



Estrategia Menorca 2030

HOJA DE RUTA PARA DESCARBONIZAR
EL SISTEMA ENERGÉTICO DE LA ISLA

Estrategia Menorca 2030

HOJA DE RUTA PARA DESCARBONIZAR
EL SISTEMA ENERGÉTICO DE LA ISLA



ESTRATEGIA MENORCA 2030

HOJA DE RUTA PARA DESCARBONIZAR EL SISTEMA ENERGÉTICO DE LA ISLA

Coordinación:

- Irene Estaún Clarisó. Consell Insular de Menorca

Autores:

- Rafael Muñoz Campos. Consorcio de Residuos y Energía de Menorca
- Eduard Escolà i Capdevila. Consorcio de Residuos y Energía de Menorca
- Carlos Álvarez Bel. Instituto Universitario de Ingeniería Energética. Universitat Politècnica de València
- Meritxell Briansó Farell. Consell Insular de Menorca
- Jesús Cardona Pons. Institut Menorquí d'Estudis. Coordinador de las Directrices Estratégicas de Menorca (DEM)
- Javier Rodríguez García. Instituto Universitario de Ingeniería Energética. Universitat Politècnica de València
- Ignacio García Belenguer.
- Xavi Camps Orfila. Consorcio de Residuos y Energía de Menorca
- Josep Pons Bagur. Consorcio de Residuos y Energía de Menorca

DE LA PRESENTE EDICIÓN

1.ª Edición 2020

© Consell Insular de Menorca.

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, por cualquier medio o procedimiento, sin autorización previa.

Adaptación de textos:

Francina Fortuny Barber y Fabio Schneider Sánchez

Diseño y maquetación:

Xavi Pons e Ivan Khanet · Agencia Addaia

Impresión:

Impremta Camps

© Fotografía:

Fundació Foment de Turisme Menorca, Agencia Menorca Reserva de Biosfera, Carles Mascaró, Benjamín Riquelme, Aeropuerto de Menorca, Institut Menorquí d'Estudis, Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA)

Revisión ortográfica:

Diana Novell Noró

ISBN:

978-84-18334-11-5

DEPÓSITO LEGAL:

ME 414-2020

La **Estrategia Menorca 2030** es fruto del trabajo colectivo de un sinfín de organismos, instituciones, empresas y personas que, desde diferentes disciplinas, adquirieron el compromiso de apostar por lo que ya era un consenso social y político, la transición energética de la isla de Menorca.

Tras varios meses de intenso trabajo, el 15 de abril de 2019, el Pleno del Consell Insular de Menorca aprobaba la Estrategia, que concreta la hoja de ruta que la sociedad menorquina asume para impulsar la descarbonización del sistema energético de la isla.

Menorca se sumaba así a los esfuerzos que en el ámbito europeo e internacional se realizan para mitigar los efectos del cambio climático, y que se concretan, dadas las características del territorio, en la iniciativa de la Comisión Europea “Clean Energy for EU Islands”, de la que la isla de Menorca forma parte activa desde febrero de 2019.

Muchas iniciativas descritas en esta estrategia ya se están impulsando. Otras se iniciarán en el futuro para dar cumplimiento a los ambiciosos objetivos marcados.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que con su implicación, trabajo e ilusión han hecho posible que la Estrategia Menorca 2030 sea una realidad. Y, muy especialmente, al grupo impulsor que reunido el 5 de julio de 2018 dio inicio a la singladura que concluía con este documento.

Índice

1. Estrategia Menorca 2030	6
1.1. Una hoja de ruta para la transición energética.....	7
1.2. ¿Por qué Menorca para una estrategia cero emisiones?.....	9
1.3. Principios y criterios de la Estrategia Menorca 2030.....	13
1.4. Objetivos: hacia un sistema energético descarbonizado.....	16
1.5. Diagnóstico de la situación de partida.....	20
2. Acciones de la Estrategia Menorca 2030: una isla con renovables, menor consumo y mayor eficiencia	24
2.1. Un sistema eléctrico basado en las renovables	26
2.2. Almacenamiento de energía e instalaciones de respaldo	38
2.3. Movilidad terrestre.....	54
2.4. Eficiencia y gestión activa de la demanda	69
2.5. Redes inteligentes	99
2.6. Mecanismos de mercados avanzados: <i>smart markets</i>	121
2.7. Comunidad energética de Menorca.....	125
2.8. Proyectos singulares.....	127
3. Actuaciones estratégicas Top 10 Menorca 2030	129
4. Identificación de riesgos.....	132
5. Medidas regulatorias, de planificación y normativas.....	134
6. Oficina de impulso	137
7. Mapa de ruta de los objetivos.....	139
8. Indicadores de referencia	142
Referencias	145
Relación de instituciones, entidades, asociaciones y empresas que han expresado su apoyo explícito a la Estrategia Menorca 2030	147



***Estrategia
Menorca 2030***

1.1. UNA HOJA DE RUTA PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La Estrategia Menorca 2030 constituye la hoja de ruta para descarbonizar el sistema energético de la isla de Menorca desde la configuración actual hacia un modelo basado en renovables. Toma como marcos de referencia el plan de descarbonización UE Roadmap 2050, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética de las Illes Balears y los principios de su distinción como Reserva de Biosfera.

La elaboración de la hoja de ruta para descarbonizar el sistema energético de Menorca se ha basado en una **visión integral** de las diferentes fuentes, infraestructuras y usos de la energía, con el objetivo de **reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**. La propuesta describe el camino para reconducir el sistema energético desde la configuración actual hacia un **modelo basado en renovables**, plenamente compatible con los compromisos asumidos por los países de la UE para 2030 y, fundamentalmente, con los principios de una **Reserva de Biosfera**.

La Estrategia Menorca 2030 tiene como objetivo último **situar a Menorca a la vanguardia en el uso de energías limpias**, y servir como **referente para otros territorios** de la Unión Europea. Define la transición energética de la isla de Menorca para establecer las

prioridades de política energética, las acciones a llevar a cabo, el establecimiento de vías de colaboración, apoyo y financiación, además de constituir **una guía para la toma de decisiones** en los sectores público y privado. Con este documento estratégico, Menorca pretende formar parte de las acciones de la iniciativa de la Comisión Europea **“Clean Energy for EU Islands”**, pero también facilitar otras iniciativas de ámbito público y privado que contribuyan a impulsar la transición energética de la isla.

Los marcos de referencia de descarbonización son el **UE Roadmap 2050** y la **Ley 10/2019, de 22 de febrero, de Cambio Climático y Transición Energética**, aprobada por el Parlamento de las Illes Balears, que fijan un objetivo mínimo de reducción de gases de efecto invernadero del 40% en 2030, con respecto a los valores de 1990.

Esta hoja de ruta parte del proceso iniciado en 2016 de elaboración de las Directrices Estratégicas de Menorca (**DEM**), y del impulso que el Consell Insular de Menorca (CIM) quiere dar al cambio de modelo energético de la isla. En el proceso de las DEM se ha elaborado un **diagnóstico detallado del actual sistema energético, que sirve de punto de partida para la hoja de ruta.**¹ También suponen una sólida base de conocimiento la serie de indicadores que el Observatorio Socioambiental de Menorca (OBSAM) publica, desde hace 20 años, sobre la dinámica que sigue la Reserva de Biosfera. OBSAM y DEM son proyectos del Institut Menorquí d'Estudis (IME), organismo autónomo adscrito al CIM.

Para ello, se cuenta también con el interés del resto de **administraciones públicas implicadas**, tanto en el ámbito nacional (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), regional (Gobierno de las Illes Balears), como local (ayuntamientos de Menorca y Consorcio de Residuos y Energía de Menorca), así como una amplia representación del sector privado, que se ha implicado activamente en la elaboración de esta hoja de ruta. Además, el Consejo Social y el Consejo Científico de la Reserva de Biosfera y el Consejo Económico y Social de Menorca (CES), son ámbitos de participación pública donde se ha seguido el proceso de creación de esta estrategia.



¹ El documento está disponible en castellano, catalán e inglés en el siguiente enlace: <http://www.ime.cat/contingut.aspx?idpub=14611>

1.2. ¿POR QUÉ MENORCA PARA UNA ESTRATEGIA CERO EMISIONES?

*El avance del **cambio climático** causado por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico ha introducido en la **agenda internacional** la necesidad urgente de adquirir **compromisos de reducción de emisiones** para su mitigación.*

*La isla de Menorca, declarada en 1993 Reserva de Biosfera por la UNESCO, quiere estar presente en la **alianza global** para la mitigación del cambio climático. Para ello, **Menorca** presenta unas **características especialmente apropiadas** para la implementación de una **estrategia de transición energética**.*





Reserva de Biosfera

Menorca y sus aguas colindantes son una Reserva de Biosfera de 514.485 ha de superficie reconocida. La isla cuenta con un entorno natural privilegiado y un alto nivel de protección del territorio y el paisaje. La implantación de infraestructuras de energías renovables en el contexto de esta conservación territorial encaja perfectamente en el reto como Reserva de Biosfera de compatibilizar la actividad humana y la preservación del medio.

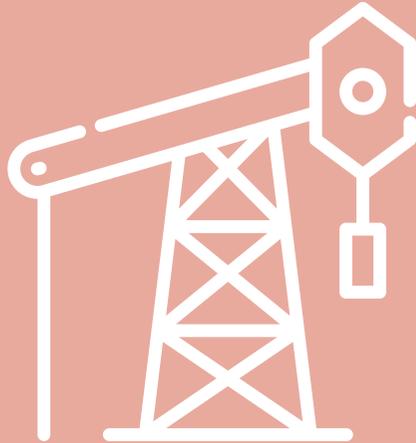


Compromiso social y político

Existe un alto grado de consenso social y político sobre la necesidad de un nuevo modelo energético basado en renovables con generación en la propia isla,² que se ve reflejado en el apoyo que este documento ha recibido.³ Asimismo, el Plan de Acción de la Reserva de Biosfera de Menorca (2018-2025) y la revisión del Plan Territorial Insular de Menorca (en proceso) como principales instrumentos de planificación en el ámbito insular contemplan la transición energética como uno de sus ejes prioritarios.

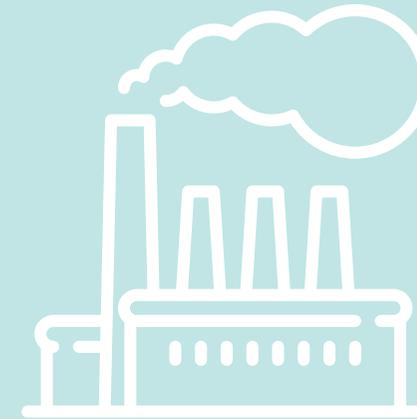
² Sucesos recientes, como la desconexión eléctrica de la isla respecto al sistema eléctrico balear (noviembre de 2017) o el corte de suministro eléctrico que afectó a media isla durante más de 48 horas (octubre 2018), han elevado el grado de preocupación social y la demanda urgente de reformular el sistema energético. A esta demanda se suma la deficiente calidad del aire que presentan las zonas cercanas a la central térmica de la isla y el consiguiente problema de salud pública.

³ Véase Anexo A.



Dependencia energética exterior

La práctica totalidad de la demanda eléctrica en Menorca procede de la quema de fueloil y gasóleo, y la contribución de energía renovable solo alcanza el 1% de toda la energía primaria. La total dependencia energética de los combustibles fósiles, unido al reciente episodio de desconexión de Menorca del sistema eléctrico Mallorca-Menorca, hace patente la vulnerabilidad del sistema y la necesidad de optar por un modelo no dependiente de fuentes energéticas externas.



Emisiones e impacto

Al alto grado de emisiones de gases de efecto invernadero ligadas al sistema energético, se suma la creciente preocupación por el impacto en la salud de las emisiones contaminantes de la principal planta productora de electricidad de la isla, por lo que una estrategia de descarbonización que abogue por el aumento paulatino de la generación eléctrica a partir de energías renovables tendría un impacto positivo tanto en el medio como sobre la salud de la población de la isla.



Diagnóstico inicial

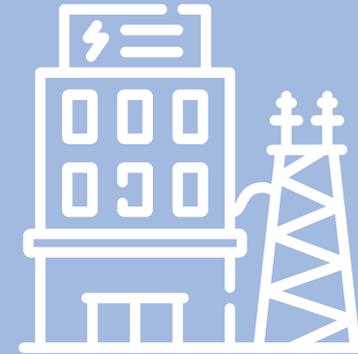
El análisis integral del sistema energético de la isla, realizado por las Directrices Estratégicas de Menorca (DEM), permite conocer en profundidad el punto de partida sobre el que se definen las estrategias de la presente hoja de ruta. A ello se añade la existencia de una serie consistente de indicadores energéticos, llevada a cabo por el Observatorio Socioambiental de Menorca (OBSAM) desde hace años, que facilita el seguimiento de los objetivos fijados.



Laboratorio vivo

Su tamaño (702 km², 100.000 habitantes, 8 municipios), su situación en el centro del Mediterráneo occidental y su elevada afluencia turística, hacen de Menorca un laboratorio idóneo para la integración de energías renovables, de modos alternativos de transporte, de eficiencia en la edificación y de nuevos sectores económicos. Además, su pertenencia a la Red Mundial de Reservas de Biosfera Islas y Zonas Costeras haría de Menorca una experiencia especialmente replicable.

1.3. PRINCIPIOS Y CRITERIOS DE LA ESTRATEGIA MENORCA 2030



Seguridad de suministro

El diseño del futuro sistema energético debe mantener y mejorar los índices actuales de calidad, fiabilidad y seguridad del suministro, y reducir la dependencia energética del exterior en favor de iniciativas de auto-suficiencia. Todo ello sustituyendo los depósitos fósiles no renovables por flujos de energía renovables.

La Estrategia Menorca 2030 se plantea en el marco insular y dentro de los principios que deben regir una Reserva de Biosfera: asegurar y mejorar el suministro reduciendo la dependencia energética del exterior, fomentar la economía local y garantizar la preservación del medio bajo criterios de sostenibilidad.



Participación social

La transición energética debe asegurar la participación de la sociedad como impulsora y beneficiaria del cambio de modelo energético. Esto debe tener lugar a través del fomento de la participación ciudadana tanto en la puesta en marcha de iniciativas como en la inversión requerida en el plan de transición energética.



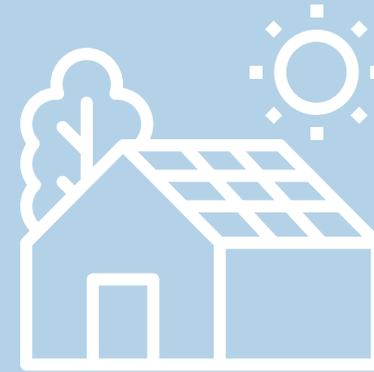
Viabilidad económica

La transición energética debe garantizar también la sostenibilidad económica del nuevo modelo energético, que tendrá como ejes prioritarios la creación de una industria local relacionada con las energías limpias, la atracción de talento en áreas de conocimiento vinculadas a las renovables, la gestión eficiente, la modernización de redes y la dinamización de la economía local.



Sostenibilidad ambiental

El modelo de transición energética de la isla toma como punto de partida el compromiso de llevar a cabo acciones de mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire. Por ello, esta estrategia de descarbonización tiene entre sus objetivos principales reducir a más de la mitad las emisiones de gases de efecto invernadero.



Integración paisajística

La Estrategia Menorca 2030 contempla la integración de las infraestructuras asociadas a la transición energética en los ecosistemas y el paisaje de Menorca, preservando los valores del mosaico agroforestal y del patrimonio histórico de la isla.

1.4. OBJETIVOS: HACIA UN SISTEMA ENERGÉTICO DESCARBONIZADO

La Estrategia Menorca 2030 establece un objetivo global, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero tomando como marco de referencia la estrategia UE Roadmap, y unos objetivos específicos para su consecución, la implantación de renovables y la reducción del consumo de combustibles fósiles.

Objetivo global: un 50% menos de emisiones de CO₂ para 2030. La hoja de ruta Menorca 2030 para la descarbonización de la isla se marca como objetivo global reducir en más de un 50% las emisiones contaminantes respecto al año 1990. El marco de referencia que toma la propuesta es la estrategia UE Roadmap 2050, por ser la más ambiciosa en la descarbonización, como se ilustra en la figura 1.



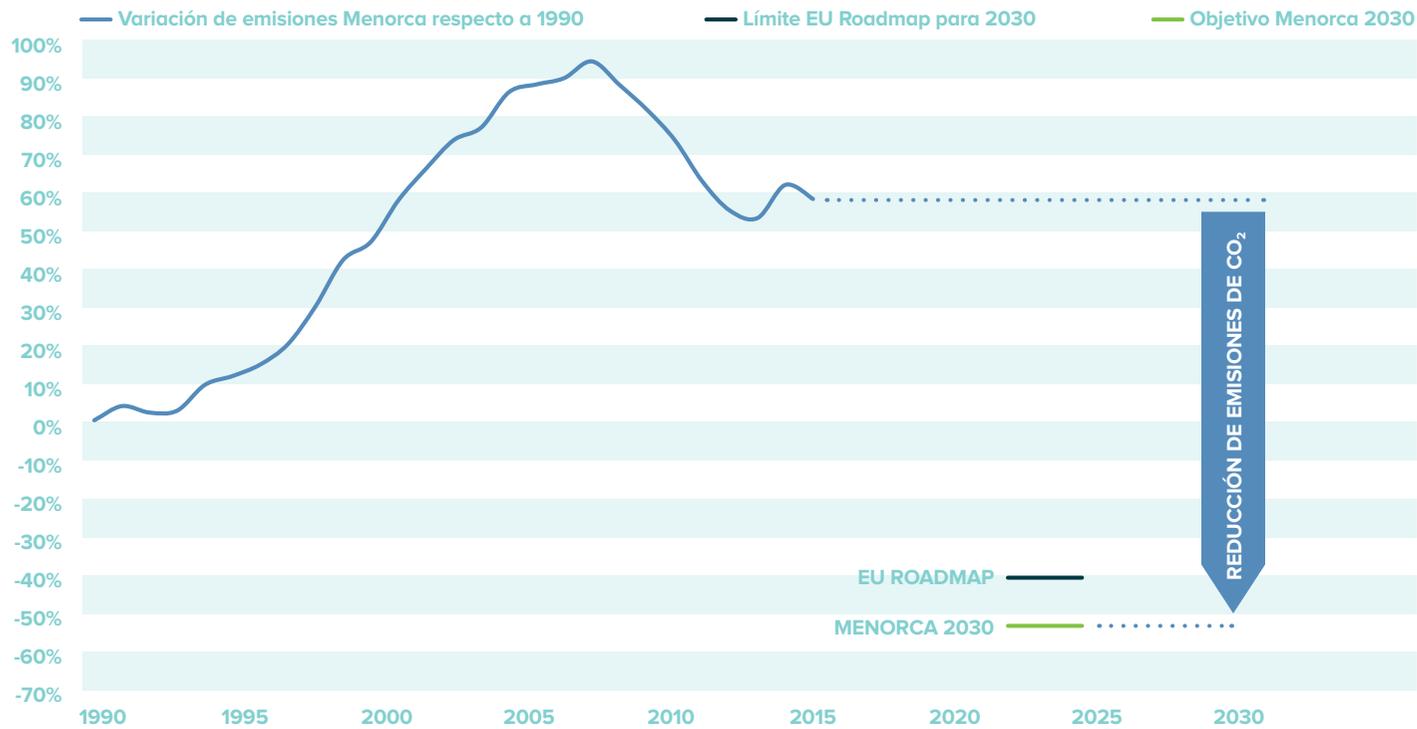
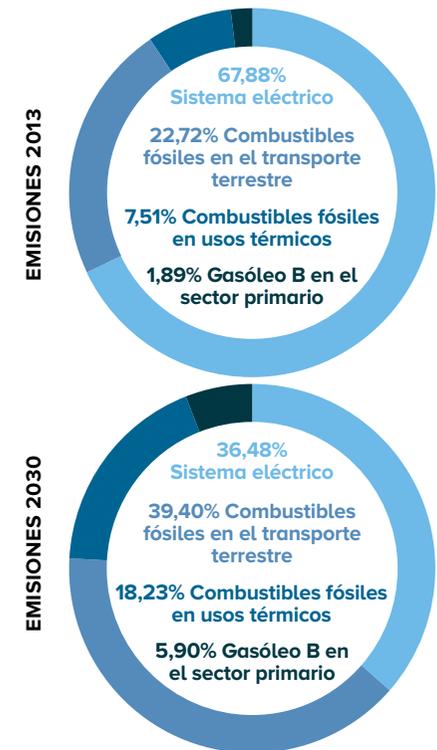
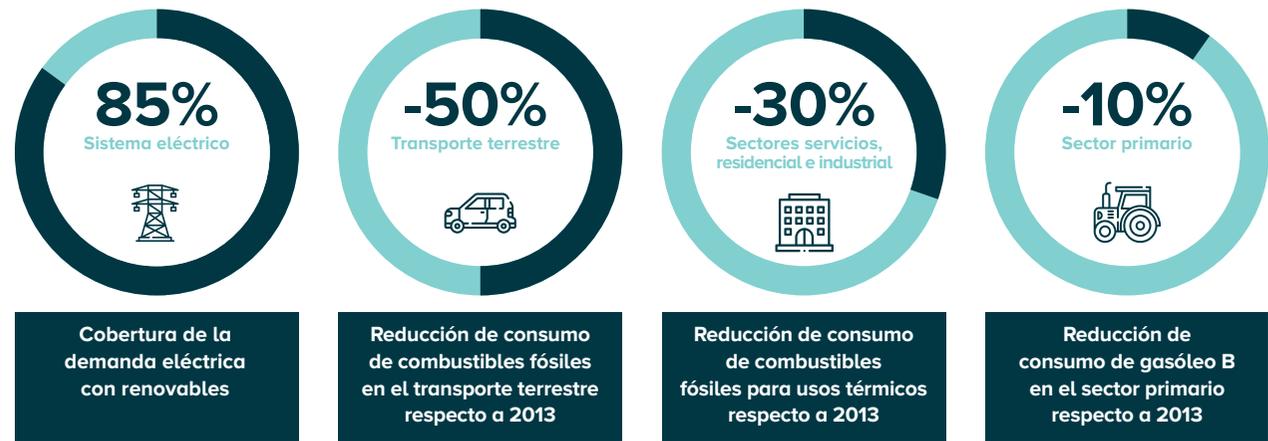


Figura 1. Evolución prevista de emisiones de CO₂ en Menorca.





- 261 MW en parques fotovoltaicos
- 16,5 MW en parques eólicos
- 4 MW de energía undimotriz
- 400 MWh de almacenamiento eléctrico
- Redes inteligentes
- Doble enlace eléctrico con Mallorca
- Central térmica para respaldo y emergencia con gas natural o hidrógeno

- Uso compartido de desplazamientos/vehículos
- Electrificación del transporte
- Transporte colectivo
- Modos alternativos al vehículo privado motorizado

- Eficiencia y rehabilitación energética
- Gestión de la demanda
- Electrificación
- 30 MW de autoconsumo renovable en entornos urbanos
- Mercados avanzados
- Biomasa

- Eficiencia energética
- Renovación de maquinaria

Objetivos específicos: reducción de consumo e implantación de renovables para sustituir los combustibles fósiles. Para lograr el objetivo global de reducción de emisiones que marca la estrategia para 2030, se han establecido una serie de objetivos específicos relativos a los principales usos energéticos de la isla.

Figura 2. Objetivos específicos Menorca 2030.

**EVOLUCIÓN DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS:
2020, 2025, 2030**

La Estrategia Menorca 2030 calcula que para 2020 la implantación de renovables cubra el 18% de la demanda eléctrica; para el 2025, el 54%, y para 2030, el 85%. Esta transición hacia el uso de energías limpias supondrá que para 2030 la mitad del consumo de energía final provenga de renovables, habiendo así reducido de forma significativa la producción de energía con combustibles fósiles.

La proyección sobre cómo se avanzará en el cumplimiento de los **objetivos específicos** de esta estrategia adopta como año de referencia el año 2016, al ser el último de la serie que dispone de toda la información relativa a la demanda energética de la isla correspondiente a los diferentes vectores energéticos que se han utilizado para el estudio.

En la figura 3 se detalla la previsión planteada para la **cobertura de la demanda eléctrica con renovables** y la reducción en el consumo de **combustibles fósiles** en los diferentes ámbitos de actuación hasta 2030.

En lo relativo a la evolución de la demanda de energía final, y según los objetivos específicos marcados, las previsiones de la Estrategia Menorca 2030 plantean que **el 50% de la demanda energética final de Menorca en 2030 sea de energía eléctrica de origen renovable**. En la figura 4 se puede observar la evolución de dicha demanda expresada en GWh para el período 2016-2030 y su procedencia renovable o no renovable.

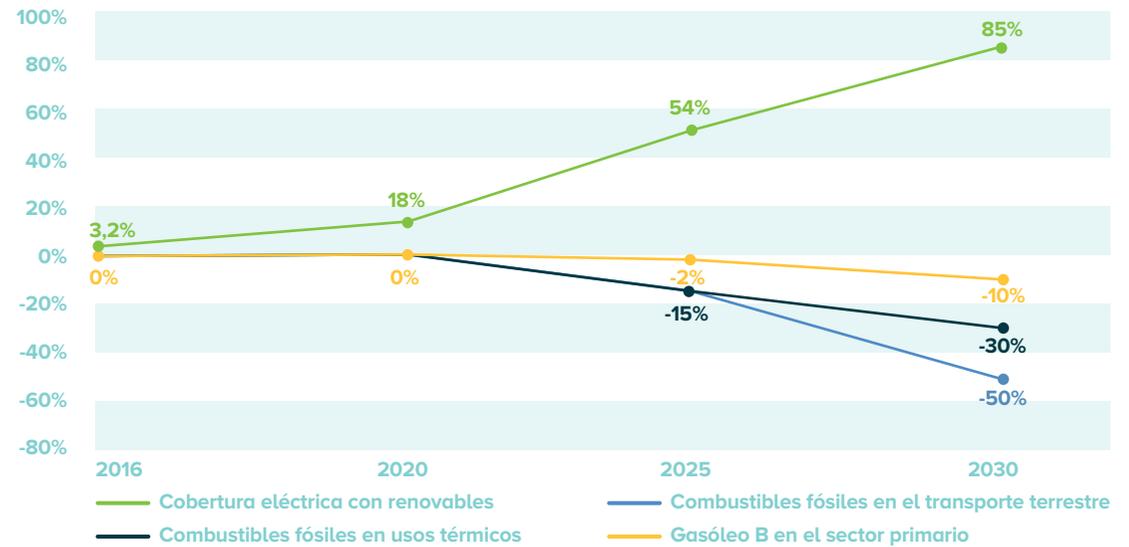


Figura 3. Evolución de los objetivos específicos.

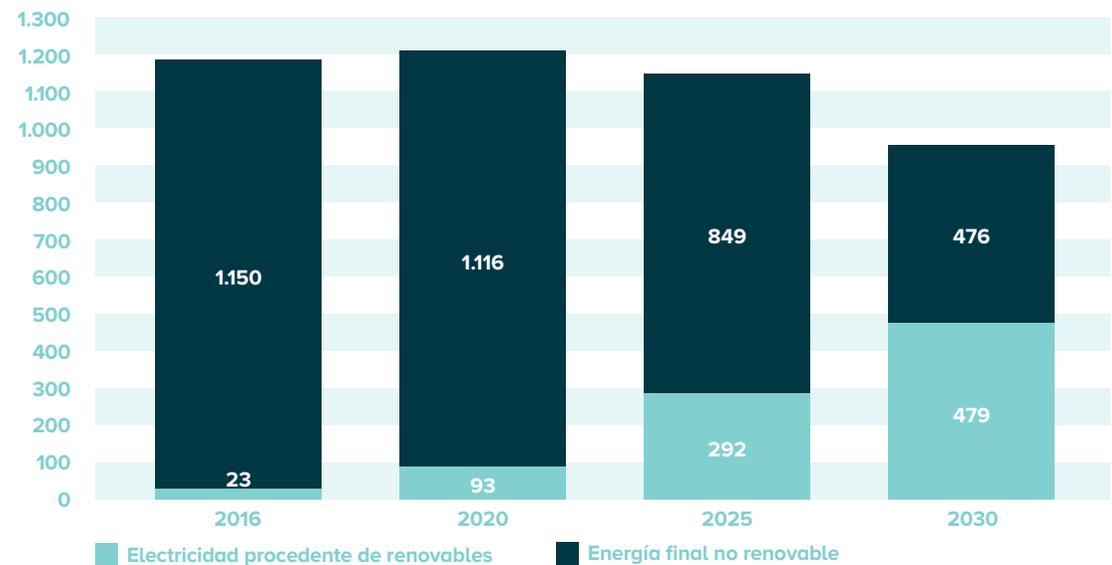


Figura 4. Previsión de evolución de la demanda de energía final. Unidades: GWh.

1.5. DIAGNOSIS DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA



El 97% de la demanda eléctrica en Menorca en 2018 procede de la quema de fueloil y gasóleo en la central térmica y la contribución de energía renovable al sistema eléctrico es del 3% (2018). En cuanto a las emisiones directas de CO₂ per cápita, los datos nos sitúan por encima de la media nacional y europea e incumplimos regionalmente los acuerdos de Kioto. La isla tiene un índice de motorización muy elevado, con casi 800 vehículos matriculados por 1.000 habitantes.

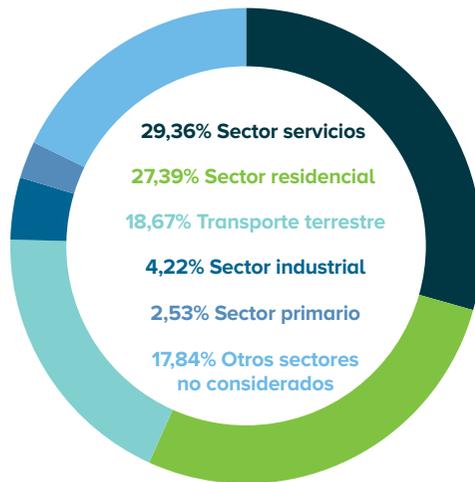


Figura 5. Emisiones de CO₂ por sectores.
Fuente: Directrices Estratégicas de Menorca (DEM) - IME.

