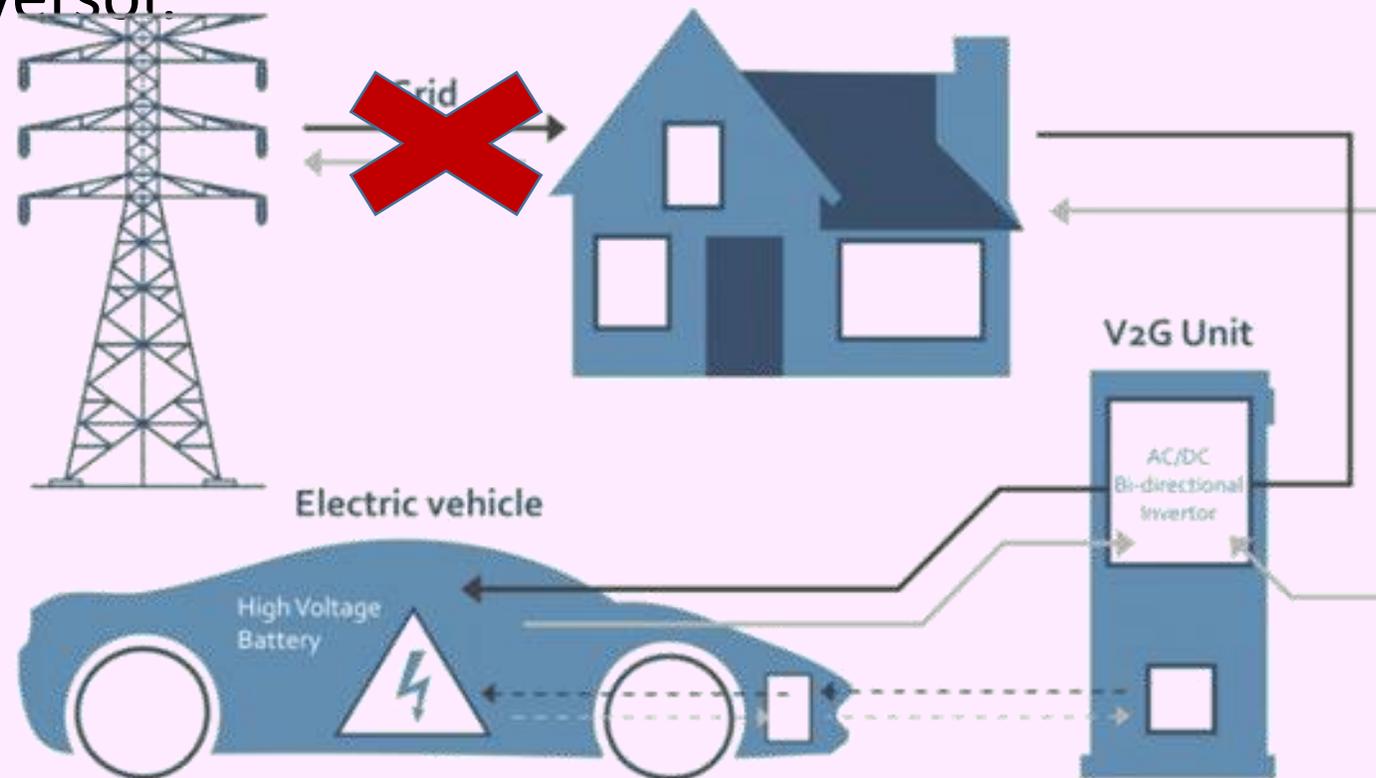
V2G: Vehicle-to-Grid

- Coche eléctrico con capacidad para **exportar energía** es el **Vehicle to Grid (V2G)**, es decir, de coche a la red.



V2H: Vehicle-to-Home

- Transferencia de energía a una vivienda como receptor de la energía proporcionada por el coche eléctrico, normalmente a través del cargador/inversor.



V2V: Vehicle-to-vehicle

- La tecnología **Vehicle to Vehicle (V2V)** permite la recarga entre vehículos eléctricos. Esto es útil para labores de **rescate de vehículos eléctricos** que han perdido toda su energía y no pueden circular.