El punto de partida de Menorca previo a la implantación de esta estrategia de descarbonización es la de un territorio con una **elevada dependencia energética de los combustibles fósiles**, lo que conlleva también **altas cifras de emisiones** contaminantes y de efecto invernadero (GEI).

La figura 5 muestra el peso de las **emisiones de gases de efecto invernadero** de los sectores considerados más contaminantes y objeto de actuación en la presente hoja de ruta. Las actuaciones previstas plantean **cubrir más del 80% de las emisiones** directas de GEI.

En lo relativo a las **emisiones directas de CO₂** per cápita, Menorca se sitúa por encima de la media nacional y europea, además de incumplir regionalmente



Figura 6. Comparativa de emisiones de CO₂ anuales per cápita.
Unidades: tCO₂ per cápita. Fuente: Directrices Estratégicas de Menorca (DEM) - IME.

los diferentes acuerdos internacionales de reducciones de emisiones desde Kioto.⁴

El **sistema eléctrico** tiene una potencia instalada de 5,1 MW fotovoltaicos y 3,2 MW eólicos, que supone una contribución actual (2018) al mix eléctrico del 3%. El restante **97% de la demanda eléctrica lo cubre la central térmica** quemando fueloil y gasóleo con un rendimiento del 33%.

En cuanto al sector de la movilidad, el **transporte terrestre** supone el 30% del consumo de energía final en Menorca. La isla tiene un índice de motorización muy elevado, con casi 800 vehículos matriculados por 1.000 habitantes (población censada). El 53% de los desplazamientos se realizan en vehículo

privado; el 42% a pie, el 4% en bicicleta, y tan solo un 1% en transporte público. Se contabilizan casi 50.000 turismos y 9.200 motocicletas, datos que no incluyen buena parte de la flota de alquiler, ya que no está matriculada en la isla.

DIAGRAMA DE SANKEY, SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

En el diagrama de Sankey que se reproduce en la página siguiente se puede comprobar el peso de las diferentes fuentes de energía primaria, los usos finales de los diferentes sectores y las pérdidas del sistema energético de Menorca.

⁴ Véase documento: [http://www.obsam.cat/indicadors/sectors-economics/energia/emissions-CO₂/Emissions-directes-CO₂-1990-2016.pdf](http://www.obsam.cat/indicadors/sectors-economics/energia/emissions-CO2/Emissions-directes-CO2-1990-2016.pdf)

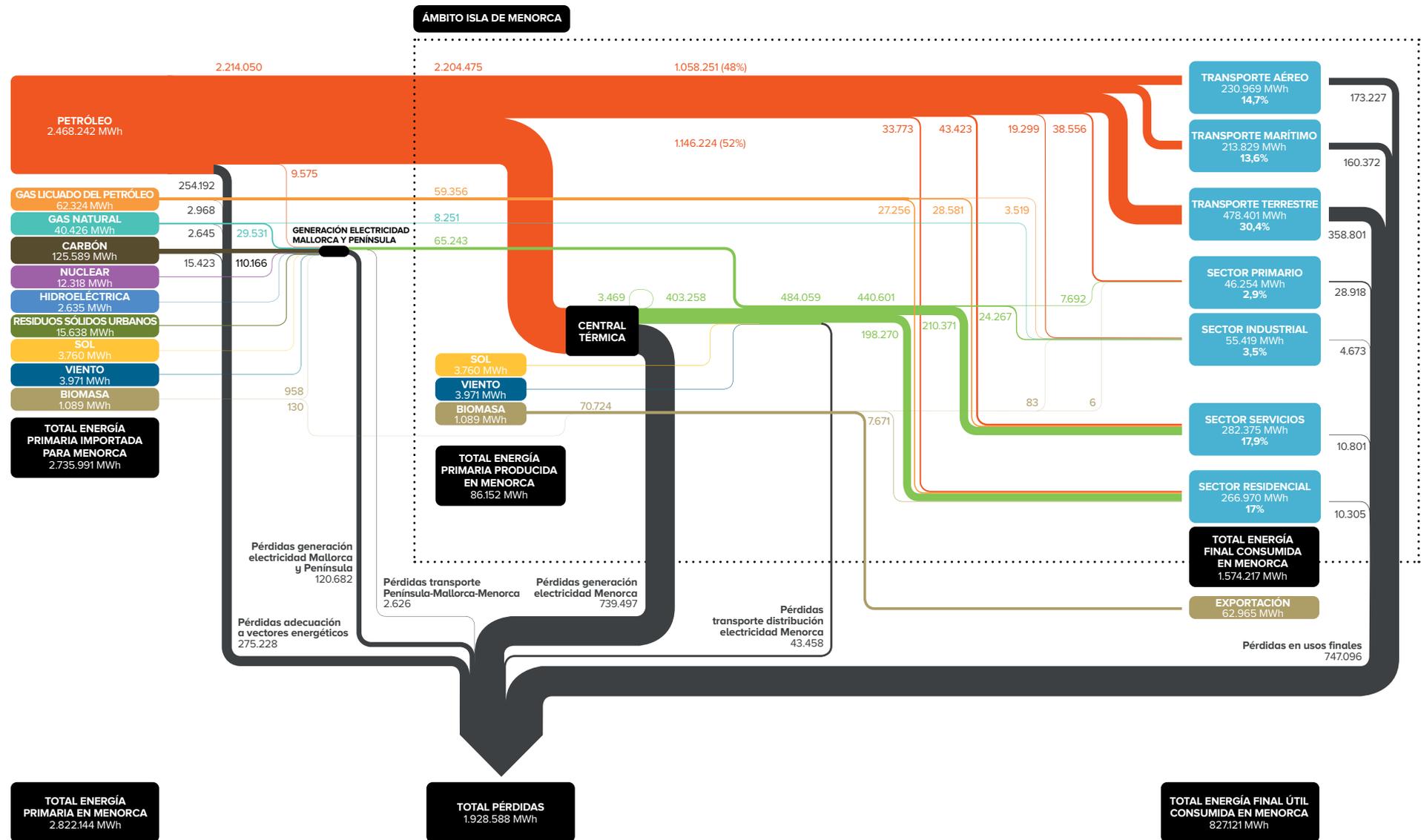


Figura 7. Diagrama de Sankey de la situación energética actual en Menorca. Fuente: Directrices Estratégicas de Menorca (DEM) - IME.





***Acciones de la Estrategia Menorca 2030:
una isla con renovables, menor consumo
y mayor eficiencia***



La hoja de ruta para la descarbonización de Menorca propone dar cumplimiento a los objetivos marcados mediante actuaciones focalizadas en los sectores estratégicos de la isla. Para cada área de actuación se han diseñado una serie de acciones en función de sus características. Todas ellas están basadas en la **penetración de renovables, la disminución del consumo energético y la mejora de la eficiencia energética**. Dichas acciones consideran el contexto,

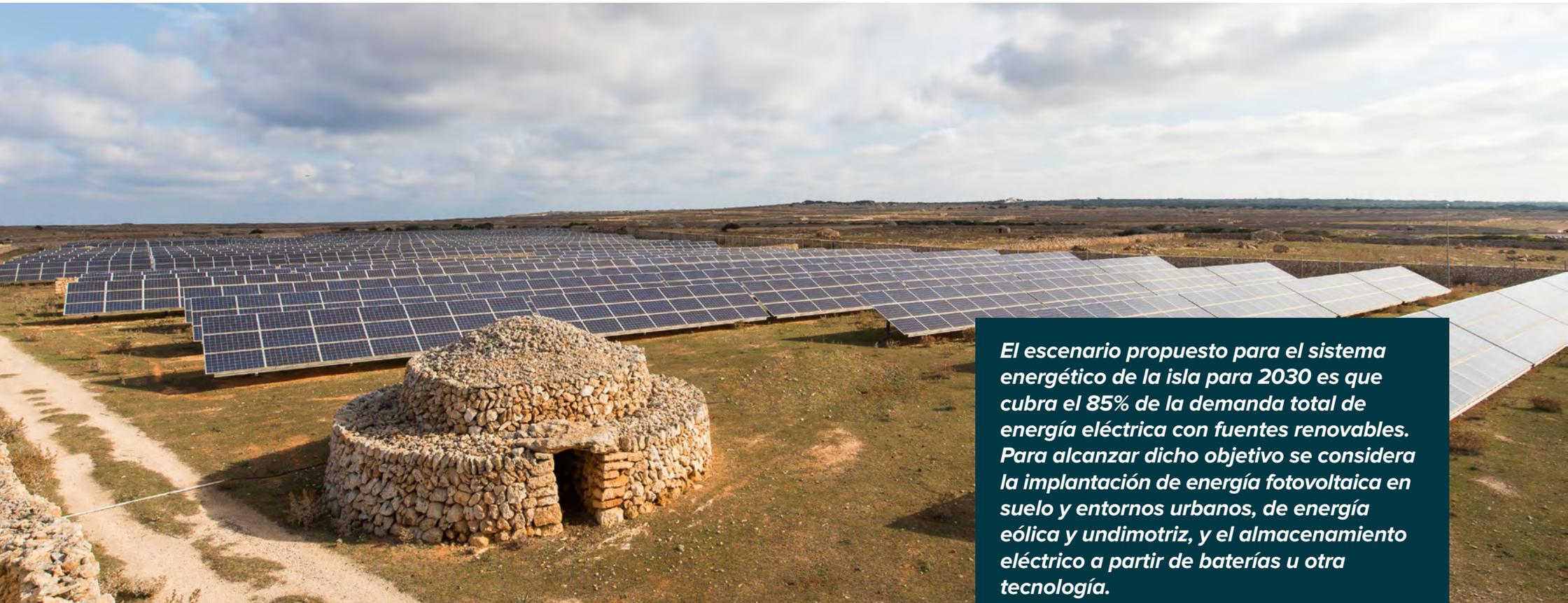
los medios y las tecnologías disponibles y viables actualmente, pero con flexibilidad en las propuestas para ensayar e incorporar tecnologías emergentes.

Las principales áreas de actuación de la Estrategia Menorca 2030 son el **sistema eléctrico**, en el que se proyecta una alta penetración de renovables de producción propia; la **movilidad terrestre**, en la que se propone la introducción del vehículo eléctrico y el

fomento del transporte compartido y colectivo; el **sector residencial**, con la autoproducción individual y compartida y la rehabilitación energética como actuaciones principales; y el **sector servicios**, en el que se incluyen, entre otros, el turismo y la administración pública. Las actuaciones principales para este último ámbito se centran en incrementar el autoconsumo, mejorar la eficiencia y la gestión de la demanda energética.

⁵ Se excluyen de los objetivos y acciones propuestas el transporte aéreo y marítimo, ya que se regulan desde competencias estatales e internacionales, siendo por el momento difícil la actuación en estos sectores desde políticas locales. Aunque sus emisiones tienen un peso relativo menor en el conjunto de emisiones atribuibles a la isla, no se descarta que en planificaciones futuras se consideren medidas de compensación de la huella de carbono de estos sectores.

2.1. UN SISTEMA ELÉCTRICO BASADO EN LAS RENOVABLES



El escenario propuesto para el sistema energético de la isla para 2030 es que cubra el 85% de la demanda total de energía eléctrica con fuentes renovables. Para alcanzar dicho objetivo se considera la implantación de energía fotovoltaica en suelo y entornos urbanos, de energía eólica y undimotriz, y el almacenamiento eléctrico a partir de baterías u otra tecnología.

Se parte de una demanda anual de energía eléctrica de 513 GWh para 2020 que irá evolucionando al alza, en la medida que se electrifica la demanda, hasta alcanzar los 561 GWh/año en 2030, como se indica en la figura 8.

Para alcanzar dicho objetivo **se consideran diferentes escenarios de penetración de energías renovables según tecnologías**, de forma que permitan alcanzar el objetivo del 85% en 2030, considerando como más probable el escenario siguiente:

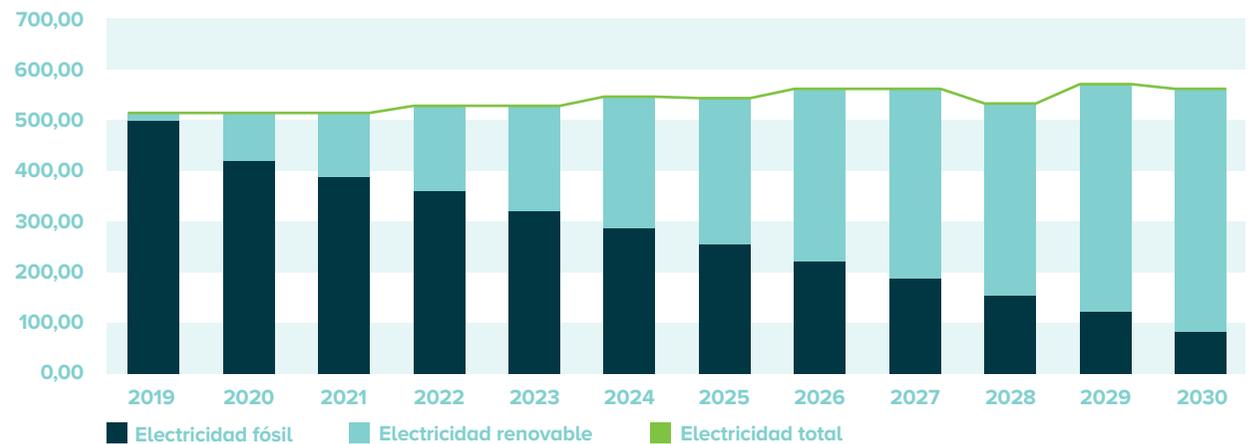


Figura 8. Evolución de la demanda de energía eléctrica y su cobertura para el período 2019-2030. Unidades: GWh.

261 MW
DE ENERGÍA FOTVOLTAICA EN PLANTAS DE GENERACIÓN EN SUELO

16,5 MW
DE ENERGÍA EÓLICA

30 MW
DE ENERGÍA FOTVOLTAICA Y MICROEÓLICA CON AUTOCONSUMO EN ENTORNOS URBANOS

4 MW
DE ENERGÍA UNDIMOTRIZ EN EL PUERTO DE CIUTADELLA

400 MWh
DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO A PARTIR DE BATERÍAS U OTRA TECNOLOGÍA



2.1.1. Fotovoltaica en suelo

En el transcurso del período 2020-2030 debe planificarse y ejecutarse la implantación de 190 MWp de potencia fotovoltaica en suelo. Se priorizará la utilización de los espacios periurbanos, buscando siempre el mínimo impacto ambiental y paisajístico, el máximo aprovechamiento de las infraestructuras existentes y posibilitando la implicación de la población local. Todo ello implica instalaciones de entre 2 y 3,5 MWp y la autorización y ejecución de algo más de 20 MWp/año durante el período mencionado.

La **energía fotovoltaica en suelo** en Menorca parte de una potencia instalada de 5,1 MWp a los que han de añadirse 65,9 MWp en proyectos en estudio que ya cuentan con autorización administrativa, faltando únicamente su ejecución material. Así pues, **en el transcurso del período 2020-2030 debe planificarse y ejecutarse la implantación de 190 MWp de potencia fotovoltaica en suelo**, que han de integrarse convenientemente en la realidad física del territorio insular.

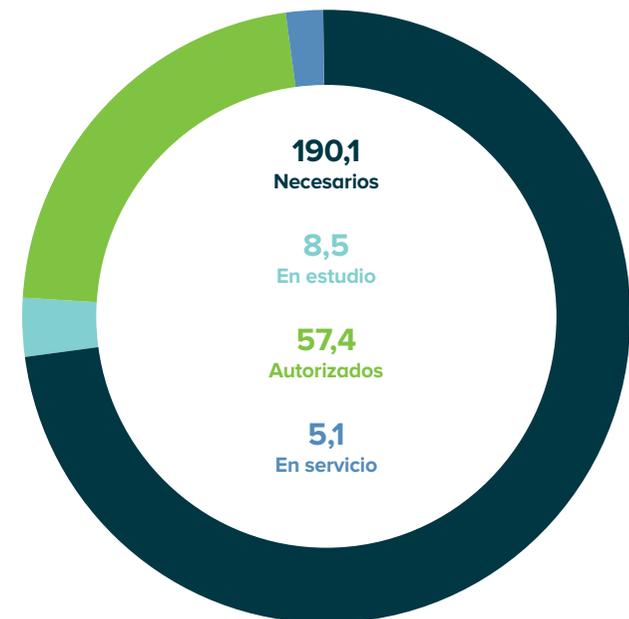


Figura 9. Planificación de la evolución de las instalaciones fotovoltaicas en suelo 2020-2030. Unidades: MWp. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Energía del GOIB.

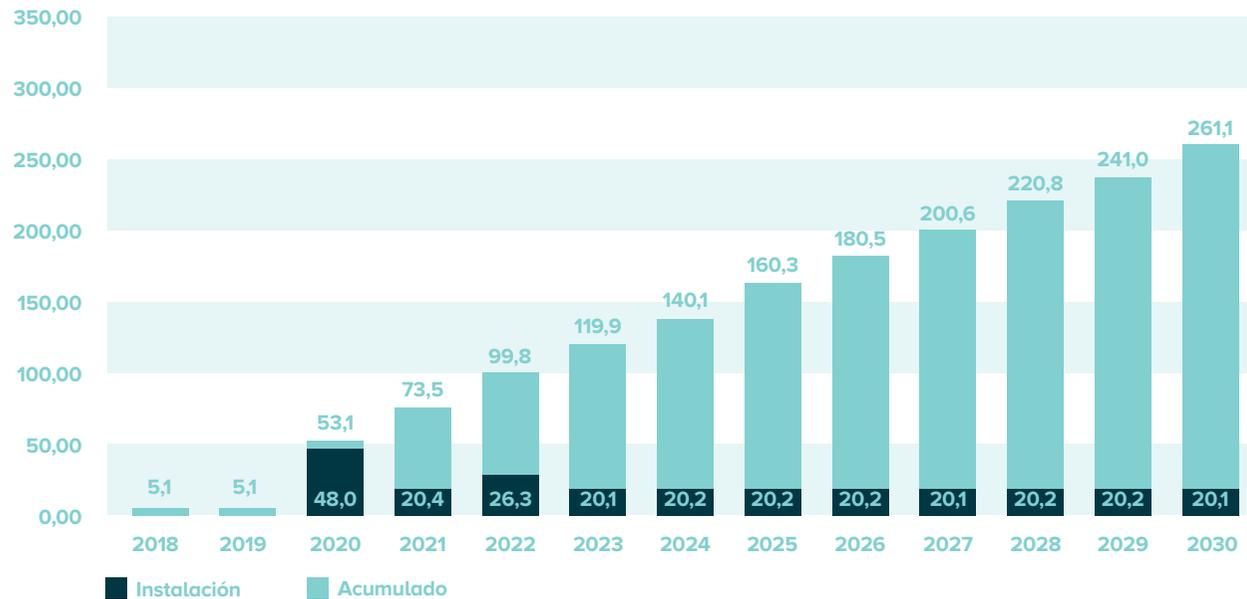


Figura 10. Evolución prevista de la potencia fotovoltaica instalada 2020-2030. Unidades: MWp.

Partiendo de la base de que la generación renovable debe ubicarse lo más cerca posible de los puntos de consumo para tener en cuenta la disponibilidad de recursos y minimizar las pérdidas técnicas de la red, se priorizará la utilización de los **espacios periurbanos**, buscando siempre el **mínimo impacto ambiental y paisajístico**, el máximo **aprovechamiento de las infraestructuras existentes** y posibilitando la **implicación de la población local**.

Todo ello implica la configuración de **plantas de tamaño ajustado** a la capacidad de la red de distribu-

ción de 15 kV, siendo la potencia admisible de los nodos de conexión el factor limitante que condiciona la potencia de los parques a valores comprendidos entre los 2 y los 4 MWp, dependiendo de las zonas. Capacidades mayores en la configuración de parques ya implicaría la ejecución de líneas dedicadas a subestación (según el caso, a partir de 3,5 MWp). Dado el sobrecoste económico que implica una red dedicada, se entiende que, en este caso, las instalaciones superarían los 10 MWp de potencia de generación para ser económicamente viables. Dadas sus dimensiones, su impacto visual, su ocupación de territorio

y sus necesidades de acceso a la red, estas instalaciones son difícilmente integrables en el modelo territorial de la isla, por lo que serán excepcionales. En cualquier caso, cuando exista un contingente de generación renovable en la red de distribución igual o superior a 10 MW con afección al mismo punto de la red de transporte, resulta necesario la aceptabilidad desde la perspectiva del operador del sistema con carácter previo a la obtención de los permisos de acceso y conexión.

En la planificación territorial de la isla y por afectación en la estructura de la red de distribución eléctrica, ha de preverse la integración de los mencionados 190 MWp (en carácter de mínimos), en forma de **instalaciones de entre 2 y 3,5 MWp**, lo que situaría su número entre **75 y 120 instalaciones de fotovoltaica en suelo** según su potencia. Ello implica la autorización y ejecución de algo más de 20 MWp/año durante el período 2020-2030.

Institucionalmente, en colaboración con los diferentes **grupos de interés**, ya se definieron los criterios generales para este tipo de instalaciones,⁶ con el objeto de **limitar los impactos ambientales y paisajísticos** de las mismas y facilitar, en su día, la restitución de las zonas a sus valores iniciales. Cabe señalar, por limitación de altura, que es poco probable la ejecución de instalaciones fotovoltaicas de seguimiento solar a dos ejes.

⁶ Véase el documento: <<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST5452I73122&id=73122>>



2.1.2. Eólica terrestre

En el diseño del nuevo mix energético de la isla la energía eólica puede llegar a aportar hasta el 25% de la demanda. Se ha considerado un escenario que permitiría una penetración de eólica de 10 MW a 30 MW. Menorca tiene un gran potencial de recurso eólico, pero también tiene una gran parte del territorio protegido. Por ello, se plantea la instalación de pequeños parques de un máximo de 8 MW formados por dos aerogeneradores.

En la estrategia de transición energética hacia el horizonte 2030 no debe descartarse ninguna de las tecnologías renovables, y mucho menos la eólica, que presenta un grado de madurez y competitividad muy altos. Por ello, **se considera que en el nuevo mix energético de la isla debe incluirse una participación de energía eólica** que, en un futuro, pueda llegar a aportar hasta el 25% de la demanda, tal como se indica y desarrolla a continuación.

La capacidad de penetración de la **energía eólica** en el subsistema eléctrico de Menorca está condicionada por diversos factores, siendo uno de los limitantes la demanda valle en la isla, además de disponer de la capacidad de gestión de energía que aportan la interconexión al subsistema eléctrico de Mallorca y la disponibilidad de sistemas de almacenamiento para evacuar excedente y regular la red. **Se considera un**



Figura 11. Mapa de aptitud eólica de Menorca según el PDSE.

escenario que permitiría una penetración de eólica de 10 MW a 30 MW, siendo el valor 16,5 MW como escenario de referencia. Para limitar su afectación al territorio, en el proceso de implantación se considerarán pequeños parques de un máximo de 8 MW formados por dos aerogeneradores, facilitando su integración en espacios que permitan continuar con el aprovechamiento agrícola y ganadero.

Menorca tiene un gran potencial de recurso eólico, pero también tiene una gran parte del territorio protegido. Por ello se ha realizado un **estudio⁷ para determinar las**

zonas más aptas según el atlas eólico del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)⁸ y que se ubiquen dentro de las zonas de aptitud eólica delimitadas por el Plan Director Sectorial Energético del Govern de les Illes Balears⁹ (PDSE). El estudio concluye con el establecimiento de **5 zonas prioritarias**, de las 9 analizadas, donde es posible instalar aerogeneradores de entre 3,5 MW y 4 MW, ya que lo más importante es limitar el número de aerogeneradores y no su potencia (el impacto visual de un aerogenerador de 3 MW a otro de 4 MW es prácticamente el mismo).

⁷ TFM "Estudio del Recurso Eólico para la Transición energética en Menorca". Ignacio García Belenguier, 2018.

⁸ Véase documento: <<https://www.idae.es/publicaciones/analisis-del-recurso-atlas-eolico-de-espana>>

⁹ Véase documento: <<https://www.caib.es/eboibfront/pdf/es/2015/73/919860>>

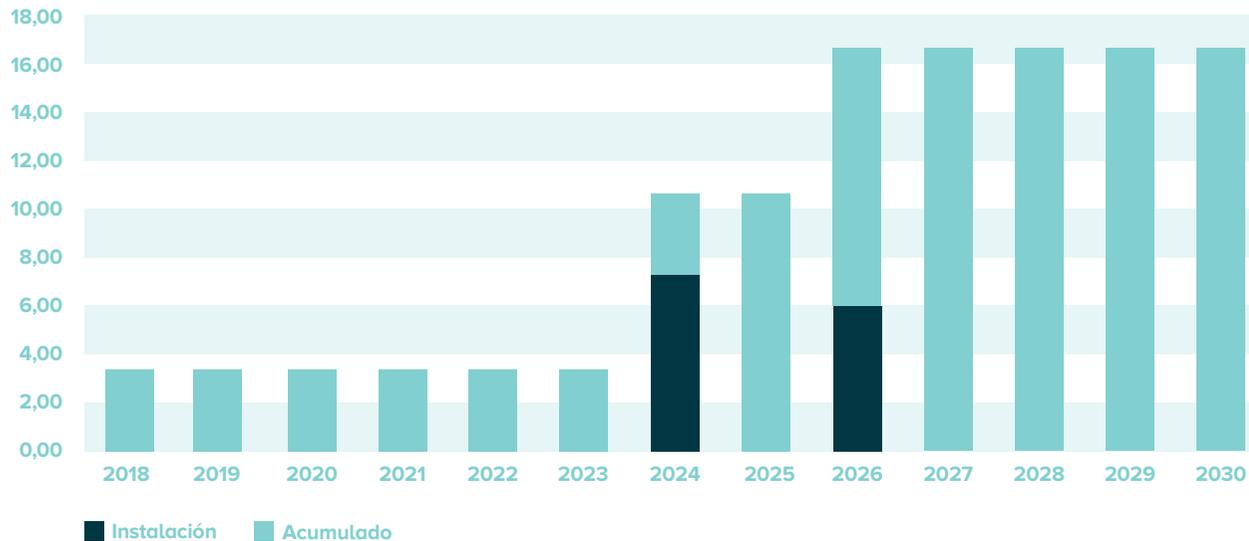


Figura 12. Evolución prevista de la potencia eólica instalada 2020-2030. Unidades: MW.

Para la elección de las zonas se han considerado **aspectos ambientales, visuales o de disponibilidad de accesos**, siempre buscando ubicaciones en **terreno rústico** con poco valor agrícola al ser el territorio en Menorca un bien escaso. En lo relativo a la ordenación territorial de las energías renovables, se ha dado cumplimiento a la **distancia mínima de 500 metros a núcleos habitados** que fija el PDSE.

En el caso de alcanzar la implantación de 30 MW eólicos, y considerando la media prevista en el estudio de 2.750 horas equivalentes (HE) a 80 m de altura, se alcanzaría una producción de 82,5 GWh/año. Ello su-

pondría una aportación del 17,25% al mix energético de la isla, y la **reducción en un 22,5% de las emisiones de CO₂** producidas por la generación eléctrica actual de Menorca.

Para hacer realidad esta propuesta, será necesaria la construcción de **una nueva red de distribución** de 15 kV que conecte los puntos de generación con las **subestaciones de Ciutadella, Es Mercadal y Dragonera** (líneas dedicadas). De esta manera se evitarán los altos costes de realizar la evacuación directamente a la red de transporte de 132 kV. Es importante considerar que estas nuevas líneas pue-

den servir para vertebrar una nueva red mallada de distribución/generación en 15 kV de alta capacidad, con conductor de 400 mm² al que **interconecte todas las subestaciones**. En caso de avería en una línea de evacuación, no se perdería la producción de toda la eólica instalada. Además, esta nueva configuración facilitaría al operador del sistema su labor de gestión de la red.

Esta configuración de la generación eólica tiene viabilidad económica con retornos en 12-15 años, considerando un precio de venta de la energía de 46 €/MWh.

En cuanto al **ritmo de implantación**, se parte de la base de que son instalaciones algo más complejas de tramitar que las plantas fotovoltaicas dada la necesidad de modelizar el comportamiento del viento en el emplazamiento elegido. Por ello, la implantación de eólica en Menorca sigue la previsión de la figura 12.

Cabe señalar que la penetración de la energía eólica en Baleares ha sido siempre problemática, siendo el parque eólico de Milà el único existente en el archipiélago, por lo que el ritmo de implantación previsto está sujeto a una gran incertidumbre. Ante este hecho, la **Estrategia Menorca 2030 fija objetivos de implantación de fotovoltaica sensiblemente superiores** a los que serían estrictamente necesarios para dar cumplimiento al objetivo general de alcanzar el 85% de participación de renovables en la generación final de energía. De esta manera se podría asegurar la consecución de este objetivo en el caso de que se retrasase la penetración eólica.



2.1.3. Renovables integradas en entornos urbanos

Se contemplan instalaciones ubicadas en edificios, zonas de aparcamientos, rotondas o parcelas en polígonos empresariales. Las tecnologías consideradas son la fotovoltaica y la eólica de pequeña potencia destinadas al autoconsumo o a la inyección a red. Con el objetivo de contar con 30 MW de renovables en entornos urbanos instalados en 2030, se deberán realizar esfuerzos importantes para mantener un ritmo de implantación cercano a los 3 MW anuales.

La Estrategia Menorca 2030 pone especial énfasis en la integración de las renovables en entornos urbanos mediante el aprovechamiento de aquellas infraestructuras ya existentes que puedan albergar sistemas de generación renovable. La **fotovoltaica y la eólica de pequeña potencia** (inferior a 100 kW) son consideradas las tecnologías más adecuadas, pudiendo ser destinadas tanto al **autoconsumo**, con o sin generación de excedentes, como a la **inyección a red**.

Se prevén varias posibilidades de desarrollo en función del uso final al que se destinan las instalaciones, que se pueden ver a la derecha.

- AUTOCONSUMO EN EL SECTOR RESIDENCIAL

- AUTOCONSUMO EN EL SECTOR SERVICIOS (SECTOR TURÍSTICO Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA)

- AUTOCONSUMO EN EL SECTOR INDUSTRIAL

- GENERACIÓN VINCULADA A LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO (IVE)

- FOTOVOLTAICA DE INYECCIÓN A RED (FVC) SOBRE CUBIERTAS O MARQUESINAS EN APARCAMIENTOS

- EÓLICA DE PEQUEÑA POTENCIA DE INYECCIÓN A RED (EPP)

POLÍGONOS INDUSTRIALES Y APARCAMIENTOS, NICHOS DE LA FOTOVOLTAICA

Un nicho importante que puede propiciar un incremento notable de la capacidad de generación y, a su vez, provocar la dinamización de la ocupación local son los **polígonos empresariales**, en los que se acumulan más de 600.000 m² de cubiertas de edificaciones construidas con fibras de amianto que están llegando al final de su vida útil. Aquí podrían implementarse políticas encaminadas a la **rehabilitación energética** de dichas construcciones combinadas con la sustitución de las cubiertas de fibrocemento e integrando la generación fotovoltaica orientada a la inyección a red.

No debe descuidarse tampoco la oportunidad que brinda la futura penetración de la **movilidad eléctrica**. Así pues, la implementación de una infraestructura de carga de vehículos eléctricos ha de ir acompañada de un crecimiento similar de la generación renovable. Es precisamente en las zonas de **aparcamiento** de vehículos donde podemos centrar una parte importante del esfuerzo ubicando **pérgolas fotovoltaicas y pequeños aerogeneradores junto a los puntos de carga**. En este caso, la gestión inteligente de la carga de vehículos ha de ser utilizada como un posible pilar de apoyo a la estabilidad y la gestión de demanda del operador del sistema.

En la actualidad hay un total de 1,6 MWp de generación fotovoltaica integrados en entornos urbanos, la mayoría destinados a autoconsumo y ubicados en cubiertas.

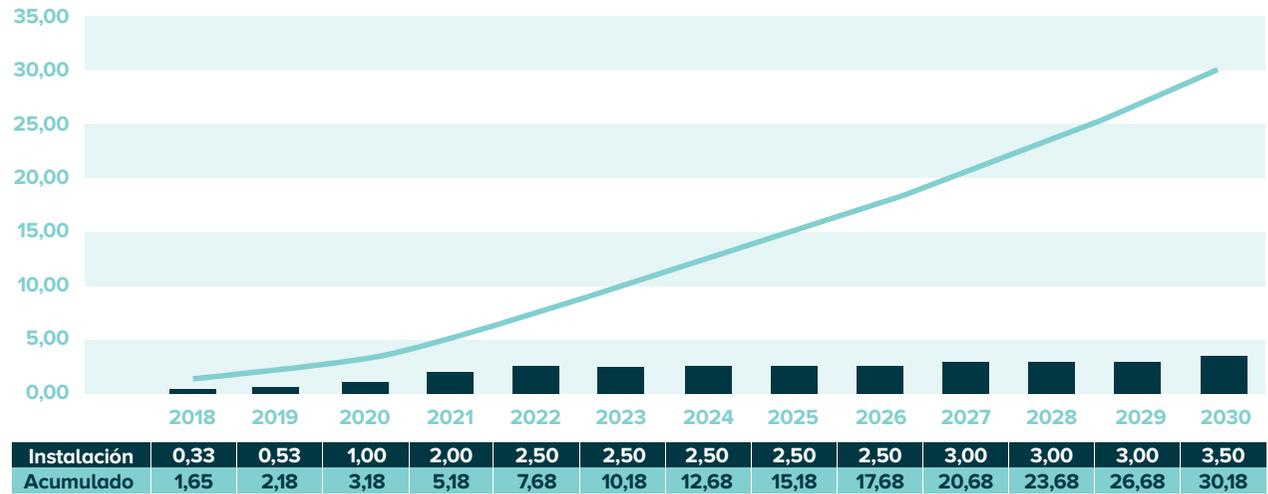


Figura 13. Evolución prevista de la potencia instalada en entornos urbanos 2020-2030. Unidades: MW.

La previsión para 2019 es de un crecimiento del 30%, consistente en la implantación de 0,53 MWp adicionales a los existentes. **Para que el ritmo de crecimiento sea adecuado al cumplimiento de los objetivos previstos, deberán realizarse esfuerzos importantes para mantener un ritmo cercano a los 3 MW anuales.**

En general, dada la cuantía de la integración de fotovoltaica prevista, así como de parques de vehículos eléctricos, se requiere el desarrollo de un **sistema de comunicación que permita una operación conjunta** segura y eficiente de todos los medios disponibles en el sistema eléctrico.

Sobre este aspecto es importante citar el reciente anuncio realizado por el IDAE de destinar una partida de 4 millones de euros provenientes de fondos europeos para el período 2019-2021 para la implementa-

ción de instalaciones de generación fotovoltaica en aparcamientos, lo que supondrá un primer impulso a esta generación en suelo urbano. Además de los fondos estatales, el Govern de les Illes Balears dedicará partidas específicas a la inversión en placas solares tanto en cubiertas como en pérgolas a través de diversos instrumentos, de modo que los aparcamientos, incluso aquellos de titularidad privada, y las cubiertas de los edificios públicos puedan albergar placas fotovoltaicas.

En el caso de que la implantación de las energías renovables integradas en entornos urbanos fuese mayor que la prevista, se podría disminuir el objetivo de implantación de la fotovoltaica en suelo.





2.1.4. Otras tecnologías de generación

Aunque el mix de renovables planteado en la Estrategia Menorca 2030 está basado en la generación fotovoltaica y eólica, no se descarta la idoneidad de otras tecnologías de generación renovables. El aprovechamiento energético de los residuos biodegradables, de la biomasa, o de la energía undimotriz son fuentes de energía estudiadas que contribuirán a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles en Menorca.

Aunque el mix de renovables planteado en la Estrategia Menorca 2030 está basado en la generación fotovoltaica y eólica, no se descarta efectuar alguna prueba piloto para **explorar la idoneidad de otras tecnologías** de generación renovables en el ámbito insular.

La **disponibilidad de residuos biodegradables y de biomasa** en la isla ha sido suficientemente estudiada durante los últimos años permitiendo considerar adecuada su contribución a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. Por su parte, la energía undimotriz, con un proyecto propuesto para el puerto de Ciutadella, se sitúa como otra opción viable para aportar al mix energético.



Residuos biodegradables

En el caso de los residuos biodegradables, se prevé la construcción de un biodigestor asociado al Área de Gestión de Residuos de Milà, con una potencia de generación eléctrica de 0,5 MW, a partir de la generación de biogás de residuos biodegradables agrarios, ganaderos, domésticos, comerciales e industriales. Actualmente esta planta de biogás está en fase de anteproyecto.



Biomasa

En cuanto al aprovechamiento de la biomasa procedente de la gestión forestal sostenible, así como de restos de poda y agrícolas, los estudios llevados a cabo durante la ejecución del proyecto LIFE+BOSCOS acotan la disponibilidad energética para usos térmicos a 46 MWh/año, un potencial nada despreciable que puede ser aprovechado, previa adecuación de sus instalaciones, por los centros deportivos y de atención sanitaria que requieren de grandes cantidades de agua caliente. El Polideportivo de Maó, la Piscina Municipal de Ciutadella, la Residencia Geriátrica Asistida de Maó, el Hospital General Mateu Orfila y la piscina municipal de Es Mercadal serían destinatarios potenciales de este recurso.



Energía undimotriz

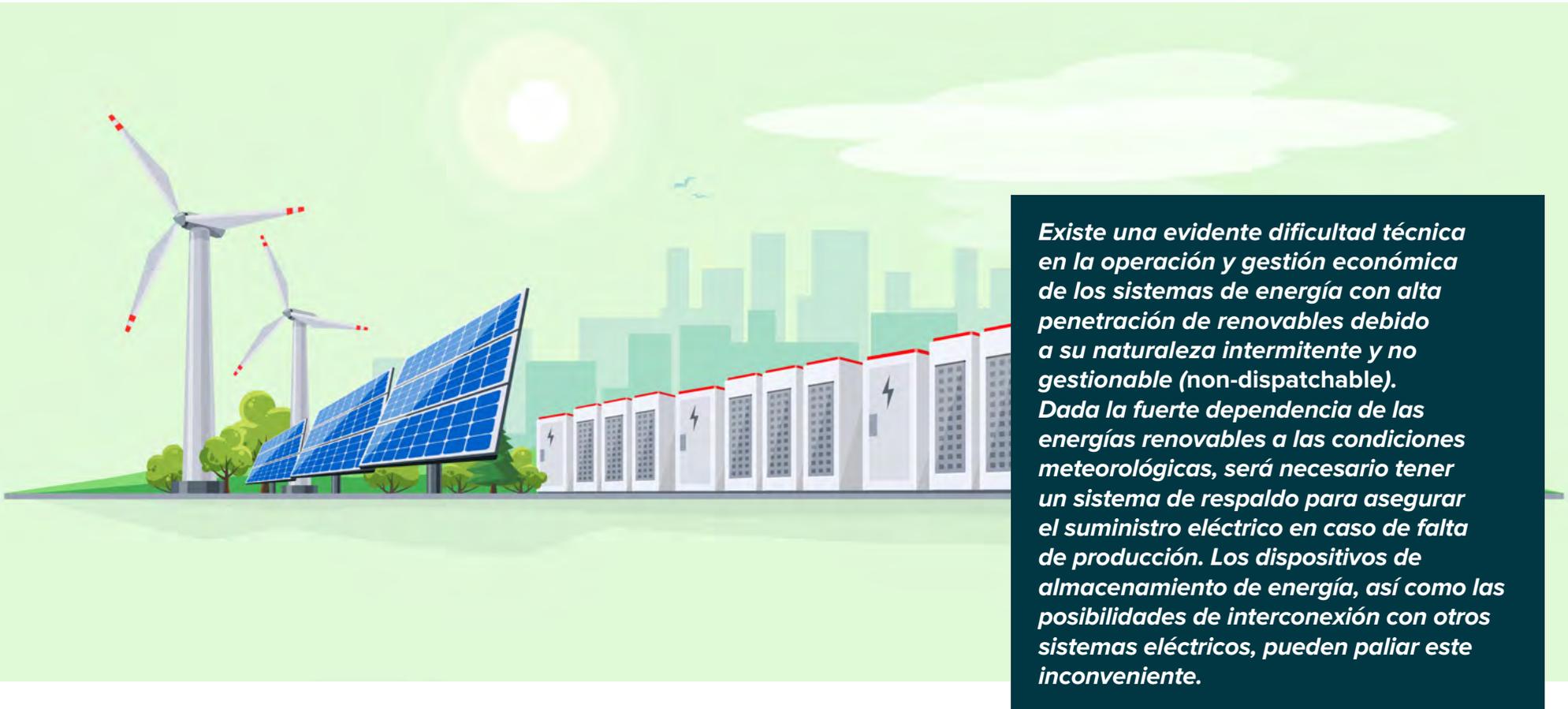
Otra tecnología que se ha identificado como posible pieza importante del mix energético de Menorca es la energía undimotriz, que cuenta con un proyecto específico para su desarrollo en el Puerto de Ciutadella de una potencia de hasta 4 MW y una disponibilidad de la energía casi constante, lo que sería particularmente interesante en períodos nocturnos.



Eólica offshore y solar flotante

Es resaltable el hecho de que la energía eólica *offshore* y la solar flotante son tecnologías de generación renovable emergentes que se encuentran en fase de desarrollo tecnológico, pero que durante el período temporal de vigencia de esta estrategia pueden experimentar avances destacables, que las sitúen en posición de completar el mix de generación para la isla.

2.2. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA E INSTALACIONES DE RESPALDO



Existe una evidente dificultad técnica en la operación y gestión económica de los sistemas de energía con alta penetración de renovables debido a su naturaleza intermitente y no gestionable (non-dispatchable). Dada la fuerte dependencia de las energías renovables a las condiciones meteorológicas, será necesario tener un sistema de respaldo para asegurar el suministro eléctrico en caso de falta de producción. Los dispositivos de almacenamiento de energía, así como las posibilidades de interconexión con otros sistemas eléctricos, pueden paliar este inconveniente.

La integración de las energías renovables en las redes eléctricas está ganando amplia aceptación en la actualidad. Sin embargo, existe una evidente **dificultad técnica** en la operación y gestión económica de los sistemas de energía con alta penetración de renovables, especialmente debido a su naturaleza intermitente y no gestionable (*non-dispatchable*). Los **dispositivos de almacenamiento de energía**, como las baterías conectadas a la red, así como las posibilidades de interconexión con otros sistemas eléctricos pueden paliar este inconveniente mediante el apoyo que pueden dar al sistema de energía para la **regulación de la frecuencia o la tensión de red**.

Este apartado presenta un análisis preliminar del papel que pueden jugar estos dispositivos basado en las condiciones de partida del año 2016 y de la evolución previsible de la instalación de energías renovables. Este estudio se basa en la aplicación de una metodología de evaluación del impacto y del estudio de distintos proyectos de almacenamiento en sistemas insulares con similares requerimientos al sistema eléctrico de Menorca.

Dada la fuerte dependencia a las condiciones meteorológicas de la generación de energía con fuentes de energías renovables, será necesario tener **un sistema de respaldo o back up para asegurar el suministro eléctrico** en caso de falta de producción de energía renovable. Así pues, para que el sistema eléctrico de Menorca pueda ser viable con una alta penetración de energías renovables, es imprescindible disponer de sistemas que permitan el uso de la energía generada en los momentos en que se demande dicha energía por el consumidor final. Para ello, resulta indispensable incorporar en esta estrategia una previsión de sistemas de almacenamiento de energía.

En general, los **sistemas de almacenamiento** pueden ser especialmente favorables para las islas, cuyos sistemas eléctricos se enfrentan a dos grandes desafíos; por un lado, el **coste de producción** de la generación convencional es más elevado que en sistemas peninsulares debido a costes variables como el combustible; por otro lado, la **fiabilidad del suministro** se ve más afectada por tecnologías no gestionables, como

es el caso de las renovables. Estas tecnologías son de especial utilidad en **sistemas aislados** de baja potencia instalada, como es el caso de Menorca. Se pretende, pues, utilizar este apartado como punto de partida para un estudio detallado de los efectos de diferentes sistemas de almacenamiento en la operación fiable de la red eléctrica de la isla en escenarios de alta penetración de energías renovables.

El criterio que se va a utilizar para la evaluación de la fiabilidad es el criterio n-1, pero teniendo en cuenta todos los recursos disponibles: generación renovable, generación de respaldo, cable de interconexión, almacenamiento y recursos de gestión de la demanda (respuesta a precio de los consumidores).

También será necesaria la implementación de un **sistema de comunicación y control del conjunto de los medios de producción y almacenamiento**, incluidos los sistemas de recarga de los vehículos eléctricos, a través del operador del sistema con objeto de abordar una integración y gestión segura y eficiente.

2.2.1. Simulaciones de generación y demanda en 2030

Los sistemas de almacenamiento serán principalmente de tres tipos: almacenamiento estacionario de gran tamaño, almacenamiento localizado en zonas urbanas y almacenamiento en vehículos eléctricos. Para determinar el papel de estas instalaciones de apoyo es necesaria la realización de simulaciones de la operación del sistema para diferentes condiciones.

La determinación conjunta del papel de las **instalaciones de apoyo, almacenamiento e interconexión** es un problema que no puede ser analizado en términos de energía, sino que tiene que realizarse mediante la **simulación diaria de la operación del sistema** para diferentes condiciones.

En este sentido, el primer paso es prever la demanda diaria y las condiciones de generación y red asociadas.

Los datos y resultados que se presentan a continuación se han obtenido a través de estimaciones de generación y carga para el 2030.

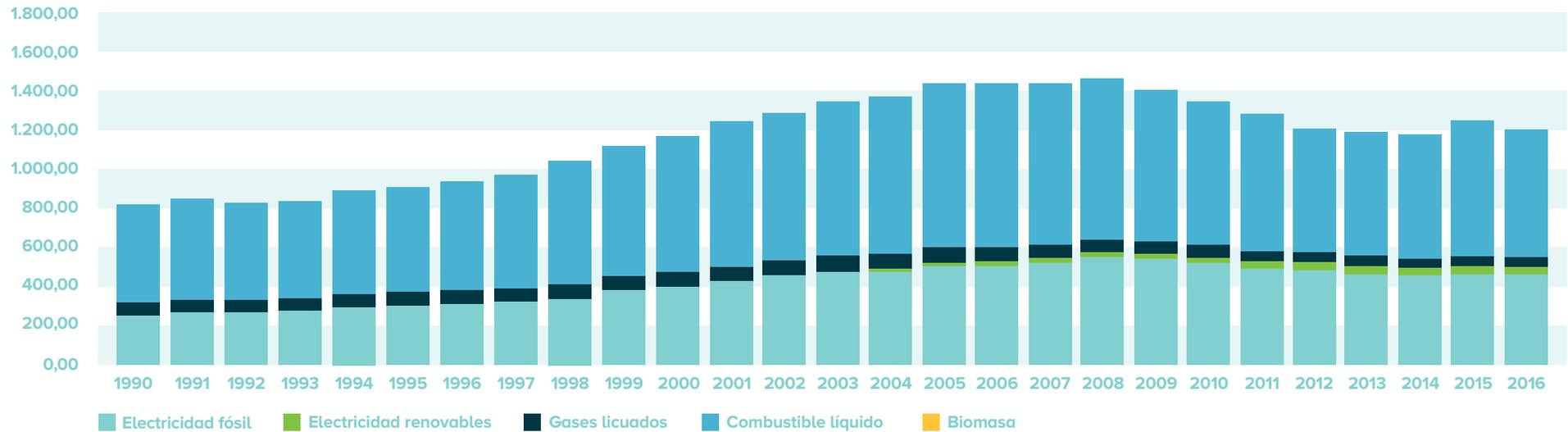


Figura 14. Situación de partida: Evolución de la energía final por vectores hasta 2016. Unidades: GWh.

EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA FINAL EN MENORCA POR VECTORES 2016-2030

Figura 14. Se muestran los datos energéticos de la situación de Menorca en 2016. Se ha tomado este año como referencia para contar con la presencia del cable de interconexión Mallorca-Menorca.

Figura 15. Se muestra la proyección de la evolución de la energía por vectores energéticos de Menorca para 2030. Esta proyección se basa, aparte de la instalación progresiva de generación renovable, en la estimación de la evolución de la demanda, que tiene en cuenta la proyección del crecimiento vegetativo, la eficiencia en los procesos de consumo y la aparición de nuevos procesos de consumo como las bombas de calor, el vehículo eléctrico, etc.

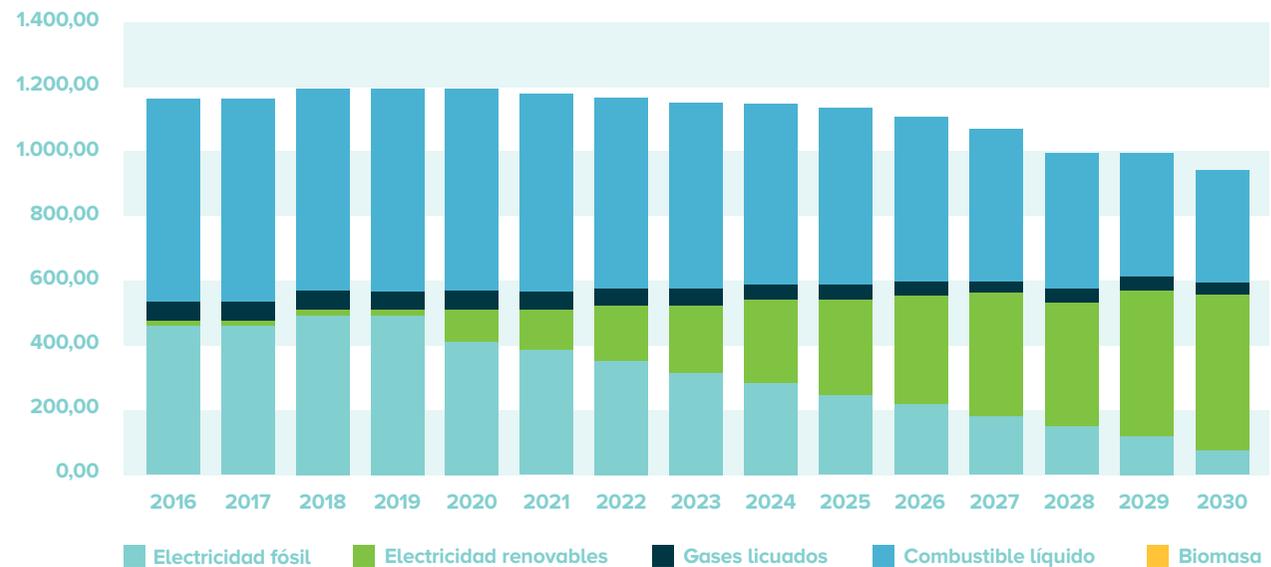


Figura 15. Evolución prevista de la energía final por vectores para el período 2016-2030. Unidades: GWh.

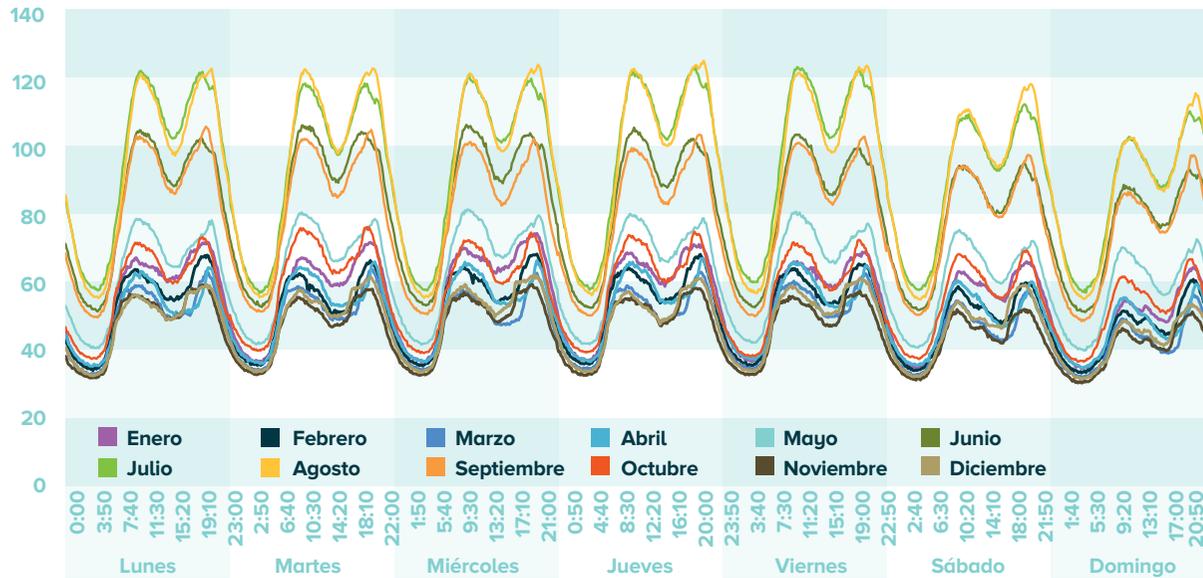


Figura 16. Consumos semanales estimados para diferentes meses en 2030. Unidades: MW.

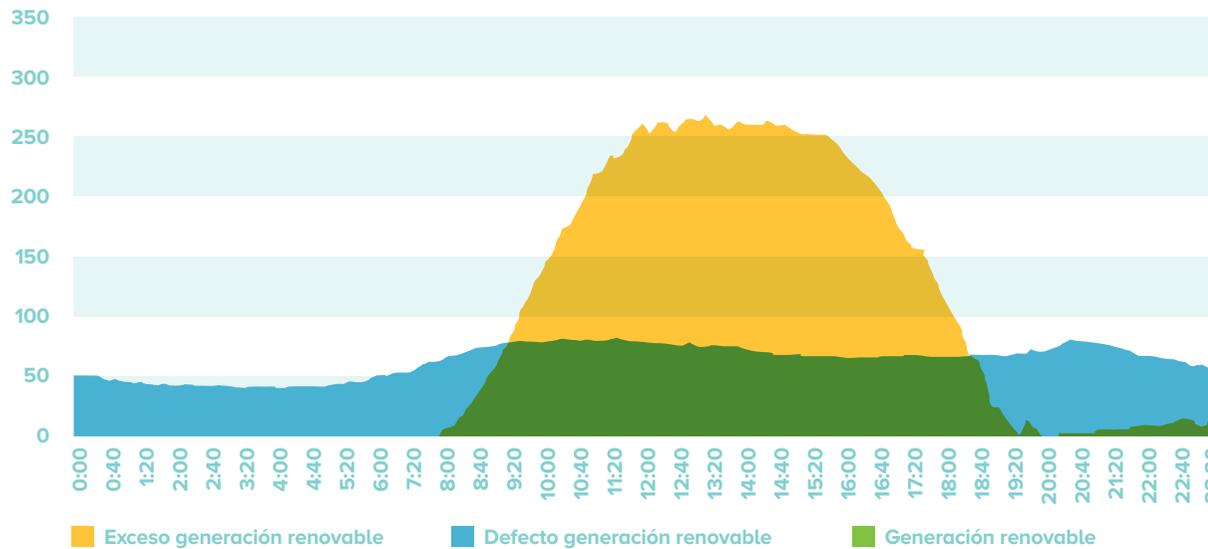


Figura 17. Previsión horaria de producción con energías renovables frente a la demanda para el 18 de abril de 2030. Unidades: MW.

GENERACIÓN Y DEMANDA DE ENERGÍA EN 2030

Figura 16. Las previsiones de la demanda se han proyectado mediante el análisis del comportamiento previsible de los consumidores tradicionales y nuevos en consumos diarios de energía, elemento fundamental para el análisis de la operación del sistema. La figura muestra la estimación de los consumos diarios medios de cada mes, para la totalidad de la isla de Menorca para 2030.

Figura 17. Para complementar la información requerida para las simulaciones de la operación de la red en 2030, y con el fin de determinar las necesidades de apoyo del sistema, es necesario producir las curvas diarias de generación, tal como se ha previsto en este documento. Para ello, se han utilizado los datos históricos de producción eólica y fotovoltaica durante un año.

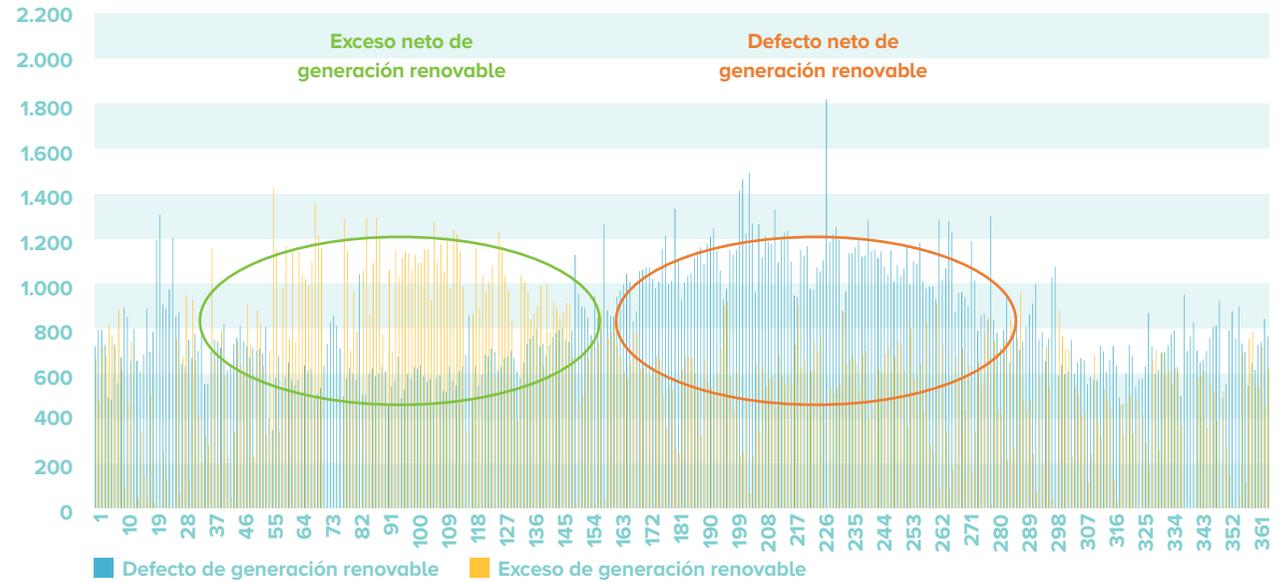


Figura 18. Potencial exceso y defecto de generación renovable diaria en 2030. Unidades: MWh.

Figura 18. De acuerdo con las previsiones de generación renovable y demanda, es posible hacer un análisis anual de los períodos del año 2030 en los que se prevé un exceso o defecto de generación con energías renovables frente a la demanda. Cada día se caracteriza por unas horas (energía) en las que la demanda no puede ser cubierta por la generación renovable y otras en las que la generación excede a la demanda.

Figura 19. El resultado de un análisis similar se muestra en esta figura, donde se observa la diferencia máxima entre la potencia de generación renovable y de demanda durante los períodos de exceso y defecto de generación renovable.