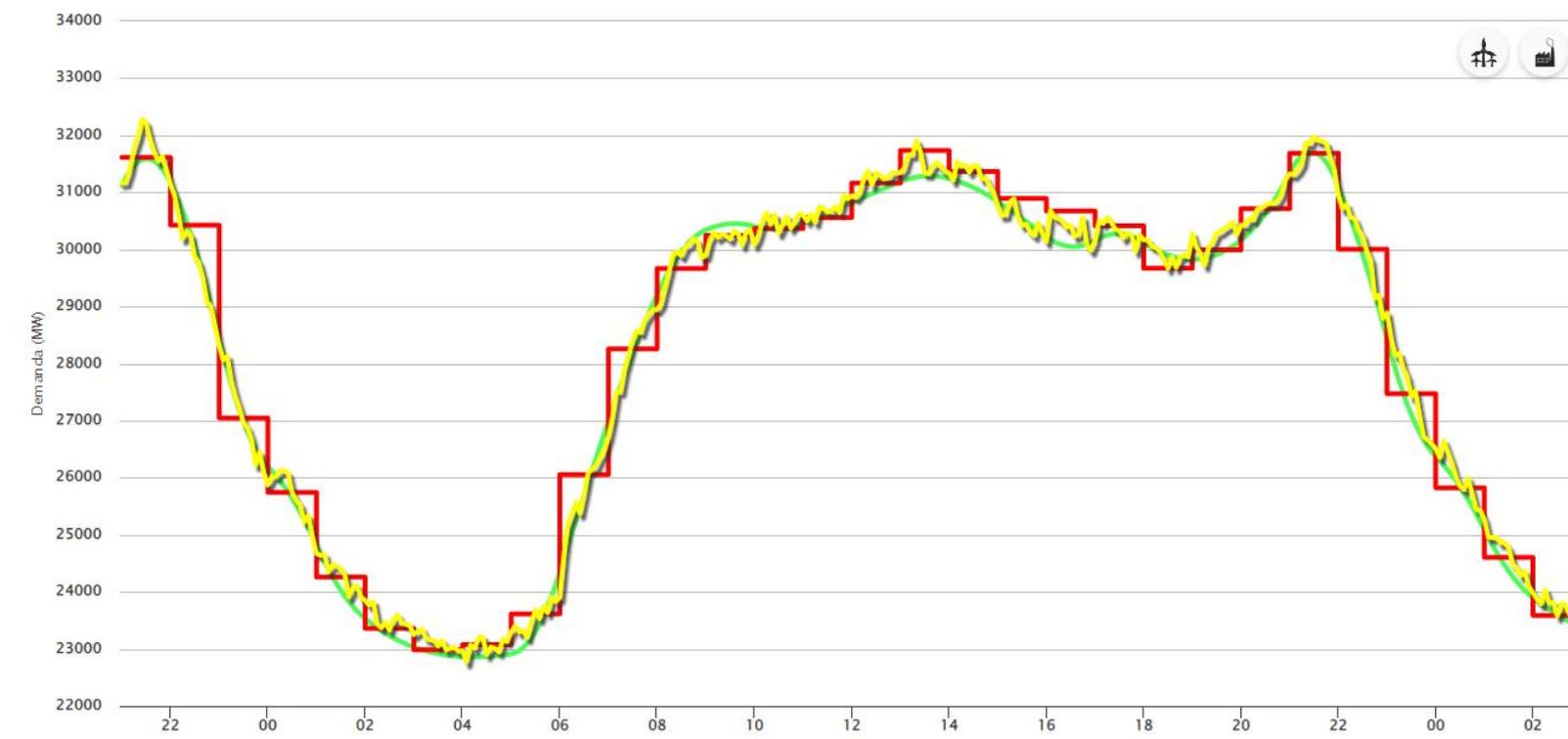


CURVA DE CARGA ESPAÑOLA

Nacional - Seguimiento de la demanda de energía eléctrica

Demanda (MW) a las 00:35 - 29/07/2022

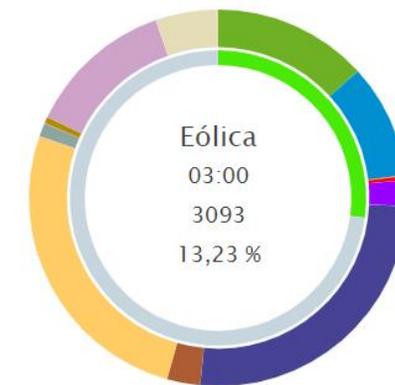
- Real 30.718 Prevista 30.545 Programada 4.118 Emisiones (t CO2 eq / MWh)



Máximo diario 31.968 a las 21:30 - 12/05/2022
Mínimo diario 22.772 a las 04:05 - 12/05/2022