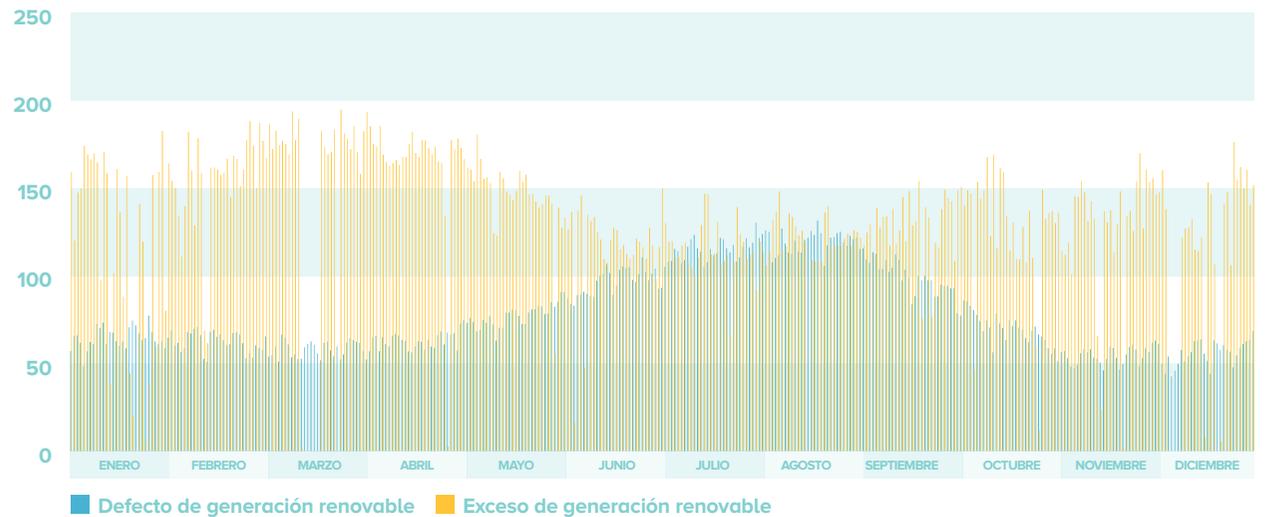


Figura 19. Diferencia máxima entre la potencia de generación renovable y de demanda durante los períodos de exceso y defecto de generación renovable en 2030. Unidades: MW.

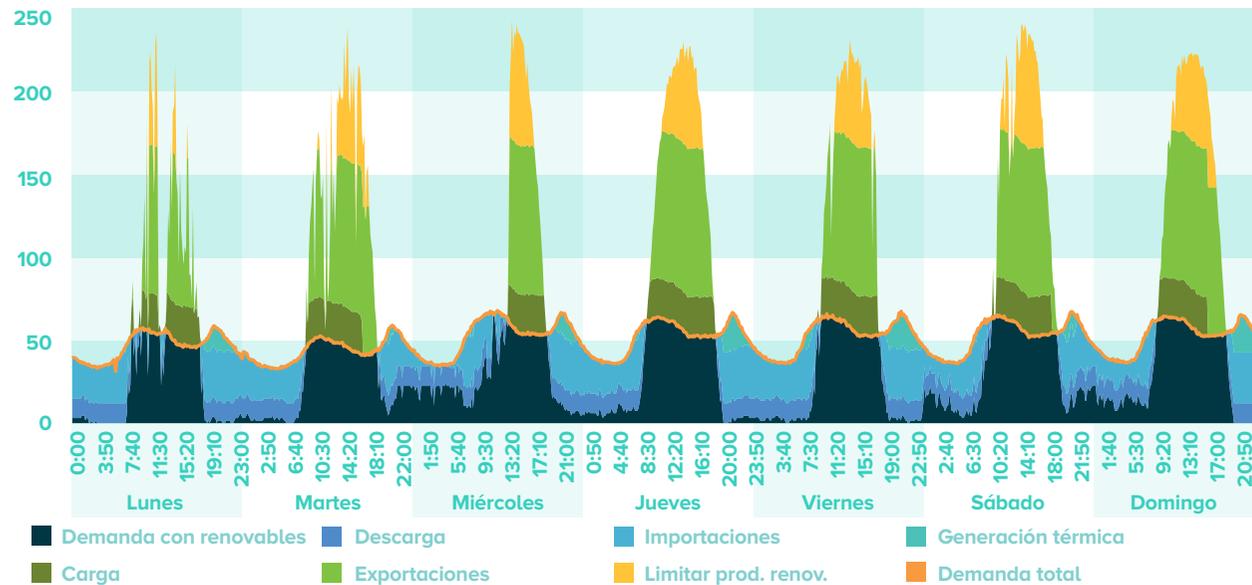


Figura 20. Simulación de la operación diaria cuantificando los requerimientos de operación (abril de 2030). Unidades: MW.

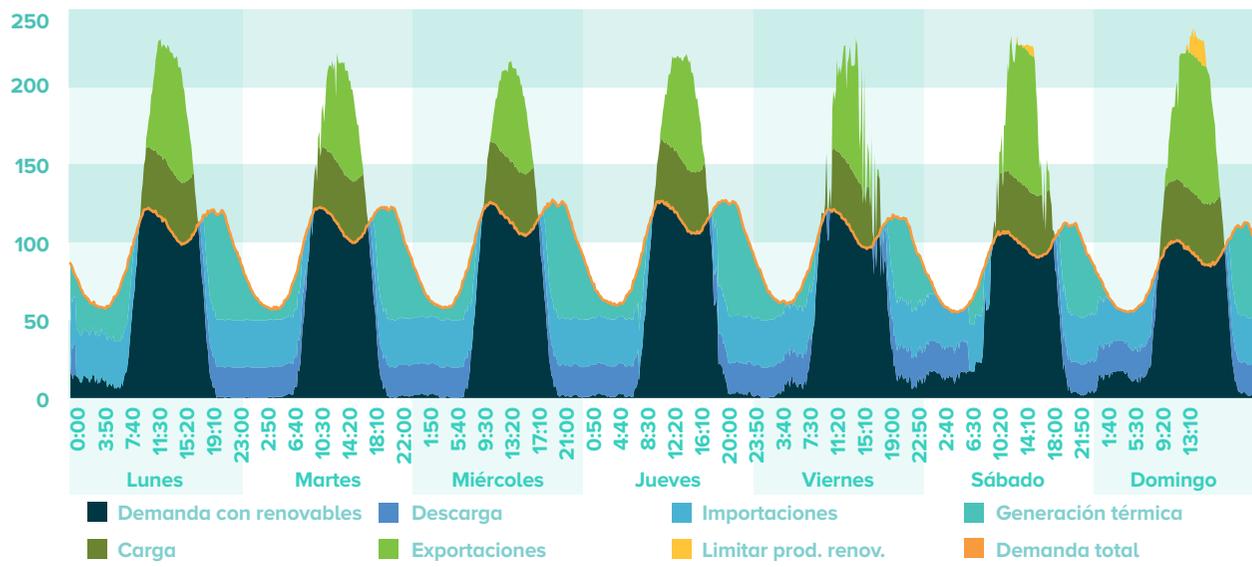


Figura 21. Simulación de la operación diaria cuantificando los requerimientos de operación (agosto de 2030). Unidades: MW.

GESTIÓN DEL ALMACENAMIENTO EN LA OPERACIÓN DIARIA

Figura 20. Para determinar las necesidades de respaldo previsible para Menorca en 2030 es necesario hacer una simulación de la operación diaria, tal como se muestra en la figura. Los resultados son para una semana de abril de 2030, con una capacidad de almacenamiento de 400 MWh y 100 MW de potencia máxima de carga/descarga. La semana simulada es una semana de baja demanda y con una producción significativa de energía renovable. Como se puede observar, durante esa semana es necesario recortar la producción de energía renovable (en amarillo) en algunos períodos, a pesar de que se almacena la máxima cantidad y se exporta igualmente el máximo que permite la línea de interconexión.

Figura 21. La figura muestra los resultados instalando la misma capacidad de batería para una semana de agosto de 2030 y en ella se observa que, al ser mayor la demanda, casi no es necesario recortar la producción de energía renovable. Cabe destacar que los resultados mostrados son muy preliminares y que se requeriría un análisis más complejo (incluyendo tasas de fallos en equipos, etc.) y la posibilidad de modular la carga del almacenamiento.

IMPACTO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN LA OPERACIÓN DE LA RED

Figura 22. Como resultado de la extensión del estudio antes descrito a todos los días del año, se puede evaluar el impacto de la capacidad de almacenamiento en ciertos indicadores clave, tal como se muestra en la figura. Estos indicadores clave son los porcentajes respecto a la potencia demandada en Menorca de la necesidad de generación térmica, de la potencia renovable no utilizada y de la potencia importada de Mallorca y exportada hacia Mallorca. Este estudio se debería complementar con el correspondiente análisis económico.

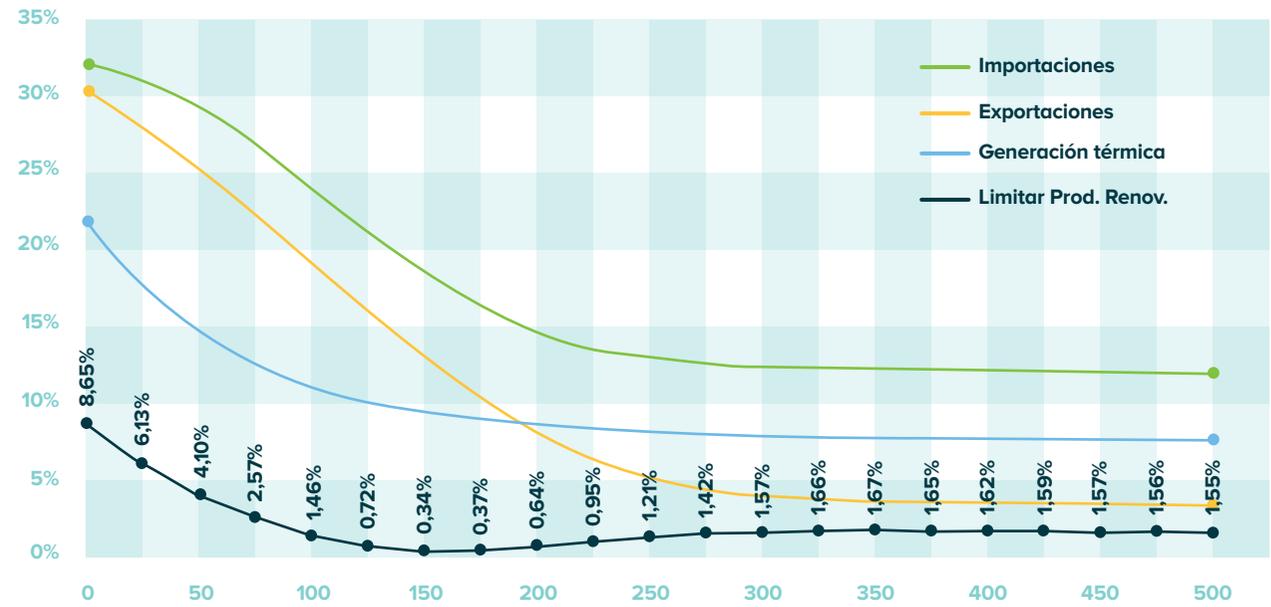


Figura 22. Impacto del almacenamiento en la operación de la red. Potencia nominal baterías (MW) - Capacidad (4 h).

1 Baterías estacionarias de gran tamaño en la proximidad de las subestaciones existentes. Estas baterías, además de cumplir con la finalidad de optimizar la generación renovable, tendrán la misión de participar en servicios complementarios y de reserva de acuerdo con los procedimientos de operación. Se estima que el almacenamiento proporcionado por este tipo de baterías implicaría una instalación de 196 MWh y 49 MW de potencia carga/descarga.



TECNOLOGÍAS Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NECESARIA

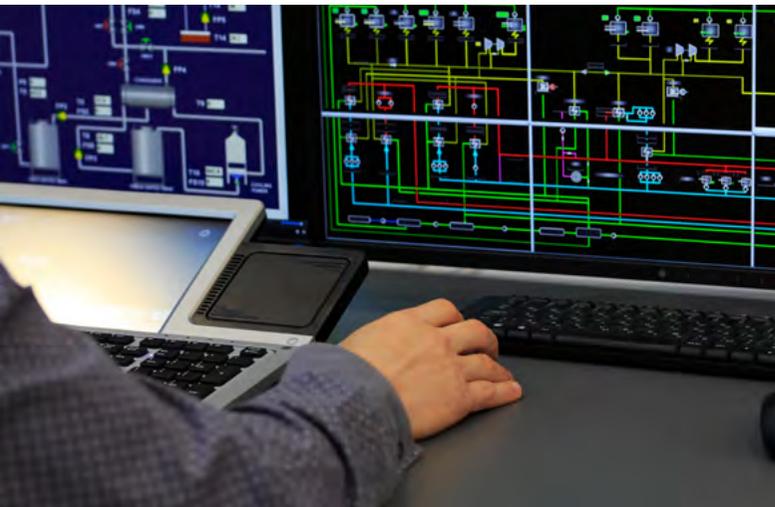
Los resultados mostrados en los estudios y las simulaciones preliminares presentadas en los párrafos anteriores sugieren la necesidad de instalar una capacidad de almacenamiento máximo de 400 MWh, con una capacidad de potencia de carga/descarga de 100 MW. Esta capacidad se podría ajustar, y posiblemente reducir, mediante un análisis más completo. Esta capacidad de almacenamiento se va a conseguir mediante el uso de diferentes tecnologías.

2 Baterías asociadas localmente a las plantas de generación fotovoltaicas instaladas en zonas urbanas o semiurbanas, que serán operadas bien por agregadores o bien por consumidores o generadores directamente. Se estima que en el año 2030 habrá 30 MW instalados en este tipo de instalaciones, lo que llevará asociado una capacidad de almacenamiento de 160 MWh, con una capacidad de carga/descarga de 25 MW.





3 Baterías asociadas a los vehículos eléctricos conectados a la red con capacidad de ser gestionados. Se estima que la capacidad que existirá en esta tecnología para 2030 será de 80 MWh con una capacidad de potencia carga/descarga de 20 MW, aunque habrá que realizar escenarios más ajustados referentes a la presencia de vehículos eléctricos en diferentes zonas del sistema, así como su operatividad (viabilidad de la posibilidad de modular la carga y descarga de los mismos).



4 Gestión de la demanda. Aunque esta tecnología no supone un almacenamiento de energía propiamente dicho, sí que proporciona una flexibilidad similar que resulta de la modulación rápida del consumo. Se estima una capacidad de operación del 5% de la demanda, lo que implica una potencia gestionable de 6 MW.

Estas instalaciones de acumulación son replicables y se podrían ampliar en función de la energía a acumular y del aumento de la disponibilidad de energía renovable generada.

Los perfiles de producción presentados son adaptables a diferentes tamaños de sistema FV y tipos de instalación; tanto FV + batería conectados directamente a red, como situados junto a cargas (edificios, fábricas...).

1 CONTROL DE FRECUENCIA

Para lograr mantener la frecuencia dentro de los límites operacionales de la red, el operador del sistema se basa tradicionalmente en unidades de generación que pueden dar una rampa de entrega de potencia a la velocidad suficiente para compensar las desviaciones de frecuencia.

Al disponer de un sistema de almacenamiento con baterías, puede asignarse cierta capacidad en potencia y energía para cargar/descargar la batería de forma que esta apoye en el control de la frecuencia en el caso de una desviación.

2 REGULACIÓN DE LA TENSIÓN

Al utilizar la energía aparente restante del sistema de conversión de energía de las baterías, el sistema de almacenamiento puede inyectar/absorber energía reactiva para mantener los niveles de tensión dentro de los límites operacionales de la red.

OTROS SERVICIOS DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Además de la gestión de la producción renovable, el sistema de almacenamiento es capaz de prestar otros servicios necesarios para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico, como son:

3 ARRANQUE AUTÓNOMO (*BLACK START*)

El sistema de almacenamiento puede usarse para proporcionar arranque autónomo ante eventos de pérdida total del suministro en los sistemas.





2.2.2. Integración de almacenamiento de energía en sistemas insulares

Se estudia el almacenamiento para una óptima integración de las energías renovables en el sistema eléctrico insular. Se revisan las tecnologías disponibles y los casos de estudio similares en otras islas, y se definen los criterios técnico-económicos para la realización de un estudio de simulación en profundidad.

En los sistemas insulares el almacenamiento de electricidad a gran escala se ha basado tradicionalmente en instalaciones hidroeléctricas bombeadas, como, por ejemplo, el caso de la isla de El Hierro (Canarias). Sin embargo, dicho almacenamiento resulta poco práctico en sistemas con alta penetración de energías renovables, ya que estos necesitan respuestas rápidas y tiempos de rampa cortos. Por esta razón, el **uso de baterías eléctricas asequibles y duraderas está en auge en sistemas insulares**.

En este apartado se estudia el **uso del almacenamiento energético como herramienta para facilitar la integración de las energías renovables en sistemas insulares**, así como mejorar la operación de sistemas diésel existentes, manteniendo la fiabilidad del sistema.

Existen varios criterios para la adquisición de soluciones de almacenamiento:

1

INTEGRACIÓN DEL SISTEMA:

Estudio de las necesidades del sistema eléctrico para determinar la idoneidad de diferentes tipos de almacenamiento y su integración con otros componentes del sistema.

2

EXPECTATIVAS DE RENDIMIENTO TÉCNICO:

Existen tecnologías de almacenamiento aún en fase de desarrollo. Su uso podría aumentar el riesgo técnico.

3

MANTENIMIENTO:

Algunas opciones de almacenamiento tienen necesidades críticas de mantenimiento que deben ser cuantificadas en términos técnicos y económicos.

Se pretende utilizar estos criterios de selección para definir el rol que deberá tener el almacenamiento de energía en Menorca desde un punto de vista técnico, así como para cuantificar mediante indicadores técnico-económicos las diferentes posibilidades de almacenamiento existentes para dar respuesta a las necesidades establecidas.

En el informe “**Electricity Storage and Renewables for Island Power**” de la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2012), se establecen varias tecnologías de almacenamiento de energía eléctrica utilizadas en sistemas insulares.

Para empezar, las **baterías de plomo-ácido** son una tecnología madura con costes moderados y alta fiabilidad. Sin embargo, estas baterías tienen una vida útil relativamente corta (de tres a diez años) y deben desecharse o reciclarse correctamente. Las **baterías de ion-litio** son comunes para las aplicaciones móviles (como teléfonos móviles y ordenadores portátiles). Tienen costes iniciales más altos que las baterías de plomo-ácido pero vidas más largas y pérdidas más bajas. Las **baterías de flujo** (en particular, vanadio-redox y zinc-bromo) tienen una larga vida útil y bajos costes de operación. Sin embargo, son tecnologías menos maduras para aplicaciones de almacenamiento de electricidad. Los **volantes de inercia** son los más adecuados para el almacenamiento de corta duración (menos de un minuto). El almacenamiento en **ultracondensadores** tiene características simi-

lares, que permiten una aportación a la regulación primaria del sistema mediante la emulación instantánea de inercia y a la garantía de la continuidad del suministro. El **almacenamiento de energía de aire comprimido (CAES)** y la **energía hidroeléctrica bombeada** generalmente son adecuados solo para grandes sistemas de electricidad (más de 500 MW).

Para el caso de Menorca, se pretende **almacenar energía para ayudar a gestionar el pico de demanda de la línea** a la que se conecta el almacenamiento, su nivel de carga, así como **proporcionar servicios auxiliares** tales como regulación de frecuencia y control de tensión. Se pretende priorizar, pues, el uso centralizado del almacenamiento cercano a las subestaciones, pero el estudio de almacenamiento descentralizado también es de interés en el sistema insular.

Tomando en consideración estas consignas, en la tabla que sigue a continuación se detallan casos de estudio de almacenamiento de energía en diferentes sistemas insulares con alta penetración de energías de fuente renovable. Se pretende utilizar estos ejemplos, que deberán ser analizados detenidamente, como punto de partida para observar cómo los sistemas de almacenamiento de energía se están utilizando en sistemas insulares, ayudando a mejorar la fiabilidad y operación de la red en entornos insulares y favoreciendo la integración de las energías renovables.

LUGAR	POBLACIÓN	TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO	COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO	TAMAÑO DEL SISTEMA
Bonaire, Venezuela	14.000	Basada en níquel	Eólica/Diésel/ Almacenamiento de energía	Eólica: 14 MW, Diésel: 11 MW, Almacenamiento: 3 MW
Molokai, Hawái	10.000	Ion-Litio	Solar/Almacenamiento	Planta solar: 4,88 MW, Almacenamiento: 3 MW - 15 MWh
Silly, Inglaterra (Smart Island Partnership)	2.200	Li-Fe PO ₄ smart units	Solar/Almacenamiento Piloto de virtual power plant (VPP)	(Previsto) Baterías: 43,8 kWh Paneles solares, residencial: 450 kW (70 casas)
Archipiélago de Åland, Finlandia (proyecto FLEXe)	30.000 en 6.500 islas	(Previsto) Vehículos eléctricos (V2G)/Ion-Litio/Hidrógeno	Eólica/FV/Biomasa	(Actual) 71,7% energía consumida: Cable submarino (AC) desde Suecia 80 - 100 MW. 20,7% energía consumida: eólica local

Tabla 1. Casos de estudio de almacenamiento de energía en otros sistemas insulares con alta penetración de energías de fuente renovable.

Una vez reducido el número de tecnologías de almacenamiento propuestas, se deben caracterizar las propuestas de almacenamiento con **criterios técnico-económicos**. Cabe destacar las siguientes métricas para definir una tecnología de almacenamiento:

- Capacidad de almacenamiento de energía [kWh o Ah]
- Tasas de carga y descarga [kW o A]
- Vida útil [ciclos, años, kWh-life]
- Eficiencia [%]
- Costes de capital iniciales, CAPEX [\$/kW, \$/kWh-cap, y \$/kWh-life]
- Costes de operación OPEX [\$/MWh, \$/kW-año]
- Densidad energética [Wh/kg y Wh/m³]

Utilizando estos indicadores para definir las distintas posibilidades de almacenamiento y realizando un estudio del sistema eléctrico de Menorca como punto de partida para definir las necesidades del sistema, se propone el **estudio de diferentes combinaciones de tipologías de almacenamiento eléctrico y su integración** con los demás componentes del sistema eléctrico de la isla. Esto se puede hacer con herramientas de análisis y diseño de sistemas como el sistema de simulación HOMER.

Los parámetros de diseño para la simulación serán las dimensiones de los generadores diésel y de las plantas de energías renovables, así como las de las diferentes tipologías de almacenamiento eléctrico. Los resultados de la simulación mostrarán el uso de estos sistemas de almacenamiento para dar respuesta a la demanda energética de la isla en diferentes escenarios de ope-

ración. Los indicadores técnico-económicos propuestos permitirán seleccionar la tecnología y el dimensionado adecuado en términos de fiabilidad de la red y coste. A los especificados anteriormente se añade el *Levelised Cost of Electricity*, ampliamente utilizado en proyectos renovables, que recoge el CAPEX y OPEX de una inversión en sistemas energéticos.

Para finalizar, cabe remarcar que **no existe una solución de almacenamiento única para sistemas insulares** y el almacenamiento no es necesariamente apropiado para todos los sistemas de la isla. A través de un estudio detallado del consumo de la isla y la caracterización de las necesidades del sistema eléctrico de Menorca se pretende planificar y dimensionar la tipología y el nivel de almacenamiento necesario para su sistema eléctrico.

2.2.3. Sistemas de respaldo

Los sistemas de respaldo en un sistema eléctrico con energías renovables integradas aportan fiabilidad y garantizan la cobertura de la demanda cuando la generación renovable es baja. En Menorca, los dos sistemas de respaldo considerados son el enlace submarino con Mallorca y la central térmica de Maó. Ambos sistemas deberán evolucionar a menores emisiones en el futuro.

Los sistemas de respaldo son necesarios para **garantizar la fiabilidad del suministro eléctrico** en Menorca, así como **la cobertura de la demanda en periodos de bajo recurso renovable**. Se trata del enlace submarino con Mallorca y de la central térmica de Maó.

Estos sistemas **deben evolucionar también a menores emisiones**. Para ello está previsto que en 2025 dejen de operar 2 de los 4 grupos de carbón de la central de Es Murterar en Alcudia (Mallorca) y en 2030 lo hagan los 2 restantes. También en la central térmica de Maó hay mejoras planificadas para disminuir las emisiones y que se explican más adelante.



ENLACE SUBMARINO MALLORCA-MENORCA

El enlace submarino con Mallorca está fuera de servicio desde octubre de 2017. La instalación de una nueva interconexión, que contará con una capacidad operativa de 35 MW, se está ultimando y está previsto que entre en servicio en verano de 2020. En cuanto a la conexión actualmente inoperativa, su sustitución se efectuará a partir de 2027, y permitiría aumentar la capacidad operativa del enlace a cerca de 90 MW.

La función de este enlace resulta vital en un futuro, destacando los siguientes aspectos:

- Permitirá **maximizar la producción renovable** tanto en Mallorca como en la Península, gestionando el superávit en estas zonas.
- Permitirá una **mejor gestión en general del despacho de generación en Baleares**, reduciendo la generación conectada y la reserva rodante necesaria en Menorca y aportando, en definitiva, ahorros en los costes para el sistema.
- Al permitir la conexión de Menorca con un sistema grande, aportará **estabilidad y potencia de cortocircuito al sistema**, aumentando la seguridad del suministro. Gracias a ello, la necesidad de que existan grupos convencionales conectados en Menorca para aportar estos parámetros se reducen sustancialmente.
- Permitirá la **integración de una mayor cuantía de renovables en el sistema** de Menorca gracias a la gestión de la energía renovable en momentos de superávit.

CENTRAL TÉRMICA DE MAÓ

Debido a la apuesta por un aumento paulatino de la generación eléctrica a partir de energías renovables en Menorca, así como al aumento de la capacidad de intercambio con Mallorca, **el uso de esta instalación disminuirá de forma importante en el tiempo**, usándose como respaldo solo en ocasiones puntuales de alta demanda y baja producción renovable.

Actualmente la central dispone de tres motores diésel que trabajan con fueloil como combustible (en total 47,4 MW) y cinco turbinas de gas que usan gasóleo (en total 224,2 MW).

El uso de estos combustibles, hace que la central

térmica sea la responsable en Menorca del **60% de las emisiones de CO₂**, del **82% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x)**, del **97% de las emisiones de óxidos de azufre (SO_x)**, del **69% de las emisiones de partículas (PM)**, del **26% de las emisiones de monóxido de carbono (CO)**.

En este período está prevista la instalación de un sistema de reducción de las emisiones de **NO_x** en las turbinas de gas, pero, viendo lo anterior, **habría que limitar** al máximo el uso de fueloil y utilizar gas natural en las turbinas que pueden usarlo, y que corresponden al 82% de la potencia instalada en la central térmica. En dicho sentido, Endesa desarrollará la propuesta para realizar el paso a gas de la central térmica consistente en:

- Adecuación de las turbinas de gas TG3, TG4 y TG5 para que puedan utilizar gas natural.
- Adecuación de los motores diésel para utilizar gasóleo en lugar de fueloil, previendo su desmantelamiento en 2030.
- Construcción de un sistema de almacenamiento y vaporización de GNL anexo a la central para su uso exclusivo.
- Actualización de la turbina de gas TG1 con un módulo Enhance GT que permita:
 - Aumento de la reserva disponible en la isla.
 - Aumento de la redundancia ante eventos de fallo.
- Establecimiento de una cadena logística (gasoducto virtual) de transporte marítimo de GLN en ISO-contenedores criogénicos que conecte la regasificadora de Barcelona con el puerto de Maó.

UNIDADES	POTENCIA (MW)	COMBUSTIBLE ACTUAL	ACTUACIÓN
Motores diésel (BW 1, 2 y 3)	41	Fuelóleo	Paso a gasóleo
Turbinas de gas (TG 3, 4 y 5)	138	Gasóleo	Paso a gas natural
Turbinas de gas GE (TG 1 y 2)	66	Gasóleo	Actualización de TG1 a módulo Enhance TG

Tabla 2. Configuración de grupos de generación en la central térmica de Maó.

La configuración de los grupos de la central se resume según se muestra en la Tabla 2.

Así pues, el funcionamiento a futuro de la central, una vez ejecutada la conversión, se orientaría a la utilización de las TG 3, 4 y 5 como base de generación con gas natural, recurriendo a TG 1 como reserva. El resto de grupos quedarían como respaldo de emergencia.

Las inversiones necesarias se han valorado en 26,7 millones de euros para la adecuación de la central y 12,8 millones de euros para el coste anual del operativo logístico (en este último caso considerando una producción estimada de 500 GWh/año para 2021).

2.3. MOVILIDAD TERRESTRE



El transporte es responsable de aproximadamente un 30% de las emisiones de GEI. Los objetivos de reducción de impacto y emisiones serán alcanzables con una estrategia que contemple la electrificación del 50% del uso del vehículo privado para 2030 con una red de recarga sostenible y eficiente. Además, se deberán aplicar medidas específicas para el sector servicios que permita la electrificación de los taxis y vehículos de alquiler, así como medidas para descarbonizar el transporte público colectivo y el transporte de mercancías.

Tal como se ha explicado, el transporte es responsable de aproximadamente un 30% de las emisiones de GEI, así como de NO_x y partículas que deterioran sensiblemente la calidad del aire que respiramos. Como Reserva de Biosfera, los objetivos que debemos establecer en términos de reducción de impacto y de emisiones provenientes del transporte deben ser muy ambiciosos. Para ello, las líneas estratégicas a seguir deben cubrir:



FASE DE ANÁLISIS:

- Analizar los segmentos y colectivos más representativos del transporte en la isla.
- Identificar los segmentos de transporte con mayor impacto en términos de emisiones.
- Evaluar la capacidad de cada uno de los colectivos y segmentos para adoptar la movilidad eléctrica.
- Proyectar, conforme a un análisis energético, de la red existente y de la idiosincrasia de la isla (movilidad, vivienda, centros de trabajo), las necesidades y el modelo de infraestructura de recarga para Menorca.

DISEÑO DEL PLAN DE INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LA ISLA BASADO EN CINCO PILARES:

- Concienciación y comunicación: campañas de pedagogía y sensibilización.
- Infraestructura de recarga.
- La administración como ejemplo: establecimiento de criterios de ambientalización rigurosos en la contratación de flotas o servicios de transporte públicos.
- Dinamizar la demanda: incentivos a la adquisición y al uso, tanto para público particular como para empresas.
- Promoción económica: desarrollo nuevos formatos de movilidad, apoyo a emprendedores en industria 4.0, regeneración de tejido industrial, etc.

PROMOCIONAR LA IMPLANTACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO (VE) EN TODOS LOS ÁMBITOS, EN PARALELO AL INCREMENTO DE RENOVABLES EN EL MIX ELÉCTRICO Y A LA ADAPTACIÓN DE LA RED:

- Sustituir las flotas de vehículos de combustión por VE:
 - Vehículos de alquiler: 50% VE en 2030
 - Transporte público: 100% VE o de nulas emisiones directas en 2030
 - Vehículos de administraciones públicas: 70% VE o de nulas emisiones directas en 2030
- Promocionar sistemas de vehículo compartido de VE.

2.3.1. Vehículos privados

Para llegar a la electrificación del **50%** del total de vehículos particulares en Menorca en 2030, cada año se deberán sustituir entre **2.000 y 2.500** vehículos. De este modo, será necesario desarrollar una estrategia y un plan de movilidad eléctrica que incorpore bonificaciones fiscales y ayudas económicas directas a la adquisición del VE, además de una campaña de concienciación y una red de infraestructura pública competitiva.

A día de hoy, la isla de Menorca cuenta con un parque automovilístico de más de **74.000 vehículos** de los cuales únicamente cerca de unos **100 son eléctricos**.

Para poder conseguir una mayor penetración de los vehículos eléctricos se prevé consensuar con los municipios diferentes **medidas de incentivo** para su adquisición, que irán desde la gratuidad de aparcamiento en zonas azules hasta bonificaciones fiscales en el impuesto de circulación.

Para la consecución de los **objetivos de penetración del vehículo eléctrico** establecidos en el presente estudio, será necesario complementar los incentivos fiscales con ayudas económicas directas a la adquisición de este tipo de vehículos de forma complementaria a las ya previstas por el IDAE para hacer competitivos los precios a los ciudadanos

Teniendo en cuenta que de los 74.000 vehículos que circulan en Menorca unos 50.000 corresponden a vehículos particulares, se considera necesaria la sustitución del parque actual a un ritmo de entre 2.000 a 2.500 vehículos al año a partir de 2020 para poder conseguir el objetivo de electrificación del **50% de los vehículos particulares**.

Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, es preciso desplegar una **estrategia y un plan de movilidad eléctrica** que incorporen:

- **Concienciación y comunicación** acerca de las ventajas para la comunidad y para el individuo de optar por la movilidad eléctrica.
- Una **red de infraestructura pública** que cumpla los siguientes requisitos:
 - Accesibilidad (interoperabilidad) y servicio 24 horas.
 - Asequibilidad: la red de recarga pública debe ser inteligente, conectada y, como mínimo, un 25% más competitiva económicamente que la alternativa de combustión.
- **Incentivos y políticas:**
 - Fiscalidad municipal armonizada en los incentivos al vehículo eléctrico: bonificación en aparcamientos, impuesto de circulación, impuesto de actividades económicas, etc.
 - Accesibilidad a zonas restringidas (muy relevante por ejemplo para transporte de mercancías).
 - Mayor flexibilidad en horario y disponibilidad de áreas de carga y descarga.
 - Paradas específicas de localización preferente y recarga para taxis.
 - Prioridad a taxis eléctricos para la contratación de servicios municipales.
 - Incentivos a la compra para colectivos con uso más intensivo (mercancías y taxi).



2.3.2. Flota de vehículos de alquiler y taxis

La Ley de Cambio Climático y Transición Energética de las Illes Balears contempla la progresiva electrificación del parque automovilístico de los vehículos de alquiler. La flota de taxis y VTC cuenta con medidas de incentivo por parte del Gobierno Balear y se prevé que en 2025 todos los taxis sean vehículos bajos en emisiones y paulatinamente aumente el número de taxis 100% eléctricos.

La movilidad eléctrica en el sector servicios es una de las principales líneas de actuación de la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de Cambio Climático y Transición Energética de las Illes Balears donde se establecen unos porcentajes mínimos obligatorios de vehículos libres de emisiones en la progresiva renovación de las flotas de alquiler, hasta alcanzar el 100% de las renovaciones que se produzcan a partir de 2035. Dicha Ley establece el objetivo de que **un mínimo del 30% de las flotas de alquiler sean libres de emisiones** para ese año. Este sector sufre un impacto muy pronunciado por la naturaleza turística que tiene la isla que, anualmente, dobla su parque de vehículos durante el período estival.

Sobre la flota de **taxis y VTC (vehículo de transporte con conductor)** existen medidas de incentivo por parte del Govern de les Illes Balears para conseguir la adquisición de vehículos de bajas emisiones y vehículos eléctricos. En este sentido, se prevé que **en 2025 la totalidad de los taxis sean vehículos bajos en emi-**

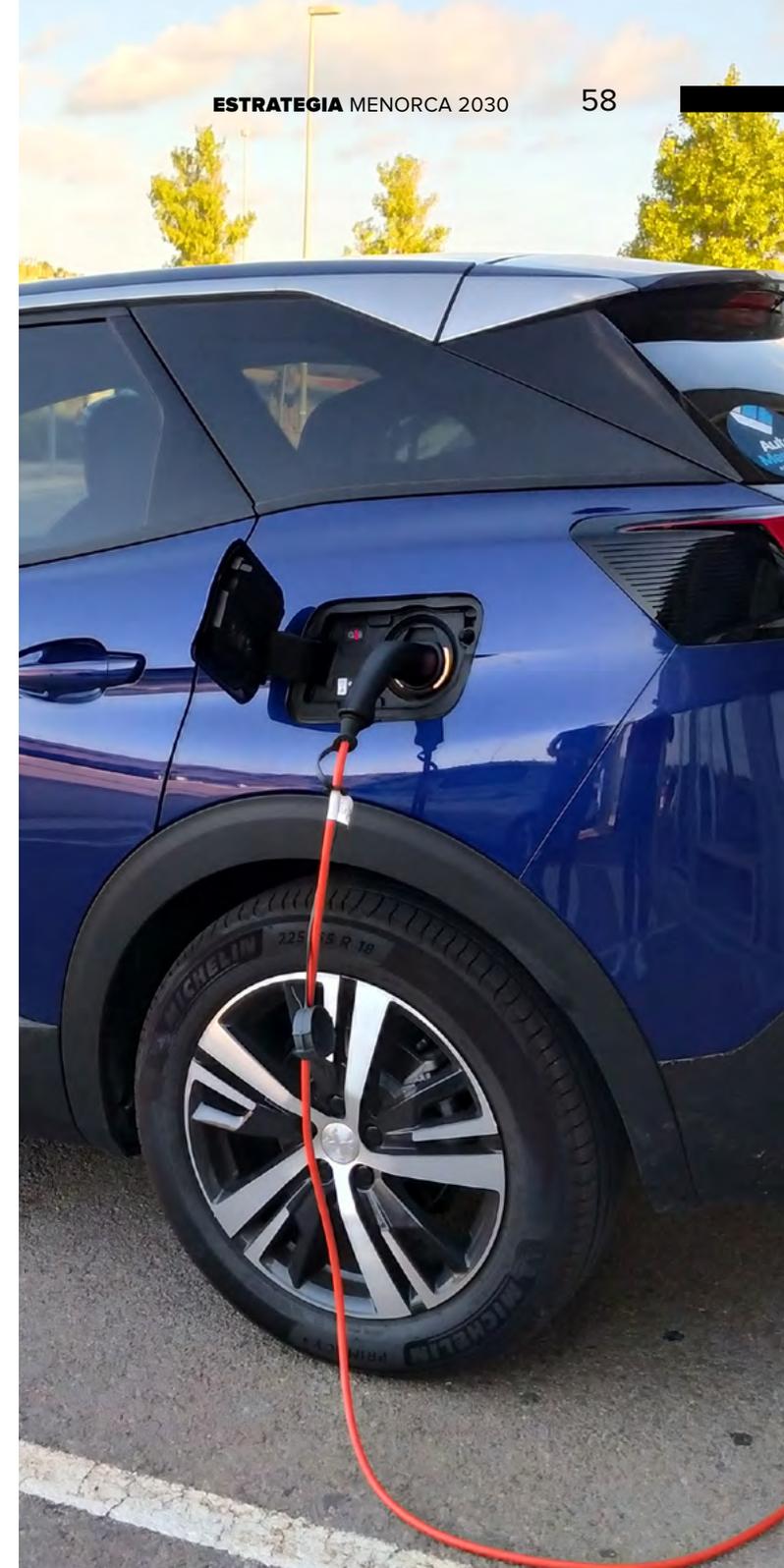
siones y, paulatinamente, aumente el número de taxis 100% eléctricos a pesar de las dificultades que supone la falta de puntos de recarga rápida a día de hoy.

La estrategia para consolidar el vehículo eléctrico en las flotas de alquiler en la isla debe tener en cuenta:

- El tipo de uso y de usuario que van a tener esas flotas.
- El dimensionamiento que debe realizarse de la infraestructura de recarga pública de cara a absorber esa demanda.
- La necesidad de involucrar al segmento hotelero en el desarrollo de la infraestructura de recarga vinculada que debe ofrecer a sus huéspedes.

En cuanto al **sector de taxis y VTC**, se debe disponer de las siguientes herramientas:

- Fiscalidad municipal armonizada en los incentivos al vehículo eléctrico (como en el caso del vehículo privado): bonificación en aparcamientos, impuesto de circulación, impuesto de actividades económicas.
- Accesibilidad a zonas restringidas.
- Paradas específicas de localización preferente y recarga para taxis eléctricos.
- Prioridad a taxis eléctricos para la contratación de servicios de la administración.
- Incentivos a la compra.





2.3.3. Transporte público colectivo

La oferta de transporte colectivo en Menorca está poco ajustada a la realidad, pero a efectos de conseguir la descarbonización de la movilidad insular conviene reforzar y mejorar la red de este tipo de transporte y a su vez dotarlo de vehículos de nulas emisiones de GEI.

La configuración de la movilidad urbana en las ciudades y pueblos de Menorca pivota en torno a la utilización del vehículo privado como medio de transporte de primera opción para la mayoría de los ciudadanos, con una percepción muy amplia por parte de la sociedad que dicha situación deriva de una falta de oferta de transporte colectivo, no demasiado ajustada a la realidad. En cualquier caso, a efectos de conseguir

la descarbonización efectiva de la movilidad insular, junto con medidas blandas que desincentiven el uso del vehículo privado (paulatina peatonalización de los centros urbanos, fomento del uso de la bicicleta, etc.), **conviene reforzar y mejorar la red de transporte colectivo**, tanto en rutas y frecuencias como en la dotación de vehículos de nulas emisiones de gases de efecto invernadero.

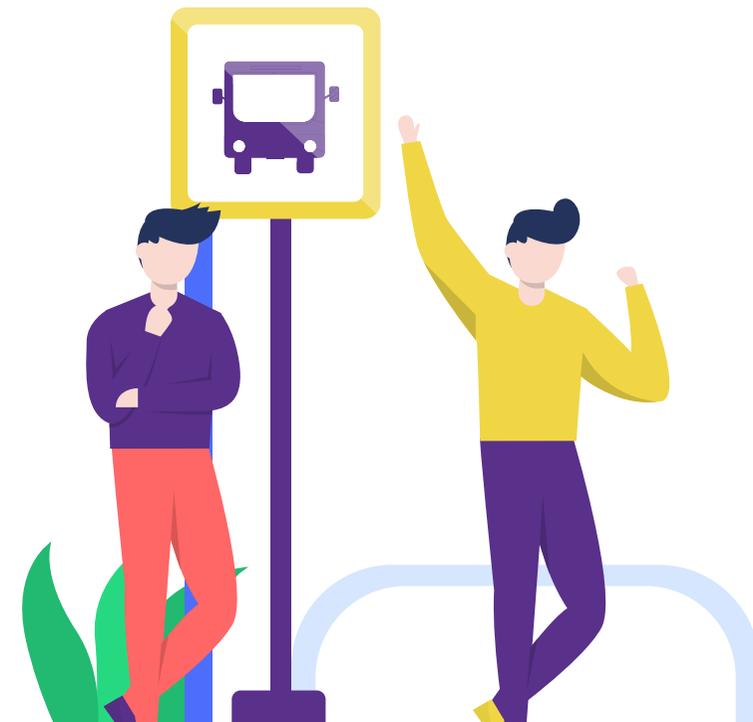
Actualmente, en Menorca hay **42 líneas de transporte público**, cuyo consumo energético es de 5.800 MWh/año.

Acciones en el ámbito del transporte público colectivo:

- Reforma del sistema de transporte público, mejora de líneas de transporte público.
- Promocionar modos alternativos de desplazamiento

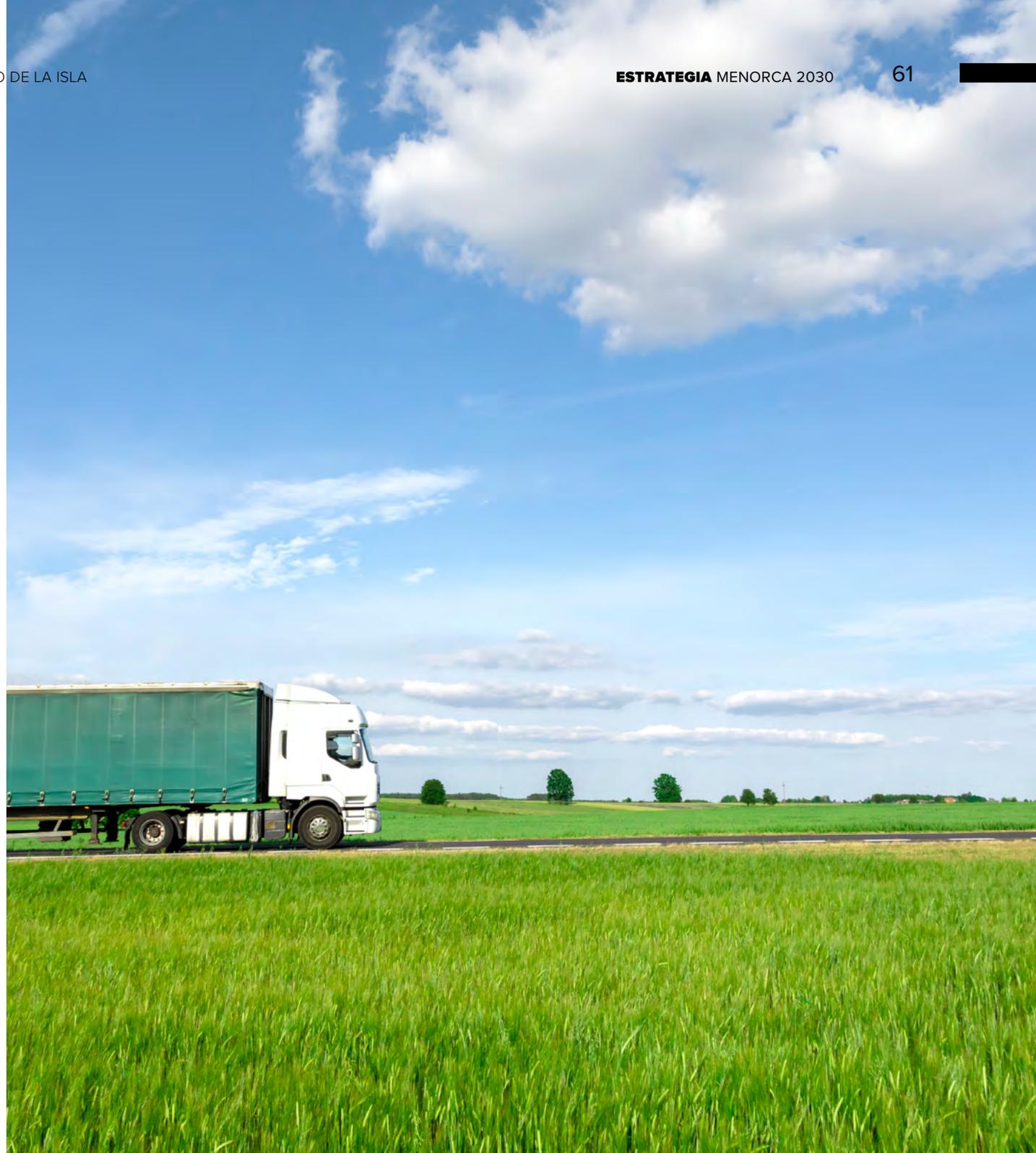
y facilitar el transporte intermodal, posibilitando el acceso y/o transporte de bicicletas u otros medios de desplazamiento unipersonal de bajo impacto en el transporte colectivo.

- Impulsar la renovación de las flotas de vehículos para el transporte colectivo hacia vehículos más limpios y eficientes, de cero emisiones directas, ya sean eléctricos o de pila de hidrógeno. Gracias a que se trata de vehículos con rutas acotadas y muy bien programadas, se debería optar por la electrificación de los autobuses en la mayoría de las mismas.
- Incorporar e incentivar el transporte colectivo en los planes de movilidad en aquellos centros de trabajo que movilizan una gran cantidad de trabajadores (por ejemplo: Hospital General Mateu Orfila, la sede del Consell Insular de Menorca, etc.).



2.3.4. Transporte de mercancías

El transporte pesado requiere medidas de carácter incentivador a la modernización de flotas. El reparto final de mercancías en los núcleos de población, al presentar mayor complejidad de rutas y menor volumen de distribución por distancia recorrida, requiere estrategias que prioricen el reparto ligero con vehículos de pequeño formato y nulas emisiones.



El transporte de mercancías presenta dos frentes o etapas claramente diferenciadas: el transporte pesado, consistente en la movilización de grandes cargas hasta los almacenes logísticos de distribución o las áreas de trasvase de mercancías, por un lado, y el transporte ligero (o de último kilómetro) consistente en el reparto final en los diferentes núcleos de población, por el otro. Resulta evidente que la intensidad energética en la parte final de reparto, debido a la complejidad de rutas y menor volumen de distribución efectiva por distancia recorrida, así como su incidencia en la fluidez de la circulación, es mucho más elevada y compleja, lo cual hace necesario un cambio profundo en la forma que se presenta el reparto final en unos núcleos de población que cada vez tienen más restricciones al tráfico rodado.

Así pues, para la primera etapa del transporte de mercancías se requieren más bien medidas de carácter incentivador a la modernización de flotas, orientadas a la sustitución por vehículos con nulas o muy bajas emisiones contaminantes directas, que pueden verse reforzadas por cambios en las ordenanzas municipales que favorezcan o aceleren dicha modernización, además de incorporar a la planificación urbanística la dotación de zonas o áreas con las infraestructuras adecuadas que faciliten el trasvase de mercancías para el reparto final. Más compleja será la adaptación de la parte del reparto final, donde la estrategia debe combinar diferentes acciones que han de englobar los incentivos económicos, directos e indirectos, junto con la adopción de medidas de movilidad urbana y diseño de ciudad que favorezcan y prioricen el reparto ligero con vehículos de pequeño formato y nulas emisiones.

Transporte pesado

Acciones de refuerzo a las medidas regulatorias de carácter europeo, estatal y regional que aceleren la modernización de flotas:

- Fiscalidad municipal armonizada en los incentivos al vehículo eléctrico y de nulas emisiones de gases contaminantes: bonificaciones en impuesto de circulación, impuestos de actividades económicas, etc.
- Accesibilidad prioritaria a áreas o zonas restringidas, flexibilidad horaria y disponibilidad de áreas de carga y descarga.

Transporte ligero

Incentivos y políticas enfocadas a la descarbonización total del reparto final de mercancías:

- Fiscalidad municipal armonizada en los incentivos al vehículo eléctrico: bonificación en impuesto de circulación, impuesto de actividades económicas, etc.
- Accesibilidad a zonas restringidas, con especial atención a su convivencia con zonas peatonales y/o de tráfico limitado.
- Mayor flexibilidad en horario y disponibilidad de áreas de carga y descarga.
- Circulación habilitada en carriles especiales.
- Previsión de áreas adecuadas para facilitar el intercambio modal a transporte de reparto final.
- Incentivos al uso de vehículos de reparto ecológicos de capacidad de carga limitada (bicicleta con pedaleo asistido para repartos de pequeño volumen y carga inferior a 200 kg y eléctricos para cargas entre 200 y 400 kg) que necesitaran de acceso preferente a las zonas urbanas y áreas adecuadas para facilitar el intercambio modal.
- Delimitación de áreas o espacios en zonas adecuadas en los entornos urbanos que posibiliten el intercambio modal de transporte de gran formato a reparto final, dotadas de las infraestructuras necesarias e incorporadas en la planificación urbana.



2.3.5. Infraestructura de recarga de vehículo eléctrico

Para lograr la introducción masiva del VE en Menorca, es necesario desarrollar una red de recarga sostenible y eficiente que combine recarga rápida, recarga de conveniencia y recarga vinculada, además de la adopción de estrategias de carga que incorporen el VE en el sistema eléctrico.

A día de hoy, existe **una red bastante desarrollada de puntos de recarga** en Menorca a través de puntos de titularidad municipal distribuidos por todo el territorio que garantizan la autonomía del vehículo eléctrico en toda la demarcación. La red está conformada por **20 puntos dobles** distribuidos según la manera siguiente: (2) Ciutadella, (1) Ferreries, (3) Es Mercadal, (2) Es Migjorn Gran, (2) Alaior, (5) Maó, (1) Es Castell y (4) Sant Lluís.

Además de los puntos ya existentes, a través del impuesto sobre estancias turísticas en Baleares, el Govern de les Illes Balears ha decidido dar un impulso definitivo a la red de puntos de recarga existentes en Menorca para conseguir una transición en el modelo de transporte. Para ello, se publicó en diciembre de 2018 una línea de ayudas con la que **se prevé la instalación de más de 20 puntos de carga rápida** (más de 30 kW) **y de 15 nuevos puntos de recarga semirrápida** en Menorca durante los próximos 5 años.

Por otro lado, también existen líneas de ayuda para la instalación de **puntos de recarga privados** que permitan a las **empresas** poder cargar de forma sencilla sus vehículos en las instalaciones.

Esta infraestructura de puntos de recarga ha sido integrada por parte del Govern de les Illes Balears en una **plataforma denominada MELIB¹⁰** para poder gestionar de forma conjunta las demandas de los usuarios, y prevé en un futuro la creación de un sistema de gestión de cargas para poder adaptar los consumos en recarga de vehículos eléctricos a las necesidades de la red eléctrica de tal forma que se podrá reducir la potencia de carga en las puntas de demanda o incluso utilizar la energía de las baterías de los vehículos que están

conectados para después recargarlas en momentos de menor demanda.

A medio y corto plazo se proyectará la infraestructura de recarga para la introducción masiva del vehículo eléctrico en la isla considerando dos ejes:

1. Movilidad más sostenible y eficiente. En aras de “convertir” el transporte de combustión en transporte de tracción eléctrica, debemos dimensionar la infraestructura de recarga adecuadamente para equiparar en términos de practicidad y en la mayor medida posible el vehículo eléctrico al vehículo de combustión. La recarga vinculada (carga lenta) es la referencia a la hora de idear un modelo, pero, a largo plazo, no podemos obviar que es preciso un modelo de recarga para el vehículo que no disponga de aparcamiento fijo (carga rápida).

2. Consolidación sostenible del vehículo eléctrico y su aportación al sistema. La recarga inteligente integrada en todos los niveles debe permitir reducir las inversiones necesarias en redes, así como mejorar la incorporación y gestión del mix de generación renovable en la isla.

Con los anteriores ejes en mente, deberemos llevar a cabo acciones sobre:

- **Recarga pública:** apoyo a la estrategia, desarrollo y mantenimiento de la recarga pública –con un mix adecuado de recarga rápida, recarga de conveniencia (recarga semirrápida) y recarga vinculada (recarga lenta)– que permita hacer viable el modelo de negocio, lastrado por unos altísimos costes fijos.
- **Modernizar y digitalizar** las redes para desplegar la recarga inteligente y, por lo tanto, la adopción masiva de la movilidad eléctrica en edificios de viviendas y centros de trabajo.
- Desarrollar **estrategias de carga** que faciliten la integración de los vehículos eléctricos en el sistema eléctrico especialmente en grandes flotas, tales como estrategias *vehicle to grid* (V2G) o *grid for vehicle* (G4V).

¹⁰ MELIB: <<https://www.tib.org/ximelib/public/map.xhtml>>

2.3.6. Gestión activa del vehículo eléctrico

Es importante organizar adecuadamente el incremento de la demanda eléctrica provocado por la electrificación del transporte terrestre. Será necesario un sistema de cargadores de VE interconectados, capaces de gestionar la información proporcionada por el usuario y la información recibida de la situación de la red.



La **electrificación del transporte terrestre** implica la reducción del consumo directo de combustibles derivados del petróleo, pero también conlleva un **incremento importante de la demanda eléctrica** en la isla.

Si este incremento se produjera sin organizarse adecuadamente, es decir, permitiendo a los usuarios recargar sus vehículos eléctricos sin ningún tipo de restricción, sería necesaria una fuerte inversión en el refuerzo y ampliación de las infraestructuras existentes asociadas a las redes de transporte y distribución, además de incrementar considerablemente la ineficiencia en el uso del sistema eléctrico.

Por lo tanto, se puede afirmar que para conseguir una óptima integración del vehículo eléctrico será necesario realizar una **gestión coordinada de la recarga en función de las condiciones de operación del sistema eléctrico**, especialmente en el caso de Menorca. Esta gestión no solo va a reducir los problemas comentados anteriormente, sino que permitirá que la recarga del vehículo eléctrico pase a ser un recurso útil para los operadores de red.

Para que la recarga del VE sea gestionable en la isla, es necesario que los **diferentes tipos de cargadores** a instalar cumplan con una serie de requerimientos desde el punto de vista de las comunicaciones. Se propone que los cargadores (modos de carga 3 y 4) que se instalen en viviendas, aparcamientos públicos o privados, así como electrolinerías, sean capaces de forma individual o colectiva de **gestionar las condiciones de la recarga**

de los vehículos conectados en función de la información proporcionada por el usuario y la información recibida de la situación de la red (señales de precios o de potencias máximas demandadas).

En este sentido, dichos cargadores deberán ser capaces de recibir señales de un tercero según las especificaciones técnicas del **protocolo de comunicaciones**

OCPP 2.0, mediante conexión segura a través de Internet o de una red privada dedicada.

De esta forma, los cargadores de mayor potencia instalada, podrán ser integrados dentro de un sistema de gestión que permitirá a los consumidores más flexibles **reducir el coste de las recargas a su VE**, a la vez que facilitan la gestión del sistema eléctrico a los operadores de la red.

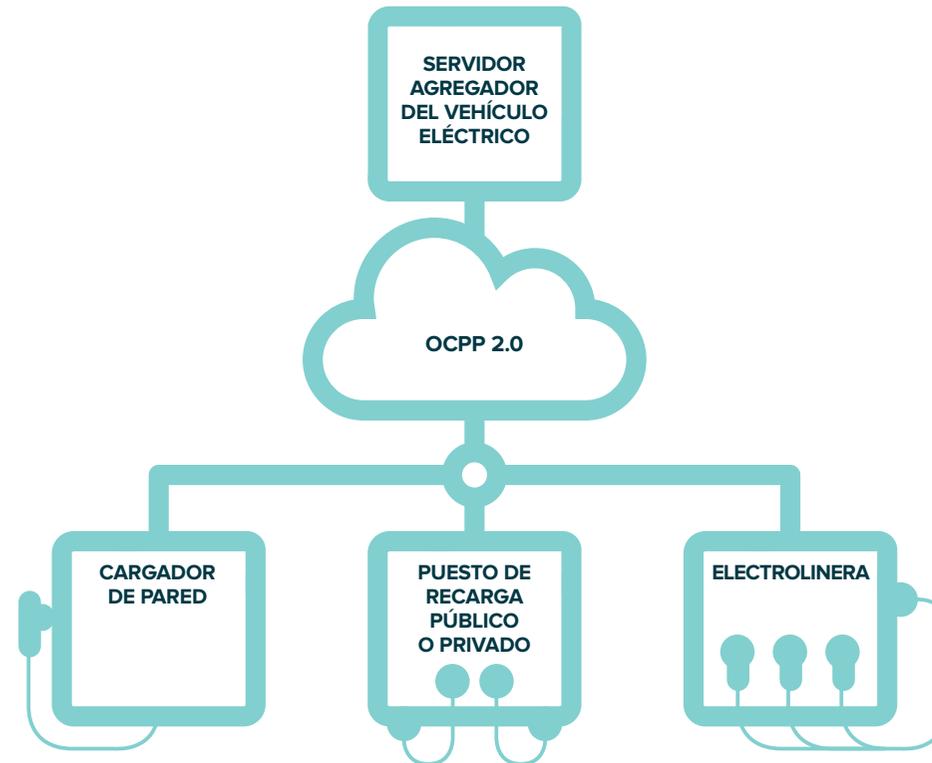
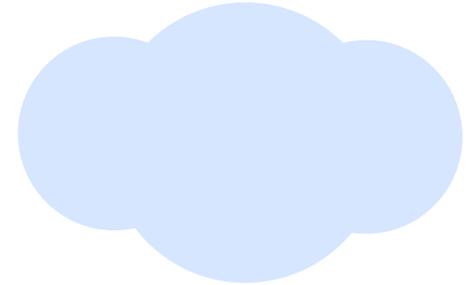


Figura 23. Gestión centralizada de cargadores de vehículo eléctrico.



2.3.7. Medidas complementarias para la reducción de emisiones

Más allá de lograr el objetivo principal de la electrificación del transporte terrestre en Menorca, se deberán tomar una serie de medidas complementarias entre 2020 y 2030 para ofrecer alternativas al transporte privado motorizado y así reducir la demanda energética asociada.

En el período 2020-2030 será necesario llevar a cabo varias **medidas complementarias** a las ya citadas en materia de movilidad, con el objetivo de asegurar la reducción de emisiones derivadas del transporte terrestre en la isla, la mayoría de ellas deberán desarrollarse en el ámbito insular/municipal.