< 12/05/2022 >

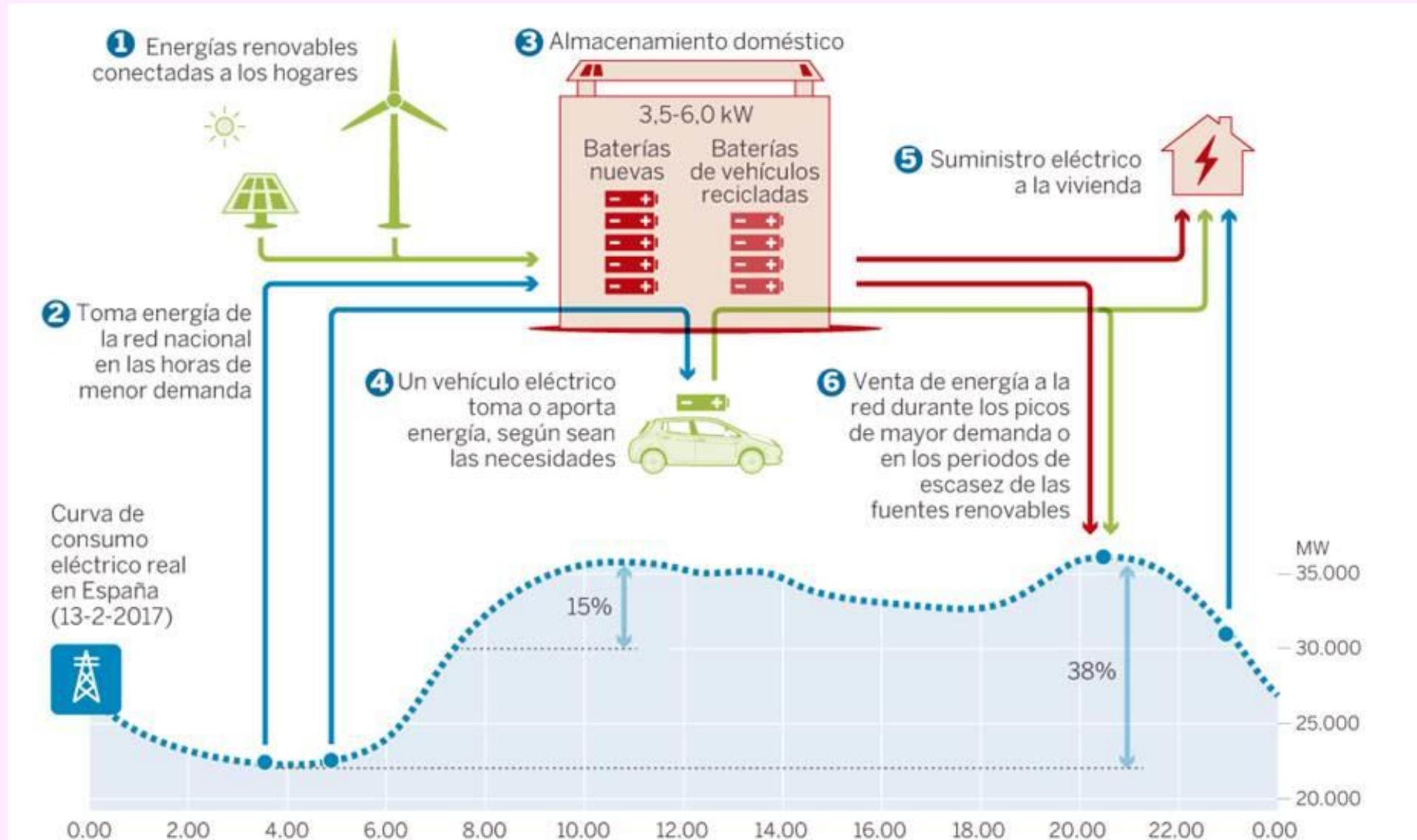
Estructura de generación (MW)



Generación CO2 eq. asociado



IMPACTO ALMACENAMIENTO Y AUTOCONSUMO



Tecnología Blockchain

- Movimiento económico-social
 - Descentralización y privacidad mediante la criptografía.
 - Sin ninguna organización central creada por y para los usuarios.
- Base del Bitcoin.

Block 0²
 Short link: <http://blockexplorer.com/b0>
 Hash²: 00000000019d6689c085ae165831e934f1763ae46a2a6c172b3f1b60a8ce26f
 Next block²: [0000000839a8e6886ab5951d76f411475428afc90947ee320161bbf18eb6048](#)
 Time²: 2009-01-03 18:15:05
 Difficulty²: 1 ("Bits"²: 1d00fff)
 Transactions²: 1
 Total BTC²: 50
 Size²: 285 bytes
 Merkle root²: 4a5e1e4baab89f3a32518a88c31bc87f618f76673e2cc77ab2127b7afdeda33b
 Nonce²: 2083236893
[Raw block²](#)

Transactions

Transaction ²	Fee ²	Size (kB) ²	From (amount) ²	To (amount) ²
4a5e1e4baa...	0	0.204	Generation: 50 + 0 total fees	1A1zP1eP5QGefi2DMPTfTL5SLmv7DiviNa: 50

THE TIMES
 Saturday January 3 2009 timesonline.co.uk No 6923 £1.50

Eat Out from £5
 More than 900 great restaurants, including four Gordon Ramsay favourites from £15

Israel prepares to send tanks and troops into Gaza
 Israel allowed foreigners to flee the Gaza Strip as it prepared for a ground offensive. At least 430 Palestinians were killed in a week of airstrikes.