MEDIDAS MÁS RELEVANTES:

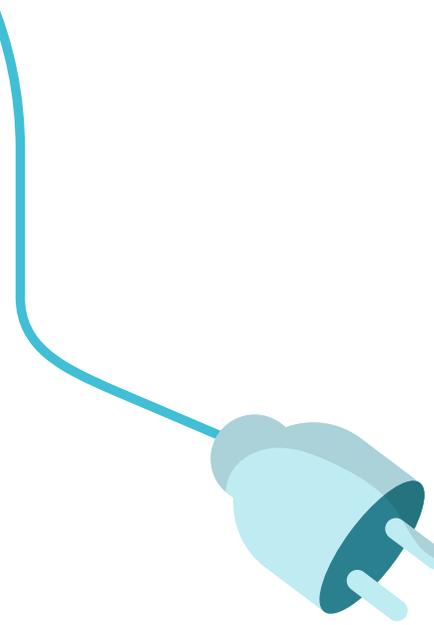
- **Desincentivar el uso del vehículo privado**, a través de medidas de pacificación de la circulación en los ámbitos urbanos.
- **Fomento del uso de bicicletas** a través del incremento de kilómetros de carril bici y de la promoción del acceso al alquiler de bicicletas tradicionales y eléctricas. En este sentido también resulta interesante que los centros de trabajo habiliten una flota de bicicletas para trayectos cortos.
- **Planificación urbanística** que integra acciones dirigidas a la movilidad y a la reducción de emisiones. En este sentido, destacar que el Consell Insular es la administración que ostenta la competencia de ordenación del territorio en la isla, y que los ayuntamientos son las instituciones competentes en adaptar sus planes urbanísticos a esta planificación territorial.
- **Incentivar los vehículos de bajas emisiones y/o sistemas más eficientes** con medidas como, por ejemplo, delimitar áreas de circulación restringida a vehículos de altas emisiones, o facilitar el aparcamiento a vehículos compartidos y vehículos de bajas emisiones.
- **Bonificaciones fiscales** a alternativas al vehículo de combustión (impuesto municipal de vehículos, zona azul, etc.).
- **Plantear soluciones a la movilidad escolar** mediante el transporte colectivo y facilitando desplazamientos a pie, caminos escolares y rutas saludables.
- **Fomento del car pooling:** desplazamientos compartidos.



2.4. EFICIENCIA Y GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA



Será necesario reducir el consumo de energía en todos los sectores de la sociedad, haciendo que la demanda de energía en 2030 disminuya con respecto a la actual, y además consiguiendo el objetivo de reducción del 30% de combustibles fósiles para usos térmicos en todos los sectores. Para ello, se plantean un conjunto de medidas encaminadas a mejorar la eficiencia, incorporar renovables en forma de autoconsumo, sustituir combustibles fósiles y hacer una gestión activa de la demanda.



2.4.1. Sector residencial

Para lograr una mejor eficiencia energética y reducir el consumo en el sector residencial y sus emisiones, se plantea la sustitución de combustibles fósiles, la mejora de los envolventes en edificios, el autoconsumo y una gestión activa de la demanda. Será clave la concienciación social para lograr la participación de los consumidores, así como para desarrollar una nueva normativa local para garantizar que los nuevos edificios alcancen niveles de consumo energético cero o casi cero.

Según la información del análisis energético de Menorca, **el sector residencial representa un 17% de la demanda de energía final de la isla**, de la cual, la electricidad supone un 74,3% (45% del total de energía eléctrica demandada), los combustibles

fósiles suponen un 22,9% (gasóleo y gases licuados del petróleo, GLP) y la biomasa, un 2,9%. La demanda de combustibles fósiles de este sector representa un 30% de la demanda total de estos en la isla, sin tener en cuenta la demanda del transporte (terrestre, aéreo y marítimo).

Como ya se ha comentado previamente, es importante el fomento de la instalación de generación de origen renovable en las instalaciones eléctricas de los consumidores individuales y en las instalaciones colectivas, pero también **es necesaria la reducción de la demanda de energía en el sector residencial**, para lo cual se fomentarán mejoras de eficiencia energética asociadas a este sector (mejora de la envolvente e instalaciones más eficientes). En este sentido, **las viviendas reducirán su consumo energético a la vez que mejorará el confort de sus ocupantes**. Adicionalmente, se

fomentará la **sustitución de instalaciones que utilicen combustibles fósiles** (GLP y gasóleo) por tecnologías más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

En relación con los edificios de viviendas de nueva construcción, se va a desarrollar una **nueva normativa local** para garantizar que estos edificios integren todas las medidas propuestas en el presente documento más otras específicas para este tipo de instalaciones, con objeto de alcanzar niveles de consumo cero o casi cero. Por último, mencionar que los beneficios de este nuevo modelo energético revertirán en la sociedad gracias a la **creación de empleo, la reducción de la pobreza energética y la mejora de la salud** de las personas.



AUTOCONSUMO A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

El objetivo es **extender a gran escala el autoconsumo en el parque edificado** en la isla, principalmente el autoconsumo fotovoltaico individual y también compartido. El objetivo global a alcanzar es instalar como mínimo **30 MW en régimen de autoconsumo entre el sector residencial y el resto de sectores**, excluyendo a los comentados parques fotovoltaicos.

El **RD 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, plantea **un escenario favorable para el desarrollo del autoconsumo**. El mecanismo de compensación simplificada, así como la regulación normativa de las instalaciones de autoconsumo renovable colectivas en comunidades de vecinos suponen un buen punto de partida para la progresiva integración de renovables en el sector residencial.

En el **primer período 2019-2021**, y por iniciativa del Ministerio de Transición Ecológica, a través del IDAE, se dispone ya de **fondos FEDER** asignados para el fomento del autoconsumo en la isla por un montante total de **5 millones de euros**. En cálculos conservadores, se estima que estos fondos pueden fomentar la puesta en marcha de unas **1.300 instalaciones nuevas, y un total de 4 MW de potencia instalada en régimen de autoconsumo** en este primer período en Menorca. En paralelo, **el Govern de les Illes Balears** destina anualmente una partida presupuestaria de cerca de **2 millones de euros para la promoción del autoconsumo** en hogares e industrias de las Islas Baleares. Si bien no es específica para Menorca, sí es complementaria a las ayudas del IDAE y puede seguir estimulando la expansión del autoconsumo.

En este sentido, cabe destacar el **impacto** que el fomento del autoconsumo puede generar sobre la sociedad menorquina en términos de **economía local**,

pero también en términos de **efecto sensibilizador, implicación directa y conciencia** sobre las personas.

Por un lado, el desarrollo de estas pequeñas instalaciones domésticas supondrá sin duda una **reactivación y un impacto positivo sobre pequeñas empresas instaladoras** del sector renovable en la isla.

Por el otro, disponer de instalaciones de autoconsumo doméstico tendrá un **efecto positivo de concienciación social** entorno al consumo energético. También supondrá una disminución paulatina de la demanda sobre el sistema eléctrico actual por parte del sector residencial, un efecto ejemplificador de cara al ciudadano de las posibilidades de la generación renovable en los hogares, y también un efecto desincentivador de consumos innecesarios.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

La **reducción del 30% de la demanda** de energía mediante la mejora de la eficiencia energética es uno de los principales objetivos de la Comisión Europea dentro del horizonte 2030. En este sentido, se proponen **dos tipos de actuaciones de mejora de la eficiencia energética**. Por un lado, se va a fomentar la **mejora de las envolventes** en edificios, que permitirá no solo reducir la demanda destinada a climatización, sino también aumentar el confort de los usuarios en sus viviendas. Por otro, se fomentará la **utilización de instalaciones de climatización más eficientes** y que no consuman ningún tipo de combustibles fósiles.



MEJORAS EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS

El fomento de la eficiencia energética en edificios es una de las **medidas clave** en el camino hacia la reducción de la demanda energética global de la isla. Según los análisis realizados durante el proceso inicial de las **Directrices Estratégicas de Menorca**, hay un **recorrido amplio a realizar** en cuanto a la mejora de la eficiencia térmica del parque edificado existente en Menorca. El clima mediterráneo templado de la isla favorece el buen **funcionamiento bioclimático** de los edificios con una **envolvente correctamente aislada**, con protecciones solares, ventilación natural y limitando las fugas de aire. Si se implementan estas medidas, el consumo energético para climatizar edificios se puede reducir considerablemente y conseguir un confort óptimo.

En este sentido, las prioridades de actuación en la rehabilitación energética de la envolvente de los edificios existentes serán las siguientes:

- 1. Incrementar el aislamiento térmico**, con especial atención a la eliminación de puentes térmicos.
- 2. Mejorar las prestaciones de las aberturas al exterior** (puertas, ventanas, etc.), colocando nuevas carpinterías y acristalamientos más eficientes e incluyendo sistemas de protección solar.
- 3. Incorporar estrategias de bioclimatismo:** ventilación cruzada, inercia térmica, sistemas pasivos de captación solar invernal, uso de la vegetación y materiales para modular la temperatura de los edificios, etc.

Además, la ordenación territorial y urbanística de la isla debe prever medidas en este sentido, facilitando la rehabilitación energética y promoviendo que las

nuevas construcciones incorporen las máximas exigencias en materia de eficiencia en la edificación.

Estas medidas, tanto para el parque residencial edificado como para nueva construcción, deben complementarse también con otras **medidas complementarias**:

- 4. Ofrecer facilidades de tramitación de licencias** para la rehabilitación energética de edificios y para la implantación de sistemas de eficiencia y autoconsumo.
- 5. Promoción de proyectos piloto** demostrativos para diferentes tipologías de edificaciones, visibilizando el proceso y sus resultados.
- 6. Establecimiento de bonificaciones fiscales** para la rehabilitación energética y los edificios de bajo consumo.



MEJORAS RELACIONADAS CON LOS USOS FINALES

Para reducir la dependencia de combustibles fósiles en la isla, desde el punto de vista de la demanda asociada a los usos finales del sector residencial, es necesario fomentar la utilización de tecnologías más eficientes y que requieran otras fuentes de energía. Los principales usos finales relacionados con la utilización de combustibles fósiles en este sector son los **sistemas de calefacción, el agua caliente sanitaria y las cocinas**.

De acuerdo con este análisis, la instalación de **colectores solares** (energía solar térmica) o paneles híbridos (energía térmica + eléctrica) con almacenamiento térmico puede suponer una reducción de las necesidades de combustibles fósiles en los usos

finales, como ACS y calefacción, significativas, por lo que se va a **fomentar su instalación** en edificios residenciales existentes, especialmente en instalaciones colectivas.

Además, considerando un escenario donde la producción de energía eléctrica presenta una participación muy elevada de generación renovable, el fomento de la **sustitución de los sistemas de gasóleo y gas licuado de petróleo (GLP)** por sistemas basados en bombas de calor de alta eficiencia para calefacción y agua caliente sanitaria supondrá una mejora relevante en el proceso de **descarbonización del sector residencial**.

Por último, la instalación de **calderas de biomasa** en hogares en sustitución de gasóleo y gas licuado de petróleo (GLP), es otra alternativa que habrá que fo-

mentar. En este sentido, y como se ha comentado en el **apartado 2.1.4.**, sobre “Otras tecnologías de generación”, es importante impulsar las actividades de obtención de este recurso también en Menorca.

Además de las medidas indicadas anteriormente para la reducción de la demanda energética en el sector residencial, también resultará de especial interés en la isla llevar a cabo otros **programas complementarios para la promoción de los electrodomésticos más eficientes**, con un especial interés en el fomento de la cocina de inducción para sustituir la cocina tradicional, que funciona actualmente con alguno de los GLP.





FOMENTO EUROPACE

En materia de **rehabilitación de edificaciones existentes**, destaca el potencial que puede tener en Menorca el impulso de **programas como EuroPACE¹¹** para la implantación de experiencias piloto en el ámbito municipal.

El **mecanismo PACE** (*Property Assessed Clean Energy*, Energía limpia evaluada de propiedades) es una experiencia que se ha usado en los Estados Unidos para facilitar la **financiación de obras en las envolventes de inmuebles** para mejorar su eficiencia energética.

¹¹<<http://www.europace2020.eu>>



La implantación de un programa EuroPACE se basa en la creación de una entidad gestora del programa (EGP) local supervisada por la administración pública, la cual establece los criterios fundamentales del programa de rehabilitación energética basándose en las necesidades y la idiosincrasia específicas del territorio, así como del parque de viviendas existente.

El mecanismo que se usa es la **financiación tributaria**. Se trata de un tipo de mecanismo de financiación

utilizado para conseguir aportaciones de **inversores privados** para inversiones en mejoras de edificios que cumplen un “propósito público válido”; por ejemplo, ahorrar o producir energía. Estos inversores tienen garantizado el reembolso de su inversión y de los intereses por la recaudación tributaria de las administraciones. Los beneficiarios de la financiación la van devolviendo con un cargo sobre el IBI anual, a un plazo normalmente largo (hasta 25 años). Además, en caso de la venta de la vivienda, la devolución de la

financiación pendiente se transmite al nuevo propietario.

EuroPACE es una forma de financiación tributaria que se basa en una relación existente entre los municipios y sus ciudadanos: el sistema de impuestos a la propiedad.

La previsión de inversión total en el **período 2020-2030 es de 68 millones de euros**, repartidos como se ve en la figura siguiente.

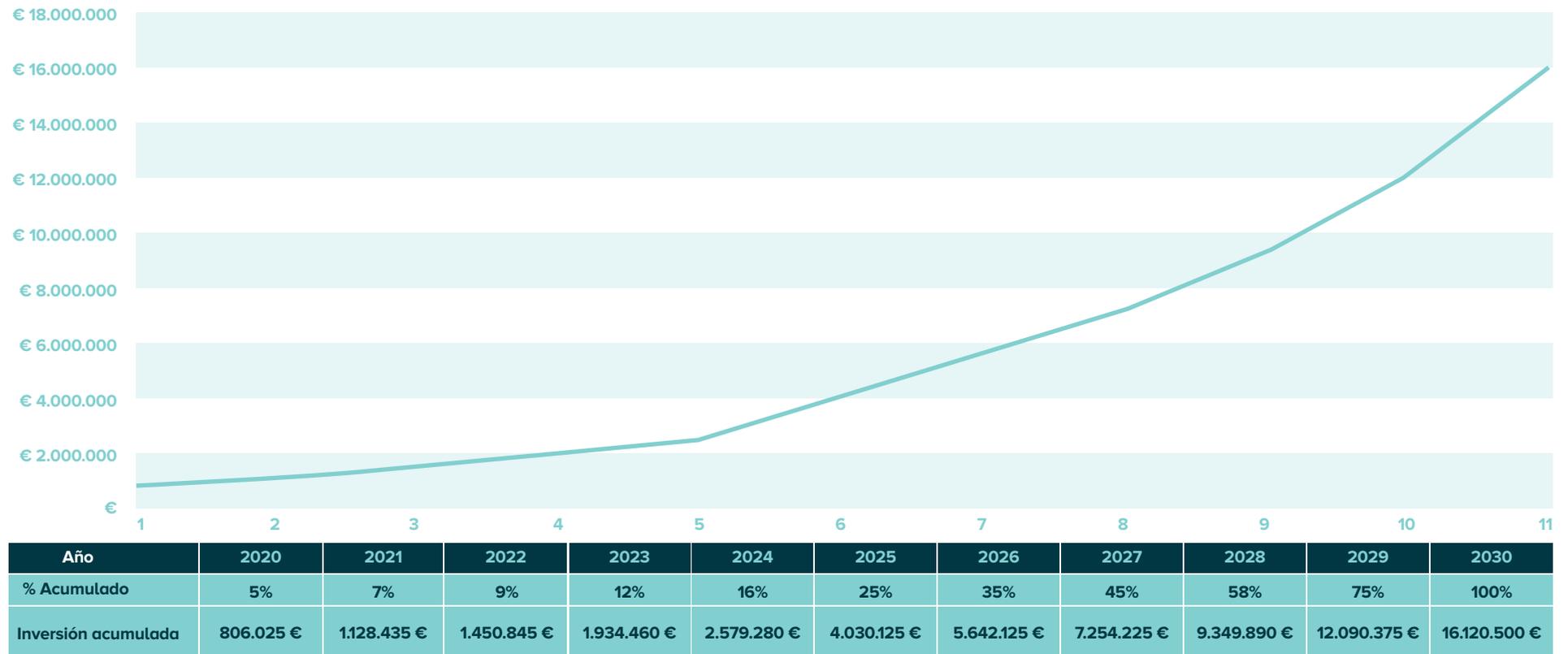


Figura 24. Evolución de la inversión EuroPACE prevista en Menorca 2020-2030.



GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

El objetivo propuesto de incrementar hasta el 85% la participación de las energías renovables en el mix de generación de electricidad de la isla implica, desde el punto de vista técnico de la operación del sistema eléctrico, la necesidad de disponer de una **demanda más flexible**.

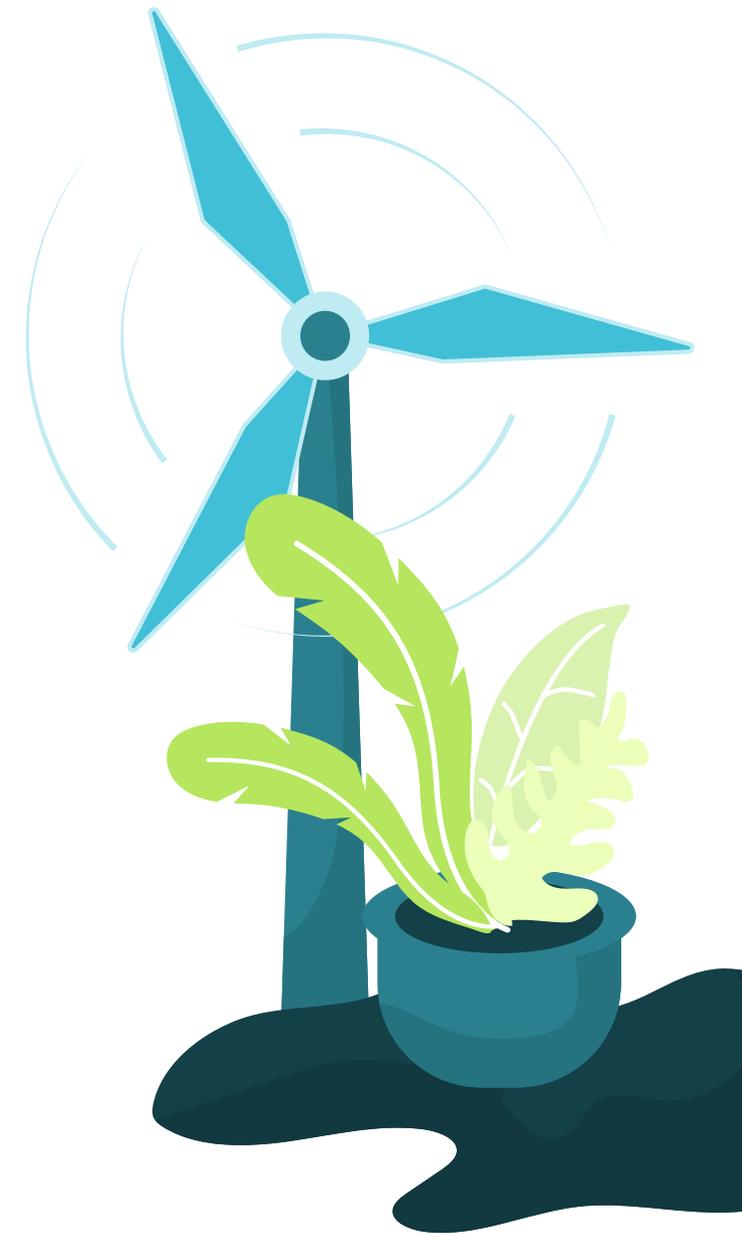
El sector residencial supone un 45% de la energía eléctrica total demandada por los usuarios finales en Menorca, por lo que conseguir la **participación activa** de estos consumidores en las actividades de operación será fundamental para lograr dicho objetivo. Las **tareas de concienciación social** en este sentido serán determinantes para garantizar el éxito de esta participación. Según las experien-

cias realizadas previamente a escala global, los principales usos finales asociados a la demanda de electricidad de los consumidores residenciales que podrían ser gestionados de **forma externa** serían la climatización de las viviendas (aire acondicionado y calefacción) y la producción de ACS.

Según estas necesidades, se propone establecer en la **normativa correspondiente** que, en las viviendas de nueva construcción o viviendas existentes que tuvieran que cambiar o añadir un **sistema de control para participar en algún programa de respuesta de la demanda**, los termostatos o equipos de control asociados a los citados usos finales (climatización y ACS que demanden electricidad) tengan la posibilidad de conectarse a una red local de un tercero de forma segura (Ethernet o wifi) para recibir señales externas de precios o comandos de actuación según las especificaciones técnicas establecidas en el protocolo

de comunicación OpenADR 2.0b, así como que permitan configurar el comportamiento de dichas instalaciones en función de las señales.

Los termostatos o dispositivos de control propuestos serán capaces de planificar el funcionamiento de los equipos asociados a los citados usos finales de forma automática teniendo en cuenta los hábitos del usuario, el nivel de confort seleccionado, las señales de precios recibidas previamente y las condiciones meteorológicas previstas. De esta forma, los consumidores del sector residencial podrían participar en futuros programas de respuesta de la demanda, lo que significará un beneficio adicional o reducción del coste energético para dichos consumidores, pero sin reducir su nivel de confort. Este punto es fundamental para garantizar **el éxito de participación de los consumidores residenciales**.



2.4.2. Sector servicios

Se deberá actuar sobre el sector turístico y los edificios públicos fomentando el autoconsumo con fuentes renovables, la eficiencia energética y la gestión de la demanda. El alumbrado público también deberá adaptarse para una mayor eficiencia energética y menor contaminación lumínica. El ciclo del agua deberá centrar esfuerzos en una mayor eficiencia en los sistemas de bombeo y en los sistemas de gestión y control. Finalmente, el aeropuerto, principal consumidor de electricidad de la isla, tendrá que seguir trabajando para reducir su demanda de energía.

Según los datos del estudio energético realizado en Menorca, **el sector servicios representa un 17,9% de la demanda** de energía final de Menorca, de la cual, la electricidad supone un 74,5% (47,7% del total de energía eléctrica demandada), mientras que los combustibles fósiles suponen un 25,5% (gasóleo y GLP). La demanda de combustibles fósiles de este sector representa un 36% de la demanda total de estos en la isla, sin tener en cuenta la demanda del transporte (terrestre, aéreo y marítimo).

Las propuestas de actuación en el sector servicios, bajo los criterios de eficiencia, gestión integral de la energía y generación propia de energía de fuentes renovables, se han organizado teniendo en cuenta su **carácter público o privado**, así como la **tipología de las instalaciones**, resultando en cuatro apartados: **sector turístico, edificios públicos, alumbrado público** y los **servicios asociados al ciclo del agua** en la isla. Los beneficios económicos asociados a la implementación de las medidas propuestas se revierten en la **economía local**, mejorando la **proyección internacional** de Menorca.

2.4.2.1. SECTOR TURÍSTICO

La actividad turística es el principal **motor de la economía de la isla** en la actualidad. De hecho, la **presión humana** en Menorca en temporada alta llega a ser aproximadamente dos veces y media superior a la presión humana en temporada baja, por lo que es importante llevar a cabo acciones orientadas al incremento del autoconsumo, la mejora de la eficiencia energética y la mejora de la gestión de la demanda para que esta estacionalidad no se convierta en un problema relevante de cara a la implantación del nuevo modelo energético de Menorca.



AUTOCONSUMO A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

- Uso de fuentes de energía locales:
 - Instalación de generación **fotovoltaica en cubiertas y aparcamientos** y si es posible también minieólica.
 - **Sistemas solares térmicos** para el calentamiento del agua (apoyo a ACS, calefacción y piscinas climatizadas).
 - **Calderas de biomasa** en sustitución de gasóleo y gas licuado de petróleo (GLP).
- Desarrollar mecanismos de **compensación estacional** de las instalaciones de autoconsumo con vertido a red.
- Crear una **marca específica para las empresas turísticas que se comprometan** con los objetivos de descarbonización.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Implantar medidas que promuevan el uso eficiente de la energía por parte de los turistas que visitan Menorca.
- Concienciación del **personal del sector**. Implantar en los hoteles la figura del “embajador energético”, como persona encargada de observar cómo

actúa el personal y cómo se desarrollan los procesos, con el fin de localizar mejoras simples en la forma de actuar que aporten un ahorro energético directo y sin que sea necesaria ninguna inversión.

- Impulsar la **renovación y actualización de las instalaciones** de los edificios para mejorar la eficiencia y el uso de fuentes de energía locales:
 - Sistemas de monitorización del consumo energético.
 - Sistemas de recuperación de calor.
 - Sistemas de climatización con bomba de calor para sustitución de calderas de gasóleo y GLP.
- Sistemas de **gestión de la energía** que permitan ver la evolución de los consumos y los ahorros obtenidos en función de las acciones tomadas.
- Sistemas e instalaciones que promuevan el uso del agua de mar (intercambio térmico...).
- Diseñar un **programa específico** de eficiencia energética y descarbonización para el **sector hotelero**, replicando ejemplos de éxito a través de las asociaciones empresariales.
- Fomentar las **auditorías energéticas** de los establecimientos turísticos.
- Mejorar la **eficiencia de los edificios** según las acciones definidas para el sector residencial. (véase el apartado 2.4.1.).

GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

Como ya se ha comentado previamente, la necesidad de disponer de una **demanda más flexible** es fundamental para alcanzar elevados niveles de integración de renovables en sistemas aislados. El sector servicios representa un 47,7% de la energía eléctrica total demanda por los usuarios finales en Menorca, por lo que conseguir la participación activa de estos consumidores en las actividades de operación será fundamental para lograr el objetivo marcado. Dentro del sector servicios, uno de los **principales consumidores de energía eléctrica** son los establecimientos encargados del alojamiento de los turistas, **especialmente los hoteles**.

De acuerdo con las experiencias realizadas previamente en el ámbito global, los usos finales asociados a la demanda de electricidad en el sector turístico que son más flexibles, o podrían serlo mediante la instalación de almacenamiento térmico (PCM o similar), son los **sistemas de climatización** (especialmente los centralizados con bombas de calor) y producción de agua caliente.

Según estas necesidades, se propone establecer en la normativa correspondiente que los edificios con

sistema de control centralizado para la gestión de las instalaciones de climatización, o los edificios existentes que tuvieran que cambiar o añadir este sistema de control centralizado nuevo, deberían ser capaces de conectarse a una **red local** de un tercero de forma segura (Ethernet o wifi) para recibir señales externas de precios o comandos de actuación según las especificaciones técnicas establecidas en el protocolo **de comunicación OpenADR 2.0b**, así como permitir configurar el comportamiento de dichas instalaciones en función de las señales.

De esta forma, los **sistemas de control centralizados** serán capaces de planificar el funcionamiento de los equipos asociados a los citados usos finales **automáticamente** teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, el nivel de confort seleccionado, las señales de precios recibidas previamente y las condiciones meteorológicas previstas. Así pues, los consumidores del sector turístico podrían participar en futuros programas de respuesta de la demanda, lo que significaría un **beneficio adicional o reducción del coste energético** para dichos consumidores, pero lo que es más importante, **sin reducir su nivel de servicio**.





2.4.2.2. EDIFICIOS PÚBLICOS

AUTOCONSUMO A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

Se deberán desarrollar instalaciones fotovoltaicas en los edificios, en las infraestructuras y en los espacios públicos; además de **trabajar por una mayor eficiencia** energética en estos equipamientos a través de las siguientes actuaciones:

- Realizar **auditorías energéticas** en las instalaciones y edificios públicos.
- Implantar un programa de información y **formación de agentes energéticos** del sector público.
- Implantar prácticas de capitalización de **ahorros económicos** gracias a la eficiencia energética para reinvertirlos en nuevas medidas de ahorro de energía.
- Mejorar la eficiencia energética y el uso de fuentes locales de energía en **edificios e instalaciones del sector público**:
 - Programa anual de actuaciones para promover la eficiencia energética en edificios públicos.
 - Mejorar la eficiencia de los edificios según las acciones definidas para el sector residencial (véase el apartado 2.4.1.).



- Sistemas de recuperación de calor.
- Equipos de monitorización del consumo energético.
- Instalaciones fotovoltaicas en las cubiertas de los edificios para autoconsumo, con o sin sistemas de almacenamiento.
- Sistemas solares térmicos para el calentamiento del agua.
- Calderas de biomasa en sustitución de gasóleo y gas licuado de petróleo (GLP).
- Sistemas de climatización con bomba de calor y/o sistemas de almacenamiento térmico.

GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

Otros consumidores dentro del sector servicios que pueden resultar de especial interés no solo por ser uno de los principales consumidores de energía eléctrica en la isla, sino porque deben ser un **ejemplo para**

la sociedad de Menorca, son los edificios públicos.

Según las experiencias realizadas previamente en el ámbito global, el principal uso final asociado a la demanda de electricidad de los edificios públicos que es flexible, o podría serlo mediante la instalación de almacenamiento térmico (PCMs o similar), es el sistema de climatización (especialmente los centralizados con bombas de calor).

De acuerdo con estas necesidades, se propone establecer en la normativa correspondiente que los edificios con sistema de control centralizado para la gestión de las instalaciones de climatización, o los edificios existentes que tuvieran que cambiar o añadir este sistema de control centralizado nuevo, deberían ser capaces de conectarse a una red local de un tercero de forma segura (Ethernet o wifi) para recibir señales externas de precios o comandos de actuación

según las especificaciones técnicas establecidas en el protocolo de comunicación OpenADR 2.0b, así como permitir configurar el comportamiento de dichas instalaciones en función de las señales.

De esta forma, los sistemas de control centralizados serán capaces de planificar el funcionamiento de los equipos asociados a los citados usos finales automáticamente teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, el nivel de confort seleccionado, las señales de precios recibidas previamente y las condiciones meteorológicas previstas. Así pues, los consumidores del sector público podrían participar en futuros programas de respuesta de la demanda, lo que significaría un beneficio adicional o **reducción del coste energético** para dichos consumidores, pero lo que es más importante, **sin reducir el nivel de confort de los usuarios**.

2.4.2.3. ALUMBRADO PÚBLICO

Menorca parte de una **amplia experiencia** en la racionalización y mejora de su alumbrado público gracias a las acciones llevadas a cabo, desde principios del presente siglo, mediante la ejecución de las diferentes fases del **Plan de eficiencia energética en el alumbrado público de los municipios de Menorca (PEEM)**.¹² Acciones que se vieron reforzadas por el compromiso asumido en 2016 de mejorar la calidad del cielo nocturno, la redacción del Reglamento de protección del medio nocturno de Menorca y la obtención de las certificaciones Reserva y Destino Turístico Starlight, recibidas en enero de 2019 en el marco de la feria FITUR.

Ser **Reserva Starlight** implica el compromiso de proteger el cielo nocturno y eliminar la contaminación lumínica, y una apuesta por una iluminación eficiente y sostenible con el entorno de la isla, mejorando la calidad de vida de la flora, la fauna y la población.

Asimismo, la certificación **Destino Turístico Starlight**¹³ supone una oportunidad para impulsar una nueva modalidad de turismo sostenible: el turismo de estrellas. Los destinos turísticos Starlight no solo deben acreditar la calidad de su cielo nocturno y los medios de protección, sino también adecuar las infraestructuras y actividades relacionadas con la oferta turística (alojamiento, los medios de observación disponibles al servicio de los visitantes, la formación del personal encargado de la interpretación astronómica, etc.) y su integración con la naturaleza.

Para ello, **se ha desarrollado un inventario detallado de todo el alumbrado público exterior de Menorca**, con el fin de evaluar la situación de partida y establecer la priorización de actuaciones a llevar a cabo con una doble finalidad: por un lado, **mejorar su eficiencia energética y reducir, por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero**; y por otro lado, disminuir la contaminación lumínica de la isla y mejorar la calidad del cielo nocturno, para ofrecer una mejor experiencia en la observación del firmamento.

Así pues, las acciones que se plantean en este apartado reúnen una doble intencionalidad: por un lado, asegurar la **preservación de la calidad del cielo nocturno** mediante la limitación y reducción de la contaminación lumínica; y por el otro, seguir **contribuyendo a la descarbonización energética** de la isla reduciendo la demanda de energía del alumbrado exterior mediante mejoras en eficiencia energética y racionalización del uso de dicho alumbrado.

Entre las **acciones que se pretenden desarrollar** se destacan las siguientes:

- Creación de la oficina de protección del medio nocturno.
- Implementación de la zonificación de la isla de acuerdo al Reglamento de protección del medio nocturno.
- Formación a técnicos, proyectistas e instaladores en materia de eficiencia energética y lumitecnología.

¹² Véase en la web del Consorcio de Residuos y Energía de Menorca: <<http://cremenorca.org/Contingut.aspx?IdPub=8533&menu=Energia>>

¹³ Véase en la web de la Agencia Menorca Reserva de Biosfera: <<http://www.menorcabiosfera.org/Contingut.aspx?idpub=1791>>

- Desarrollo de nuevas fases del PEEM, orientadas a:
 - Sustitución de sistemas de alumbrado obsoletos y/o ineficientes por tecnología LED.
 - Control inteligente del alumbrado público en urbanizaciones de marcada estacionalidad.
 - Introducción de sistemas de control basados en sensores que posibiliten la regulación de flujo según diferentes niveles de presencia.
 - Reducción de niveles lumínicos acordes a las necesidades reales de cada zona.
 - Racionalización del alumbrado ornamental y de proyección de edificios y espacios singulares.
 - Fomento de una cultura de aprecio y respeto al cielo estrellado.

El objetivo último es **reducir la demanda energética del alumbrado exterior de Menorca en un mínimo del 40%** respecto a los niveles de 2017.





2.4.2.4. CICLO DEL AGUA

Las actividades que componen el ciclo del agua se caracterizan por ser procesos de **consumo muy flexibles** que pueden ser utilizados para trasladar consumo de horas con poca disponibilidad de recursos renovables a momentos en los que haya excedentes de dicho recurso, **ayudando a la integración de generación renovable en el sistema eléctrico**.

En general, será necesaria la realización de un **estudio energético de dichas instalaciones**, con objeto de caracterizar su consumo energético, identificar posibles **puntos de mejora** desde el punto de vista de la **eficiencia energética** y de su mantenimiento, determinar la posibilidad para **integrar generación renovable**, así como estudiar la flexibilidad actual de dichos procesos y la **viabilidad técnico-económica** de mejorar dicha flexibilidad.

La mayor parte del agua utilizada en la isla procede de captaciones por **bombeo del acuífero**, siendo el volumen máximo concedido de 37,8 hm³/año, cifra que de hacerse efectiva, comprometería gravemente la integridad del acuífero, ya que la recarga del mismo por la aportación de la lluvia se sitúa entorno a los 49 hm³/año y la consecuente reducción del volumen de salida de agua al mar propiciaría la intrusión de agua salada (fuente: Balance hídrico acuífero Es Migjorn, J. A. Fayas, 2014). Por lo tanto, el **balance**

hídrico es muy delicado y está condicionado por los cambios estacionales y los períodos de sequía.

El **abastecimiento urbano** (10 hm³/año), especialmente en la temporada turística, con un incremento notable de la demanda de agua, y la actividad agraria (9 hm³/año) suponen más del **91% del total de los volúmenes de extracción autorizados**.

Así pues, la estrategia centrará sus **principales esfuerzos en el abastecimiento urbano**, con un enfoque integral a todo el ciclo del agua, y en el **sector agrario**, donde se trabajará tanto el aspecto de adaptar las actividades hacia una menor demanda hídrica como la mejora de la eficiencia en la captación y utilización del recurso. Todo ello sin obviar que deben realizarse esfuerzos para el **aprovechamiento de las aguas depuradas** (con la mejora de los tratamientos terciarios para usos agrícolas) y generalizar la captación de aguas pluviales en los entornos urbanos para usos directos con agua no potable.

A continuación, se van a describir brevemente las instalaciones existentes y las posibles **líneas de actuación en los diferentes tipos de sistema** que componen el ciclo del agua en Menorca.

SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUAS LIMPIAS

El sistema de bombeo de aguas limpias **está muy distribuido a lo largo de toda la isla**, aunque, como es lógico, su entramado se hace más denso cerca de los núcleos urbanos. Este sistema es propiedad de los municipios, aunque su mantenimiento y explotación se realizan en algunos casos a través de empresas privadas adjudicatarias del correspondiente concurso público.

La propuesta de actuación en estas instalaciones va orientada a la **mejora de la eficiencia de los sistemas de bombeos**, con la consiguiente reducción de la demanda eléctrica asociada a estos, así como a la mejora de la flexibilidad de su demanda.

Para conseguir los objetivos propuestos, se propone la instalación de **variadores de velocidad en las bombas de impulsión de agua**, lo que va a permitir mejorar la eficiencia debido a la reducción del efecto del sobredimensionado que se realiza en el cálculo de estos sistemas y al mejor ajuste de la potencia demandada por estas a la demanda existente en cada momento. Además, se va a conseguir una mayor flexibilidad de regulación que junto con el incremento de la capacidad de almacenamiento de agua mediante la instalación de nuevos depósitos, va a permitir incrementar la flexibilidad de la demanda asociada a este proceso. La instalación de nuevos depósitos de almacenamiento será evaluada

desde el punto de vista técnico-económico como parte de los estudios energéticos propuestos en este punto.

Aunque desde el **punto de vista de la eficiencia energética** sería suficiente con la instalación de un pequeño **sistema de control para reducir el consumo**, para poder obtener los beneficios de este nuevo recurso flexible desde el punto de vista de la gestión de la demanda, es necesario que su gestión se realice desde un sistema de control centralizado que disponga de la información adecuada para la optimización de la operación del conjunto de instalaciones de bombeo controladas según los criterios de priorización previstos para cada momento. Este sistema debe disponer de la capacidad de recibir señales de precios o de variación de consumos de acuerdo a un protocolo de comunicación específico (se propone OpenADR 2.0) con objeto que otro agente del sistema eléctrico, o bien un agregador de la demanda o un operador de red, pueden enviar señales que condicionen el funcionamiento de las instalaciones según las condiciones previstas o existentes en la red en cada momento.

ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES (EDAR)

El sistema de tratamiento de aguas residuales en Menorca está compuesto por **12 plantas** situadas próximas a los principales núcleos urbanos. Actualmente,

la operación y el mantenimiento de estas instalaciones está siendo llevado a cabo por una **empresa concesionaria a través de ABAQUA**.

Según se ha comprobado en diferentes estudios de ámbito global (por ejemplo: proyecto EU-DEEP), **este tipo de instalaciones alberga procesos de consumo muy flexibles** que podrían ayudar a mejorar la operación de la red. En principio, y según experiencias previas, se propone **actuar sobre la línea de captación de agua y sobre la línea de fangos**, aunque es probable que durante el estudio energético puedan plantearse otras medidas de actuación.

En relación con la línea de **captación de agua**, se propone la **interrupción/reducción de la velocidad de la estación de bombeo** asociada al transporte de agua a la estación depuradora, más exactamente, el tanque situado a la entrada de la planta, que normalmente es utilizado para el almacenamiento de agua en períodos lluviosos, puede ser utilizado para almacenar agua en períodos con exceso de generación renovable, para poder dejar de bombear en momentos con escasez de renovables. Para llevar a cabo esta medida, podría ser necesaria la **instalación de variadores de velocidad en bombas** e integración de la **gestión de estos dispositivos dentro del sistema de control de la planta**.

Por otro lado, la **línea de fangos** suele tener una duración típica de 10 a 13 horas, por lo que se propone planificar diariamente este proceso en función de las necesidades de la red y de la disponibilidad de recursos renovables. Para ello, habrá que asegurar que el sistema de monitorización y control de este proceso permite llevar a cabo este tipo de acciones. En caso contrario, se realizarán las modificaciones pertinentes en dicho sistema para revertir la situación.

Al igual que en los sistemas de bombeo de aguas limpias, es necesario que el **sistema de control de las plantas depuradoras** sea capaz de recibir una previsión de los precios o de la situación de la red para poder implementar la planificación diaria correspondiente, para lo que se propone la utilización de un protocolo de comunicaciones dedicado a estos fines como es el OpenADR, mediante la utilización de librerías que se pueden instalar en los sistemas de control actuales o a través de pasarelas de comunicación en caso de no admitir este tipo de modificaciones.

PLANTA DE DESALINIZACIÓN DE CIUTADELLA

Las plantas desalinizadoras son normalmente utilizadas para suministrar agua potable en áreas donde la provisión de este recurso no es sencilla. Probablemente, la **aplicación más típica es en islas**, donde las



fuentes de este recurso son escasas. De hecho, hay un total de 17 plantas de desalinización situadas en las islas Baleares, y otras 19 situadas en las Islas Canarias. **En Menorca existe una sola planta desalinizadora** de ósmosis inversa situada junto a la planta depuradora (Ciutadella Sur), y que está en funcionamiento desde 2019. Esta planta está diseñada para suministrar un **volumen diario de 10.000 metros cúbicos** mediante dos líneas de proceso de 5.000 metros cúbicos cada una, aunque ya está prevista una ampliación para llegar hasta 15.000 metros cúbicos por día. El agua tratada en esta estación depuradora está destinada a **satisfacer las demandas hídricas del término municipal de Ciutadella**. Esta planta



desalinizadora es operada y mantenida por una empresa concesionaria a través de ABAQUA.

La desalinización es un proceso de elevado consumo energético que puede hacerse muy flexible sin la realización de inversiones importantes. Se propone utilizar los depósitos existentes, o ampliarlos si fuera necesario, para **almacenar el agua de la desalinizadora de forma que se pueda gestionar la potencia demandada** por los sistemas de bombeos asociados a los diferentes depósitos. En algunos casos, puede ser necesario la instalación de **variadores de velocidad en las bombas** para permitir un mejor ajuste. La estación depuradora cuenta con un **sistema de**

monitorización y control centralizado, el cual puede que tenga que ser ligeramente **modificado** para incluir las acciones propuestas, así como añadir la funcionalidad de recibir precios o información sobre la situación de la red.

Por otro lado, se propone la **instalación de generación renovable de origen fotovoltaico y eólico** con objeto de reducir la demanda de electricidad de las instalaciones, reduciendo el coste específico del suministro energético asociado a esta, y ayudando a conseguir un sistema energético sostenible.

OTRAS ACCIONES A DESARROLLAR

- Realizar una **auditoría integral** del consumo energético del ciclo del agua.
- Diseñar e implementar **mejoras en las instalaciones** y su mantenimiento, considerando:
 - ✓ **Instalar variadores de velocidad** para mejorar la eficiencia de los sistemas de bombeo en la red de distribución y disponer de mayor flexibilidad de regulación.
 - ✓ Promover la **autosuficiencia energética** del ciclo del agua introduciendo la energía solar fotovoltaica y/o eólica, tanto en captación

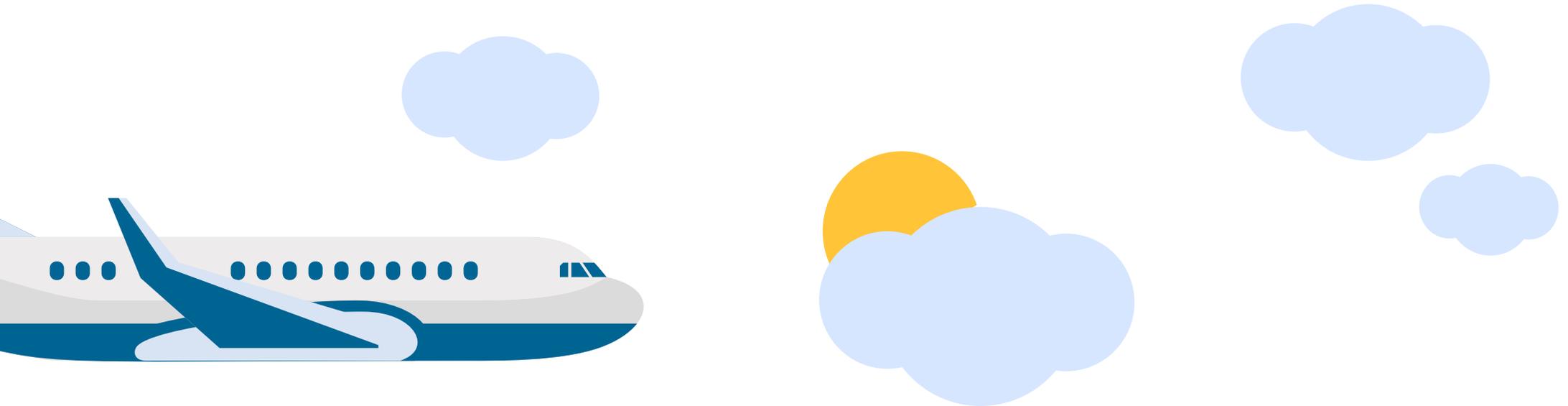
como en distribución y tratamiento de agua (aguas residuales, desnitrificación y desalinización).

- ✓ **Mejorar los tratamientos terciarios** en la EDAR Maó-Es Castell para reutilización en agricultura y usos industriales.
- ✓ **Proyecto experimental de recarga del acuífero** mediante agua depurada en la EDAR Sant Lluís.
- ✓ Promover la **instalación de contadores inteligentes** en todas las captaciones.
- ✓ Incentivar el **aprovechamiento de aguas pluviales** en las nuevas edificaciones mediante la modificación de ordenanzas municipales.
- ✓ **Proyecto demostrativo de captación hídrica** a gran escala para aprovechamiento urbano y agrícola en el Aeropuerto de Menorca.
- ✓ **Recuperación de aljibes públicos.**
- ✓ Promoción de **filtros verdes para la depuración** de aguas residuales en viviendas aisladas en entornos no urbanos.



2.4.2.5. AEROPUERTO DE MENORCA

El aeropuerto de Menorca se encuentra a 4,5 km del centro de la ciudad de Maó. En 2016, 3,2 millones de pasajeros utilizaron estas instalaciones, y esta cifra ha estado creciendo alrededor de 5,7% durante los últimos 4 años. El 89% de este **tráfico se centra en la temporada de verano** (de abril a octubre). Las principales infraestructuras e instalaciones incluyen 1 terminal, 1 pista CAT I, 42 mostradores de facturación, 6 carruseles de recogida de equipajes, 16 puertas de embarque, 5 pasarelas de embarque, 1.948 estacionamientos, 7 restaurantes y cafeterías y 11 tiendas y *duty free*.



Desde el punto de vista de la demanda de energía, **el Aeropuerto de Menorca es el principal consumidor de electricidad en la isla**, con una demanda anual total de 10,84 GWh en 2017. El edificio terminal demanda alrededor del **73% del consumo total de electricidad** y el sistema de HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*)¹⁴ representa el 41% de la demanda total de este edificio.

El aeropuerto ha instalado un sistema **fotovoltaico de 75 kW** en una de las dos áreas de estacionamiento principales. El consumo de energía de la mayoría de los usos finales se monitoriza utilizando un conjunto de alrededor de 20 medidores. La pro-

ducción de calor/frío del sistema HVAC consta de dos bombas de calor que se controlan mediante un sistema de control local centralizado (SCADA en su sigla en inglés). Este sistema también está dedicado a monitorizar y controlar el sistema de iluminación y otras instalaciones existentes en el aeropuerto.

Hay dos **generadores diésel de emergencia** con el apoyo de algunos UPS¹⁵ para garantizar el suministro de electricidad al menos para los consumos críticos del aeropuerto. Actualmente, el operador del sistema de Menorca ha solicitado el uso de estos grupos durante los períodos pico en verano. Esta opción podría ser útil para reducir la demanda máxi-

ma, que se produce comúnmente durante menos de 300 horas por año, en lugar de aumentar la capacidad de generación en la isla.

AUTOCONSUMO A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

El aeropuerto ya compra energía renovable con garantía de origen. En concreto, **en 2018 el 40% de la energía eléctrica del aeropuerto procedía de fuentes renovables**. Este porcentaje ha aumentado hasta el **60% en 2019 y está previsto que alcance el 80% en 2030**.

¹⁴ Sistema de climatización: calefacción, ventilación y aire acondicionado. Por su sigla en inglés HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning).

¹⁵ Los grupos electrógenos SAI (sistema de alimentación ininterrumpida), también conocidos por su sigla en inglés como UPS (Uninterruptible Power Supply).



En este momento, el Aeropuerto ya dispone de generación fotovoltaica, pero tiene previsto **instalar una nueva planta fotovoltaica en las marquesinas del aparcamiento público** de 459 kWp.

El sistema se podría complementar con un conjunto de **baterías híbridas**, que estarían asociadas a plantas solares fotovoltaicas. Por un lado, un sistema de batería de respuesta rápida (por ejemplo: ion-litio) con una potencia instalada de 60 kW y una capacidad de energía total de 120 kWh; por el otro, un sistema de batería de respuesta lenta (por ejemplo: plomo-ácido) con una potencia instalada de 60 kW y una capacidad de energía total de 480 kWh. La producción de energías renovables podría alimentar las cargas eléctricas del aeropuerto (autoconsumo) o las baterías instaladas.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el Aeropuerto, se está trabajando actualmente en **la concienciación de la gestión de los consumos energéticos y en la monitorización** de los mismos.

Se deben instalar medidores para monitorizar de forma remota el consumo total, el sistema HVAC (2 puntos de medición), los sistemas de acumulación, y las generaciones renovables.

Un proyecto interesante que mejoraría la eficiencia energética global (no solo del Aeropuerto, sino de toda la comunidad) sería **la captación hídrica a gran escala en las instalaciones del aeropuerto**, para aprovechamiento urbano y agrícola. Se prevé una captación de aproximadamente 1 hm³ anual, que actualmente se capta de acuífero, con un consumo eléctrico aproximado en distribución final de 1 kWh/m³.

Otra actuación de eficiencia energética en el aeropuerto está relacionada con la **implantación de sistemas de iluminación eficiente de forma masiva** en exteriores, interiores, balizamiento y torres de iluminación de plataforma del Aeropuerto. También está prevista la instalación de láminas de protección solar en las fachadas del terminal para mermar el consumo de climatización.

GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

Se propone la **instalación de un sistema de almacenamiento térmico** que utiliza PCM (*Phase Change Material*)¹⁶ para aumentar la flexibilidad de la producción de calor y frío en el sistema HVAC. Este sistema permitirá al cliente cambiar una gran parte del consumo de energía del período de mayor a menor demanda, o simplemente para proporcionar cierta flexibilidad al sistema de energía.

Además, se pueden instalar **puntos de recarga VE** situadas en dos zonas de aparcamiento existentes en el Aeropuerto. Este equipo permitiría la carga lenta y rápida y la gestión de carga remota. La estación de carga VE incluirá su propio sistema de medición.

Para reducir las emisiones de terceras partes (equipos *handling*, vehículos de pasajeros, empleados, etc), el Aeropuerto está llevando a cabo las siguientes iniciativas:

- **Instalación de puntos de recarga en aparcamientos:**
En una primera fase, para 2020, está prevista la instalación de 3 puntos de recarga para vehículos eléctricos en la zona del *parking* del aeropuerto.
- **Reducción de las emisiones de los equipos *handling*:**
Para la reducción progresiva de las emisiones de los equipos GSE (*Ground Support Equipment*)¹⁷ en los pliegos de condiciones para la concesión de licencias de actividades de *handling*, se ha incluido un compromiso de reducción de emisiones del 20% para 2020. En base a ello, los agentes de *handling* han elaborado un plan de reducción de sus emisiones y se ha establecido una metodología común para el cálculo de emisiones de los vehículos.

¹⁶ Materiales con cambio de fase o PCM (Phase Change Material) en su sigla en inglés.

¹⁷ Equipo de apoyo terrestre en su sigla en inglés GSE (Ground Support Equipment).



2.4.3. Sector industrial

Se pretenden crear polígonos empresariales autosuficientes energéticamente a partir de la integración de renovables, sistemas de autoconsumo compartido y de almacenaje energético. Los consumidores industriales reducirían sus costes energéticos aumentando su competitividad. Además, el fomento de la compra y de la venta de energía renovable servirá para aumentar el interés por el autoconsumo en el sector.

Según los datos del estudio energético realizado en Menorca, el sector industrial representa un **3,5% de la demanda de energía final de la isla**, de la cual, la electricidad supone un 43,8% (5,5% del total de energía eléctrica demandada), mientras que los combustibles fósiles suponen un 56,1% (gas natural, gasóleo y GLP). La demanda de combustibles fósiles de este sector representa un 15% de la demanda total de estos en la isla, sin tener en cuenta la demanda del transporte (terrestre, aéreo y marítimo).

A pesar de que Menorca no presenta una fuerte actividad industrial, los **polígonos empresariales** formados por naves industriales suponen una **oportunidad interesante para la integración de generación a partir de fuentes renovables**. Además, la extensión de las actividades propuestas en el sector turístico a este sector (gestión de la demanda y eficiencia energética) puede

derivar en el aumento de su competitividad, junto con la consiguiente reducción del consumo eléctrico y dependencia de los combustibles fósiles.

AUTOCONSUMO A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES

La disponibilidad de grandes extensiones sin sombras junto a procesos de consumo energético elevado supone una oportunidad para la **integración de generación renovable en los polígonos empresariales** en régimen de autoconsumo. En este sentido, se propone fomentar el autoconsumo individual para los consumidores industriales que dispongan de estas características, lo que permitirá moderar su dependencia de la energía eléctrica, reduciendo sus costes energéticos y aumentando su competitividad.

Los **mecanismos de compensación** de la energía vertida a la red en períodos donde la generación es superior a la demanda servirán para aumentar considerablemente el interés del autoconsumo por parte de los consumidores industriales.

Acciones a tomar en este aspecto son:

- Integración de la generación renovable (fotovoltaico y eólico) en polígonos empresariales.
- Fomento del autoconsumo, individual o compar-

tido, para polígonos empresariales de la isla o sectores de los mismos.

- Fomento de fórmulas PPA (*Power Purchase Agreement*) de compraventa de energía renovable en el sector empresarial.
- Instalaciones de almacenamiento de pequeña y mediana escala.
- Estrategias de financiación de mejoras energéticas.
- Instalación de calderas de biomasa en empresas en sustitución de gasóleo y gas licuado de petróleo (GLP).
- Proyectos piloto demostrativos.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

Al igual que en el resto de sectores, se fomentarán las mejoras de **eficiencia energética en los procesos productivos de los consumidores industriales**, especialmente aquellas medidas que **reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles** mediante el aprovechamiento del calor residual de los procesos y la reducción de pérdidas, para lo cual será necesario desarrollar **estrategias de financiación** complementarias a las ya existentes en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Se pretende, por un lado, reducir el consumo específico de energía en las industrias existentes, y, por el otro,

aumentar su competitividad debido a la reducción de su coste energético.

En este aspecto se deberán incorporar mejoras en las envolventes y ofrecer la oportunidad de integración en cubiertas.

GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

La introducción de la gestión de la demanda en el sector industrial de Menorca requiere la realización de **estudios específicos y proyectos pilotos** demostrativos en aquellos **centros que se consideren de referencia** dentro de las actividades industriales

de la isla. En este proceso se valorarán y validarán estrategias de actuación en los sectores estudiados con objeto de reducir y flexibilizar la demanda.

De esta forma, los consumidores del sector industrial podrían participar en **futuros programas de respuesta de la demanda**, lo que significa un beneficio adicional o reducción del coste energético para dichos consumidores, sin afectar a la calidad de sus productos.

2.4.4. Sector primario

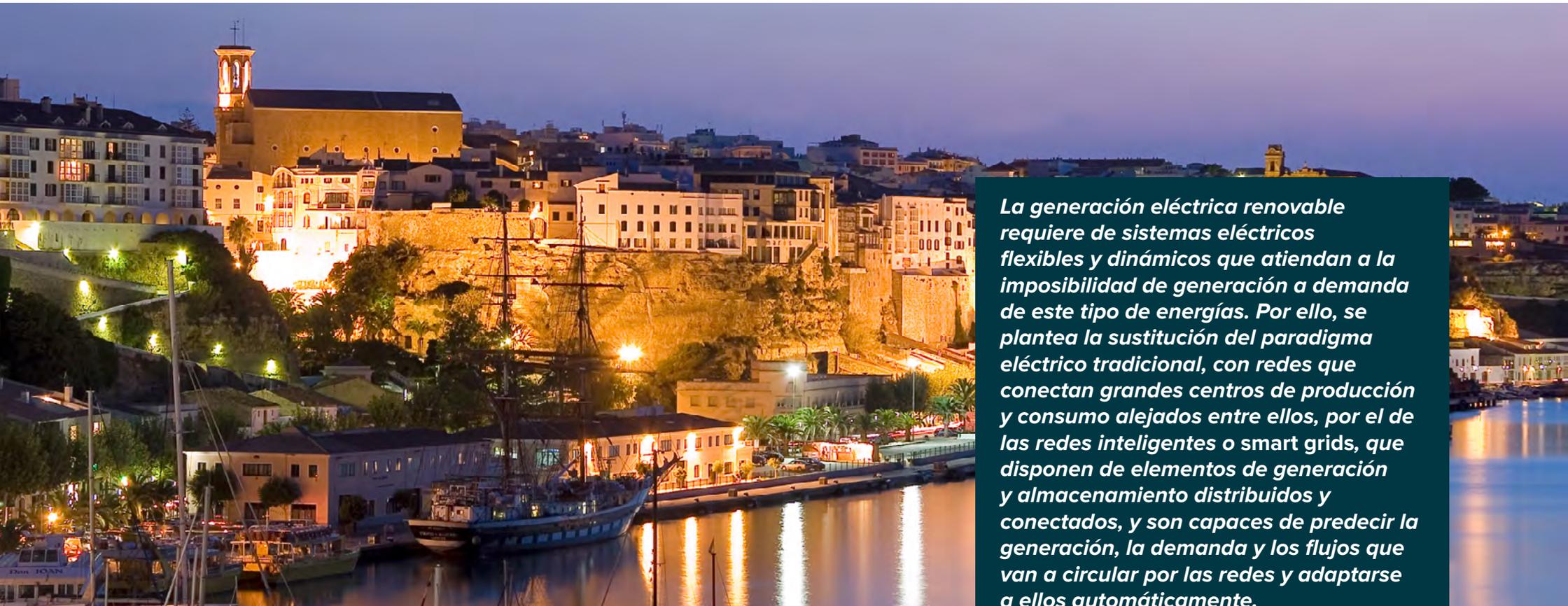
Se propone financiar la renovación de la maquinaria, especialmente para la sustitución del gasóleo como fuente de energía, con el objetivo de que sea menos contaminante y a su vez suponga una mejora de la competitividad de los productos de este sector.

Según los datos del estudio energético realizado en Menorca, el sector primario representa **un 2,9% de la demanda de energía final de Menorca**, de la cual la electricidad supone tan solo un 16,6% (1,7% del total de energía eléctrica demandada), mientras que **los combustibles fósiles suponen un 83,4% (gasóleo B)**. La demanda de combustibles fósiles de este sector representa un 19% de la demanda total de estos en la isla, sin tener en cuenta la demanda del transporte (terrestre, aéreo y marítimo).

Aunque el sector primario no es de los que más demanda energética presenta, sí que es interesante señalar que **es una de las actividades económicas con mayor dependencia de los combustibles fósiles**, en especial del **gasóleo B**. En este sentido, se propone **financiar la renovación de maquinaria del sector primario**, especialmente en aquellos casos en que se sustituya el consumo de gasóleo B por algún vector energético menos contaminante (electricidad, GNL, biomasa, etc.). El objeto de esta medida, además de la reducción de emisión, es la **mejora de la competitividad de los productos de este sector**.



2.5. REDES INTELIGENTES



La generación eléctrica renovable requiere de sistemas eléctricos flexibles y dinámicos que atiendan a la imposibilidad de generación a demanda de este tipo de energías. Por ello, se plantea la sustitución del paradigma eléctrico tradicional, con redes que conectan grandes centros de producción y consumo alejados entre ellos, por el de las redes inteligentes o smart grids, que disponen de elementos de generación y almacenamiento distribuidos y conectados, y son capaces de predecir la generación, la demanda y los flujos que van a circular por las redes y adaptarse a ellos automáticamente.

Debido a la imposibilidad de generar energía eléctrica renovable a demanda (es decir, cuando y donde se necesita), el punto primordial para permitir la penetración de estas energías es **conseguir que las redes de distribución y transporte sean dinámicas y se adapten de forma eficiente** al comportamiento y a las acciones de todos los usuarios conectados a ellas, entendiendo como usuarios tanto a consumidores como a productores de energía. En la figura 25 se observa la diferencia entre las redes clásicas y las redes inteligentes.