Chancellor on brink of second bailout for banks
 Billions may be needed as lending squeeze tightens

99p

Salmon Rushdie I Won't Marry Again

Giant Killing? Guide to the FA Cup Third Round

Tecnología Blockchain

- Base criptográfica para transacciones y Smart Contracts



Medio Físico

Representado por billetes o monedas

Suministro ilimitado. El gobierno emite tanto como necesita

Centralizado. Emitido y controlado por leyes y gobiernos



Medio Digital

Representado por registros únicos respaldados por una red

Suministro limitado.

Descentralizado. No controlado por ningún gobierno o entidad.

Tecnología Blockchain

- Base criptográfica para transacciones y Smart Contracts



Cada país tiene su
cada de la moneda
controlada por la
supervisión
gubernamental.



De la minería de las
criptomonedas, proceso
informático que requiere
“trabajo” de cálculo para
resolver problemas
criptográficos. La solución es
recompensada.

SMART CONTRACTS



- Plataforma descentralizada sobre la que se pueden ejecutar contratos inteligentes.
- No es una moneda digital.
- Se vincula a la criptomoneda Ether

<https://ethereum.org/es/>

Ethereum

- Vitalik Buterin
- año 2015

- Se le denomina Blockchain 2.0



<https://ethereum.org/es/>

COMUNIDADES ENERGÉTICAS

- Disponemos de la tecnología. Solo se requiere **organizar participantes**.



COMUNIDADES ENERGÉTICAS

- Disponemos de la tecnología. Solo se requiere organizar participantes.

Estamos viendo despegar iniciativas de participación ciudadana en toda Europa – de cara a 2030 el reto es promover el rol proactivo de la ciudadanía en la transición energética a gran escala

**Modelos de
participación
ciudadana
hoy**

**Cooperativas
energéticas**

**Iniciativas
municipales**

**Movimientos
ciudadanos
facilitados por
sistemas
“crowdfunding”**

COMUNIDADES ENERGÉTICAS

- Disponemos de la tecnología. Solo se requiere organizar participantes.

COMUNIDAD ENERGÉTICA
ELÉCTRICA

COMUNIDAD ENERGÉTICA
TÉRMICA

COMUNIDADES ENERGÉTICAS



Características de Comunidades Ciudadanas de Energía (CCE) y Comunidades de Energía Renovable (CER)

	CCE (Art. 16 D. UE 2019 / 944)	CER (Art. 22. D. UE 2018 / 2001)
Entidad jurídica	✓	✓
Socios / miembros	Todo tipo de actores	Ciudadanos, autoridades locales, incluidos los municipios y pymes
Participación abierta y voluntaria	✓	✓
Control efectivo	Basado en tamaño actores (personas físicas, autoridades locales, pequeñas empresas) y su no vinculación al sector energético a gran escala	Basado en proximidad de socios / miembros
Finalidad no comercial	✓	✓
Autonomía	n/a	✓
Vector energético	Electricidad	Todas las fuentes de energía renovable
¿Fuentes de energía renovable?	No necesariamente	Sí
Marco jurídico	Favorable. Faltan disposiciones sobre las actividades asociadas a la entidad jurídica	Facilitador, para fomentar y facilitar. Eliminación barreras, particularidades CERs tenidas en cuenta en diseño de sistemas de apoyo



INFORMACIÓN DE INTERÉS

Correos ponentes:

"Esteban Jove Pérez" <esteban.jove@udc.es>

"José Luis Casteleiro Roca" <jose.luis.casteleiro@udc.es>

"José Luís Calvo Rolle" <jose.rolle@udc.es>

"Francisco Zayas Gato" <f.zayas.gato@udc.es>

"Antonio Enrique Masdías Bonome" <antonio.masdias@udc.es>

"Benigno Antonio Rodríguez Gómez" <benigno.rodriguez@udc.es> o <benigno@udc.es>

[Máster Universitario en Eficiencia Energética y Sostenibilidad](#)