Las redes tradicionales están caracterizadas por grandes centrales de producción de energía normalmente muy alejadas de los grandes centros de consumo, grandes sistemas de transporte (líneas de muy alta tensión) para conectar los grandes centros de producción y de consumo, y una red muy extensa de distribución, formada únicamente por elementos pasivos tales como líneas de **media y baja tensión**, transformadores y consumidores pasivos. La producción de electricidad en estos sistemas tradicionales está basada en grandes unidades térmicas (utilizando normalmente combustibles fósiles).

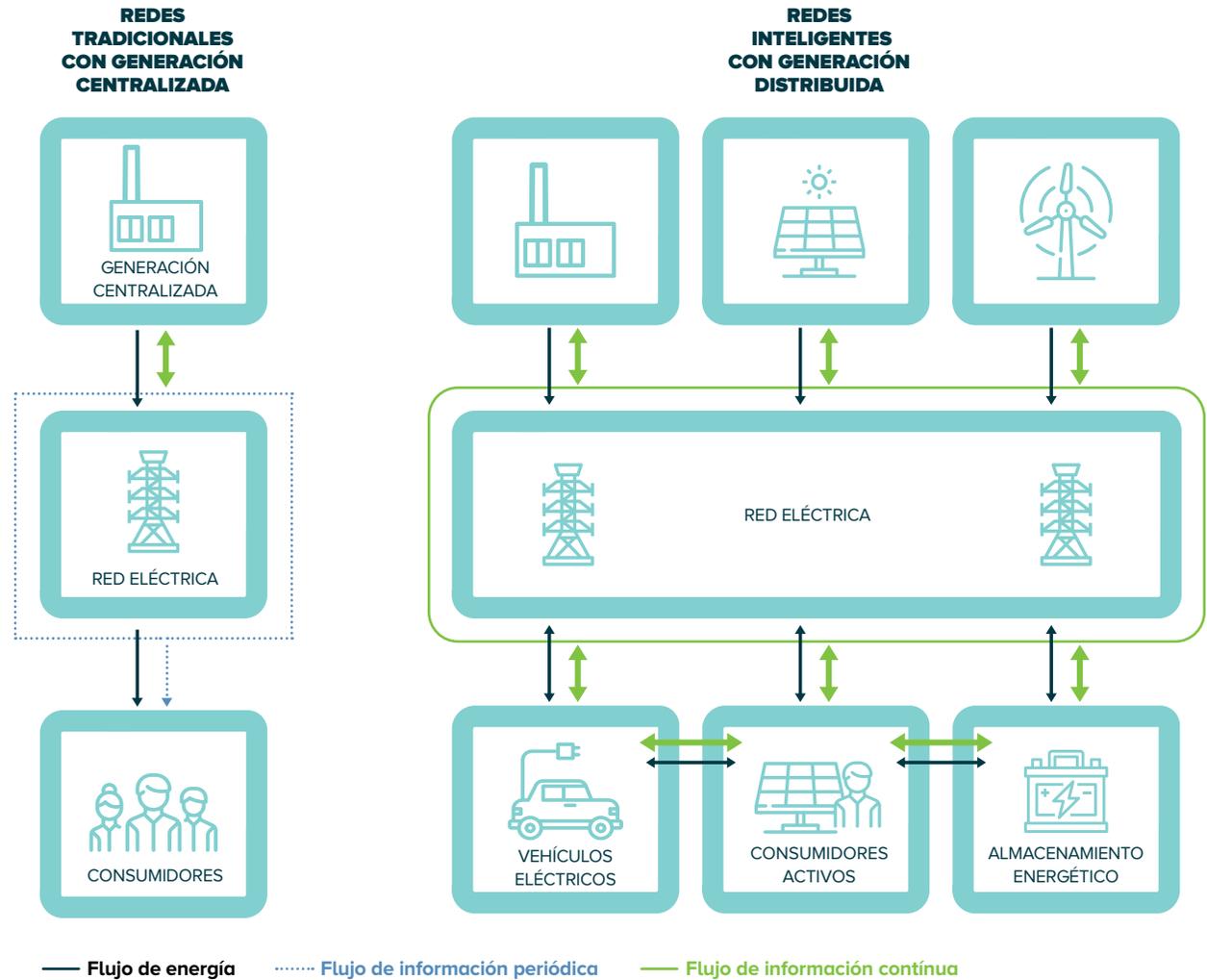


Figura 25. Redes tradicionales con generación centralizada frente a redes inteligentes con generación distribuida.

Este paradigma tradicional está siendo sustituido por el de **redes inteligentes (smart grids)** en el que se pretende generar electricidad utilizando al máximo energías renovables, solar fotovoltaica y eólica principalmente. Estas tienen la ventaja de que su generación no es agresiva con el medio ambiente, pero, por el contrario, presentan el inconveniente de que **el recurso energético primario no está siempre disponible**, lo que implica una producción intermitente y muchas veces imprevisible.

Esto está modificando completamente el paradigma tradicional eléctrico, que está evolucionando al concepto *smart grids*. Esto implica **sistemas eléctricos mucho más flexibles y dinámicos que disponen de elementos de generación y almacenamiento distribuidos y conectados por redes inteligentes** que son capaces de predecir la generación, demanda y los flujos que van a circular por las redes y adaptarse a ellos automáticamente.

La implantación de *smart grids* requiere la utilización combinada de un conjunto de tecnologías que las hace posible, tales como tecnologías avanzadas de generación y consumo, un conjunto de redes de media y baja tensión robustas frente a cambios, centros de gestión y control, tecnologías de transmisión de información y comunicaciones, equipos avanzados de electrónica de

potencia, centros de despacho que permitan la negociación a corto y medio plazo de transacciones minoristas de energía y de servicios complementarios, etc.

Las **principales características** que se les exigen a estas **redes inteligentes** son:

- **Fiabilidad.** Con unos niveles similares o superiores a las redes de suministro tradicional. Además, es posible aprovechar su capacidad de readaptación automática frente a fallos en alguno de sus elementos, minimizando así el efecto del fallo (*self-healing*).
- **Interactividad.** De forma que los usuarios puedan interactuar con plataformas de información, mercados y *power exchangers (smart markets)*.
- **Predictibilidad.** En lugar de ser reactivas como la red tradicional, de forma que prevean emergencias y sean capaces de prepararse y actuar ante ellas.
- **Interconectividad.** Las redes han de ser capaces de conectar áreas distribuidas a lo largo de zonas amplias e interactuando con otras *smart grids* o con otro tipo de redes.
- **Seguridad.** Asumir de forma coordinada vigilancia, control, mantenimiento, *marketing* y tecnología de la información.



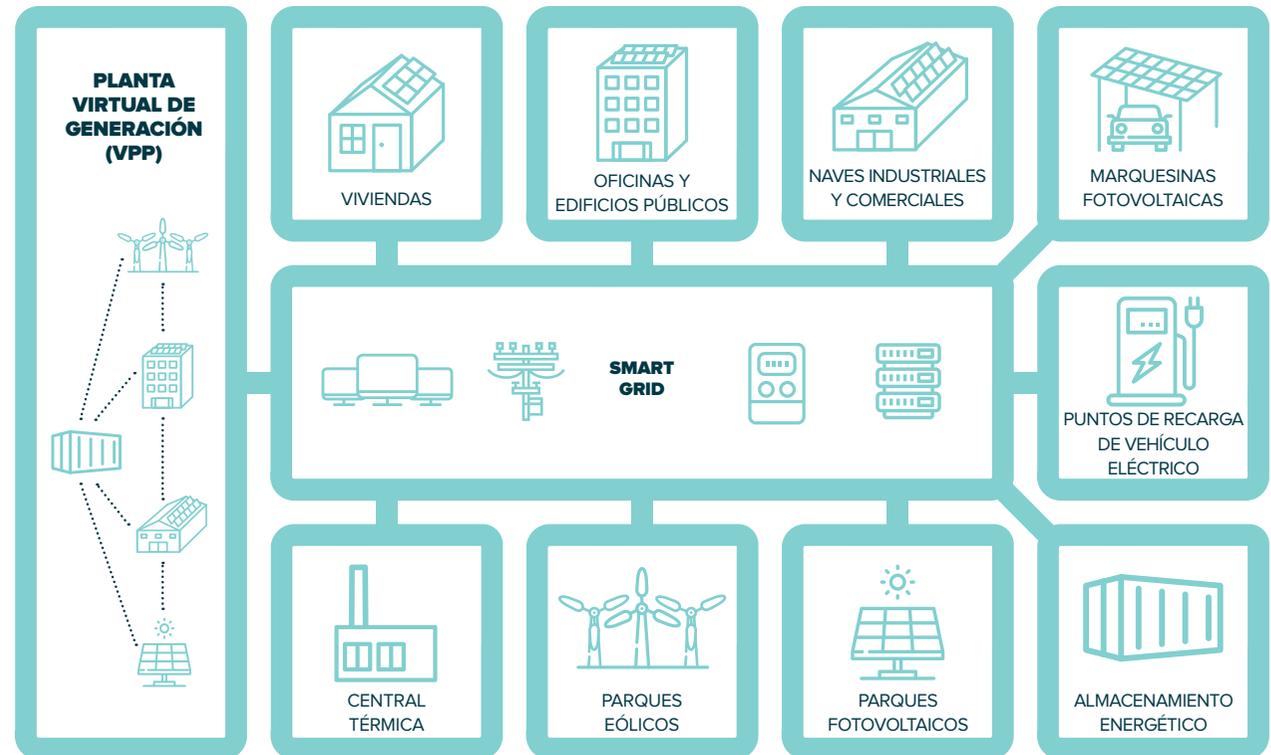


Figura 26. Elementos físicos y virtuales de una smart grid.

La **figura 27** muestra la estructura de TIC y centros de control necesarios para asegurar el funcionamiento de la red, donde se distingue entre las acciones puramente de control y el intercambio de transacciones entre los agentes compradores y vendedores que garantizan que el operador de la red dispone de suficientes recursos para garantizar todas las transacciones de energía.

En 2018 un temporal causó importantes problemas en el suministro de energía eléctrica de Menorca, dejando a una parte de la población sin suministro eléctrico durante dos o tres días, hecho que se vio agravado a causa del corte del cable de interconexión con Mallorca que había tenido lugar previamente. Este tipo de situaciones hace que se considere que el sistema de suministro de la isla pueda beneficiarse de las ventajas que aportan las redes inteligentes.



Figura 27. Intercambio de información y control en la smart grid.



2.5.1. Infraestructura de transporte y distribución existente en Menorca

El sistema eléctrico de Menorca consta de una red de transporte de seis líneas de 132 kV, tres subestaciones eléctricas que reducen la tensión a 15 kV, más otra para elevar la tensión de salida de la central térmica y líneas de media tensión que suministran, con una configuración radial de operación, energía eléctrica a las diferentes zonas de consumo. El siguiente apartado explica cómo está configurada la infraestructura de transporte y distribución eléctrica en la isla para contextualizar las mejoras que se pretenden implementar con la aplicación de esta estrategia.

De acuerdo con su estructura tradicional, el sistema eléctrico insular de Menorca consta de una red de transporte formada por **seis líneas de 132 kV**, organizada en dos circuitos casi paralelos:

- Maó-Dragonera I
- Maó-Dragonera II
- Ciutadella-Dragonera
- Ciutadella-Es Mercadal
- Es Mercadal-Dragonera
- Interconexión con Mallorca

A excepción del enlace con Mallorca, **toda la red de transporte está duplicada con el fin de aumentar la fiabilidad del sistema** y poder dar así suministro alternativo en caso de indisponibilidad de alguna de las líneas. La disposición de las líneas aéreas de transporte se muestra en la figura 28.

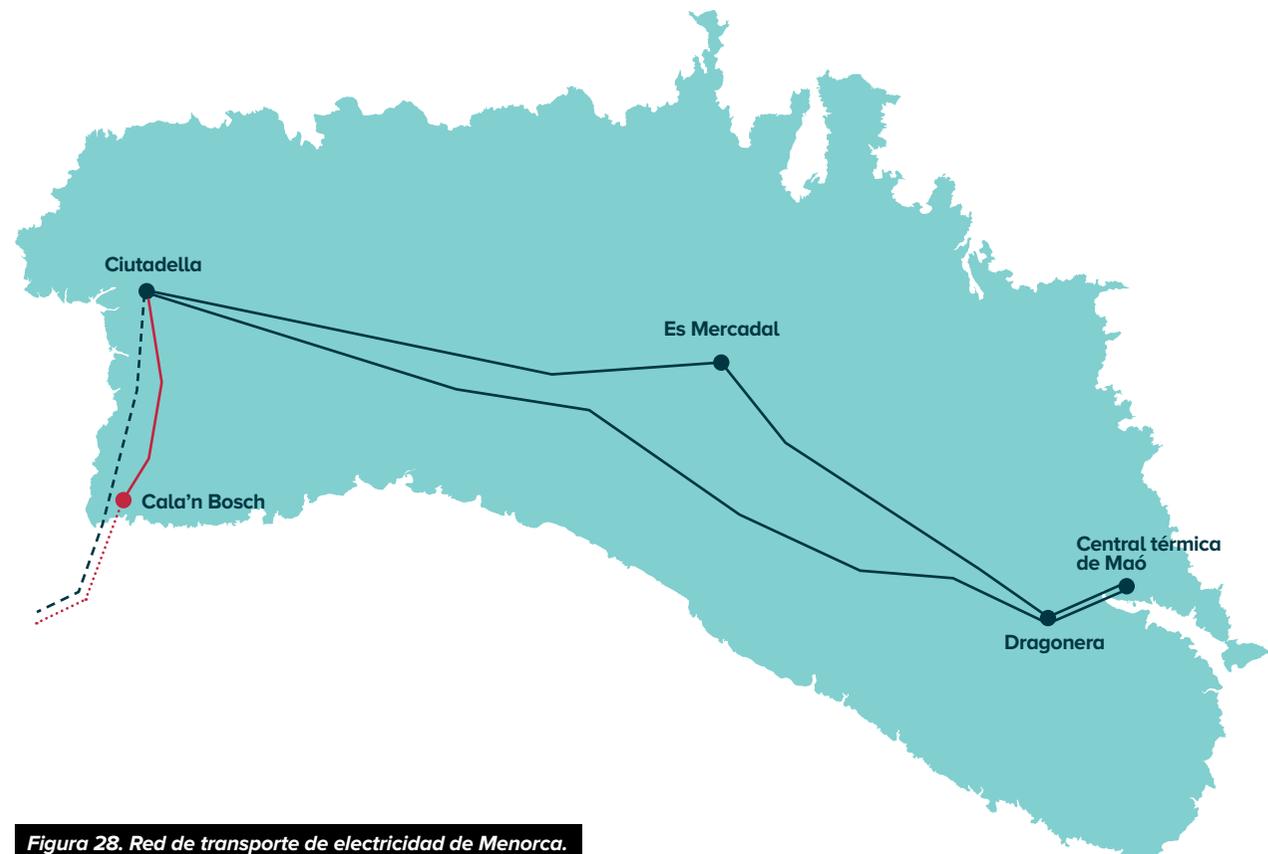


Figura 28. Red de transporte de electricidad de Menorca.

La red de transporte consta actualmente de **cinco subestaciones eléctricas**:

1. Dragonera, Es Mercadal, Ciutadella:

están enlazadas entre sí y tienen transformadores 132 kV/15 kV para dar suministro a las líneas de distribución en media tensión. La potencia instalada en estas tres subestaciones es la siguiente:

- Dragonera dispone de tres transformadores de 30 MVA, y en 2019 entró en funcionamiento otro transformador.
- Es Mercadal está compuesta de cuatro transformadores de 30 MVA.
- Ciutadella dispone de tres transformadores de 30 MVA.

2. Central térmica de Maó: enlaza la generación de la central térmica con la red de transporte aérea.

3. Cala'n Bosch (en desuso): enlazaba el antiguo cable submarino con la red de transporte aérea.

Se está ejecutando la obra para la ampliación de la subestación en Ciutadella para recibir el cable submarino en construcción.

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

La distribución en Menorca se realiza a través de **líneas de media tensión (15 kV)**, que suministran, **con una configuración radial de operación**, energía eléctrica a las diferentes zonas de consumo a partir de las tres subestaciones existentes. A continuación, se describen las características de estas tres subestaciones:

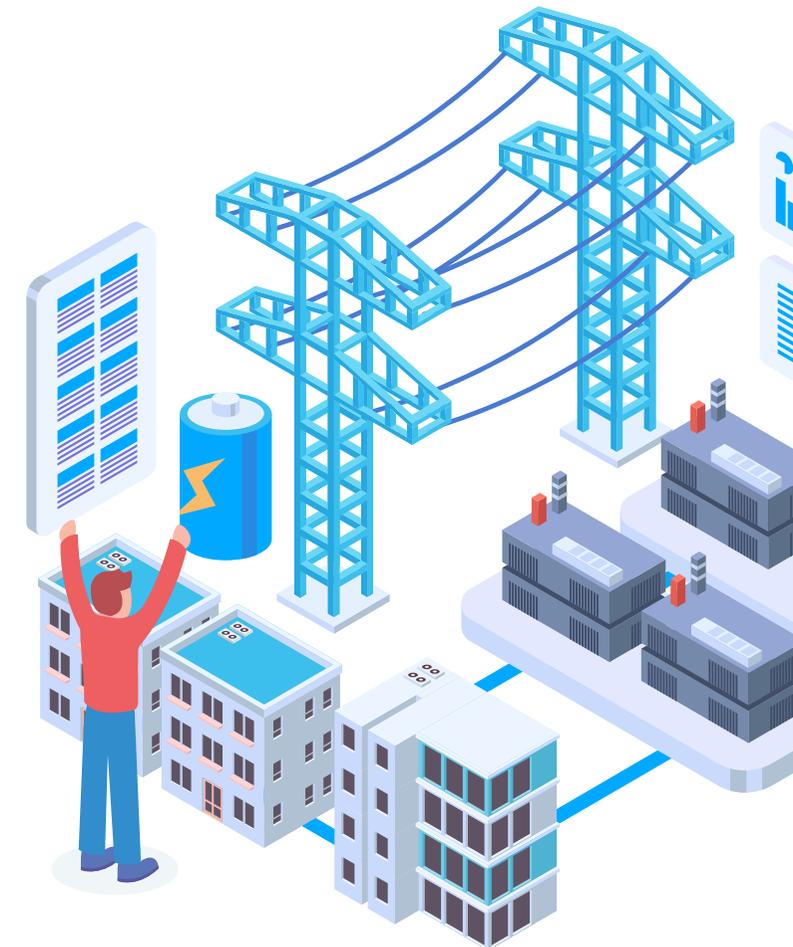
- 1.** Dragonera dispone de 21 líneas de media tensión con 541 centros de transformación y una potencia instalada de 156 MVA, que abastecen a 31.200 clientes.
- 2.** Es Mercadal dispone de 11 líneas de media tensión con 388 centros de transformación y una potencia instalada de 92 MVA, que abastecen a 17.100 clientes.
- 3.** Ciutadella dispone de 18 líneas de media tensión con 343 centros de transformación y una potencia instalada de 104 MVA, que abastecen a 21.030 clientes.

Estas líneas llegan a los centros de transformación para conseguir la distribución de uso habitual en **baja tensión (400/230 V)**.

Las líneas de distribución más antiguas que quedan en Menorca son de finales de los años 60, pero la mayor parte datan de los años 80. La mayoría de las líneas de distribución MT existentes y que pueden intervenir en la penetración de renovables son aéreas. Estas líneas disponen de protección contra fallo homopolar y sobretensiones en su cabecera (en los interruptores de salida de subestación).

En la actualidad, no hay ninguna línea de distribución a 15 kV que llegue a niveles de saturación del 90%, como tampoco transformadores de las subestaciones. En cuanto a los transformadores de distribución en baja tensión, no se dispone de datos sobre su saturación. Por lo tanto, la saturación de las instalaciones en Menorca no es por el momento un problema muy grave. Sin embargo, sí que lo es **la falta de mallado de las redes** debido, en gran parte, a la morfología de la isla.

Respecto a las protecciones de subfrecuencia, cabe destacar que con el enlace con Mallorca operativo hay disponibles cinco escalones de deslastre de líneas en intervalos de 0,5 Hz, donde el primer deslastre empieza cuando la frecuencia baja hasta los 49,5 Hz. Por otro lado, cuando el enlace con Mallorca no está operativo, hay once escalones de deslastre de líneas en intervalos de 0,1 Hz, empezando el primer deslastre cuando la frecuencia baja hasta los 49 Hz.



2.5.2. Mejoras constructivas en las redes actuales

Para la implantación de renovables en la red eléctrica de Menorca será necesario el mallado y refuerzo de sus líneas de distribución, mejorando la resiliencia del sistema y haciendo posible la absorción de la demanda.

Para que las redes eléctricas puedan adaptarse a la generación con energías renovables, **es indispensable la mejora de sus redes de distribución**, sobre todo permitiendo su mallado.

La morfología de Menorca hace muy complicado el mallado de ciertas líneas de distribución si no es mediante la instalación de líneas subterráneas por caminos existentes o, en algún caso, por tramos del Camí de Cavalls. Ejemplos de ello se dan en zonas como Fornells, Es Grau, La Mola y Cala Morell.

Esto haría que **mejorase la resiliencia del sistema eléctrico** y, por lo tanto, la calidad y la seguridad del suministro, permitiendo dobles alimentaciones, así como la seguridad y facilidad de conexión de las plantas renovables. Actualmente, tanto la planta fotovoltaica de Son Salomó, como el parque eólico de Milà, están conectados a líneas de media tensión en punta, sin realimentación posible en caso de indisponibilidad de las mismas.

Además del mallado, será necesario reforzar las líneas afectadas por la instalación de alguna planta renovable, para poder absorber la demanda, así como la reforma de la apartada de los centros de transformación para poder permitir la instalación de elementos de telemando.

Para planificar las mejoras necesarias **deberá crearse un grupo de coordinación de la planificación** en el que intervengan los operadores de las redes de distribución y transporte, así como el Govern de les Illes Balears y el Consell Insular de Menorca.





2.5.3. Evolución a redes inteligentes

En un sistema eléctrico, el suministro es proporcionado a través de las redes de transporte y distribución de electricidad, que es propiedad de los transportistas y distribuidores. Cuando los consumidores absorben energía, los generadores deben proporcionar esa misma cantidad de energía a la red. Las plantas virtuales de generación (VPP) y los agregadores se encargan de agrupar la generación o demanda disgregada en valores significativos para el conjunto del sistema. Finalmente, el comercializador surge como intermediario en la venta de energía entre consumidores y productores de electricidad. Todos estos agentes desarrollan funciones específicas en una *smart grid*.

El fin último del sistema eléctrico es **suministrar energía eléctrica a los consumidores finales con las condiciones requeridas de seguridad y calidad a unos costes razonables**. A partir de este concepto básico, la aparición de diferentes agentes surge en el caso de las redes inteligentes como una necesidad, añadiendo a los requerimientos técnicos un enfoque económico para hacerlo además de la forma más rentable posible.

La **red eléctrica** es el medio físico a través del cual los consumidores pueden obtener la energía eléctrica que necesitan. En función del tipo de red (caracterizado, entre otros parámetros, por el nivel de voltaje y su capacidad), existen redes de transporte y de distribución. Las **redes de distribución son estructuras que parten de la red de transporte y llevan el suministro eléctrico directamente a los consumidores finales**. Los propietarios de la red, encargados de su mantenimiento y desarrollo serán, por lo tanto, los transportistas y los distribuidores.

Si los consumidores absorben energía de la red, es necesario que otro agente proporcione esta misma cantidad de energía a la red, más las pérdidas que siempre se producen en cualquier medio de transmisión de la energía. Se definen, por lo tanto, **los generadores como agentes complementarios a los consumidores**.

Junto a los **consumidores, generadores y propietarios y operadores de la red**, surgen otros agentes debido a las relaciones que pueden establecerse en función de su tamaño y características, así como de las configuraciones que puede adoptar la red. Es el caso de las **plantas virtuales de generación (VPP)** y los **agregadores**, cuya misión es la de transformar pequeños recursos distribuidos de generación o demanda en paquetes de mayor tamaño que puedan proporcionar un valor significativo al sistema en su conjunto. Finalmente, surge la figura del **comercia-**

lizador como intermediario del mercado minorista entre los consumidores finales (pequeñas cantidades de energía) y los mecanismos del mercado mayorista y de producción de electricidad (grandes cantidades de energía).

La estructura propuesta de mercado minorista competitivo requiere previamente la existencia de mecanismos para la compra de energía a nivel mayorista (ya sea a través de contratos bilaterales u otro mecanismo) de forma que se tenga un precio de referencia para el valor de la energía en todo momento ligado al coste que supone esta para los comercializadores.

A continuación, se detallan los diferentes agentes necesarios y las actividades que realizarán en la **smart grid** que se plantea para Menorca dentro del nuevo marco que ofrecen las redes inteligentes.





2.5.4. Agentes del sector eléctrico en las redes inteligentes

La evolución de un sistema tradicional a un sistema basado en redes y mercados inteligentes requiere la aparición de nuevos agentes y la redefinición de las funciones de los agentes tradicionales. En este sentido, se plantea la nueva estructura de agentes y funciones que serían necesarios para aplicar el paradigma de redes inteligentes a la isla de Menorca.

CONSUMIDORES

Los consumidores son el principal elemento de la *smart grid* y son los agentes conectados a la red que consumen energía eléctrica y que, eventualmente, la pueden generar. Los consumidores están conectados habitualmente a la red de distribución. No obstante, existen grandes consumidores industriales que pueden estar conectados directamente a la red de transporte.

En función del voltaje de suministro al que están conectados, se distinguen tres tipos de consumidores:

- **Consumidores conectados en baja tensión** (tensiones inferiores a 1.000 V). Son la mayor parte de los consumidores, que pertenecen habitualmente a los sectores residencial y comercial. Pequeñas industrias también pueden formar parte de este grupo. Todos los consumidores suministrados a este nivel de voltaje están conectados a la red de distribución.
- **Consumidores en media tensión** (entre 1.000 V y 30 kV) conectados a la red de distribución. En este grupo están la mayor parte de los consumidores industriales y medianos y grandes consumidores comerciales.
- **Consumidores conectados directamente a alta tensión** (más de 132 kV). Este grupo está formado por grandes consumidores industriales.

Si bien el principal rol de los consumidores es el de absorber energía de la red, existe la posibilidad (y es cada vez más frecuente) de que estos dispongan de algún tipo de **dispositivo de generación**, especialmente con recursos energéticos renovables, tal como se está fomentando en este plan. En este caso, **los consumidores tendrían la posibilidad de producir parte de la energía que demandan** sus cargas en régimen de autoconsumo (con compensación o venta del excedente o sin ellas) **o de generar directamente para suministrar potencia a la red**, lo que dependerá del tamaño y de las características de los dispositivos de generación de los que disponga.

Un último rol que podría ser desempeñado por el consumidor es el de **proveedor de servicios para la operación del sistema**, que consistiría en la capacidad de gestionar total o parcialmente la cantidad de energía demandada de la red. Esta capacidad puede ser muy significativa en el caso de consumidores que disponen de elementos de almacenamiento de energía o de recarga de vehículos eléctricos. Utilizando estos dispositivos, así como otros consumos que pudieran gestionarse, el consumidor podría ofrecer a otros agentes de forma dinámica variaciones en su patrón habitual de consumo, lo que podría ser de gran utilidad para la operación del sistema eléctrico.

Los consumidores podrán prestar servicios de respuesta de la demanda a comercializadores, plantas de generación virtual, operadores de distribución y al operador de transporte, si bien solo podrán prestar sus servicios a uno de estos agentes de forma simultánea.



Figura 29. Actividades de los consumidores.

GENERADORES

Los generadores **producen y proporcionan energía eléctrica al sistema**. Tradicionalmente, grandes centrales generadoras conectadas a la red de transporte han suministrado la potencia requerida por los consumidores al sistema eléctrico. En concreto, en Menorca ha sido suministrado por la central de 256 MW de Maó. Sin embargo, **en los últimos años, pequeños generadores dispersos (generalmente suministrados por fuentes de energía renovables) conectados a la red de distribución han potenciado el concepto de generación distribuida** como una manera de reducir las pérdidas de transporte al situarse más cerca de los puntos de consumo. Este es el caso de Menorca con los actuales 5,1 MW de solar fotovoltaica y los 3,2 MW del parque eólico.

En cuanto a la naturaleza de la materia prima utilizada, los generadores se dividen en dos grupos:

- **Generadores convencionales**, que incluyen como fuente primaria distintos tipos de combustibles fósiles (gas natural, carbón, fueloil, etc.). Debido a su significación histórica y a la cantidad de potencia que son capaces de suministrar, las grandes centrales hidroeléctricas (con potencias superiores a los 30 MW) también entrarían dentro de este grupo.
- **Generadores renovables**, que son aquellos que utilizan como fuente primaria algún recurso renovable. De esta forma, existen generadores eólicos, fotovoltaicos, minihidráulicos, de biomasa, etc..

Los generadores pueden verter energía a la red a través de, básicamente, dos mecanismos:

- **Conectados directamente a la red de transporte**, disponiendo de una capacidad de control y regulación suficiente que garantice que pueden hacerlo en las condiciones de seguridad y fiabilidad requeridas. Estos generadores deberán tener una potencia entregable (P_{gen}) de, al menos, 0,5 MW.
- **Conectados a la red de distribución** pero gestionados por entidades que les proporcionen las características de tamaño, control y regulación necesarias para poder entregar esa potencia (P_{gen}) al sistema. Se pueden dar los siguientes casos:
 - Los generadores de potencia inferior a 10 kW asociados a instalaciones de consumo estarán gestionados por las compañías comercializadoras que suministren energía a dichos consumidores en régimen de autoconsumo.
 - Los generadores de potencia generada superior a 100 kW estarán gestionados por plantas virtuales de generación.
 - En el caso de generadores entre 10 y 100 kW, estos tendrán la opción de gestionar su capacidad a través de agregadores (que, a su vez, venderán esta capacidad a VPP en bloques de mayor tamaño) o en régimen de autoconsumo mediante contratos con las compañías comercializadoras.



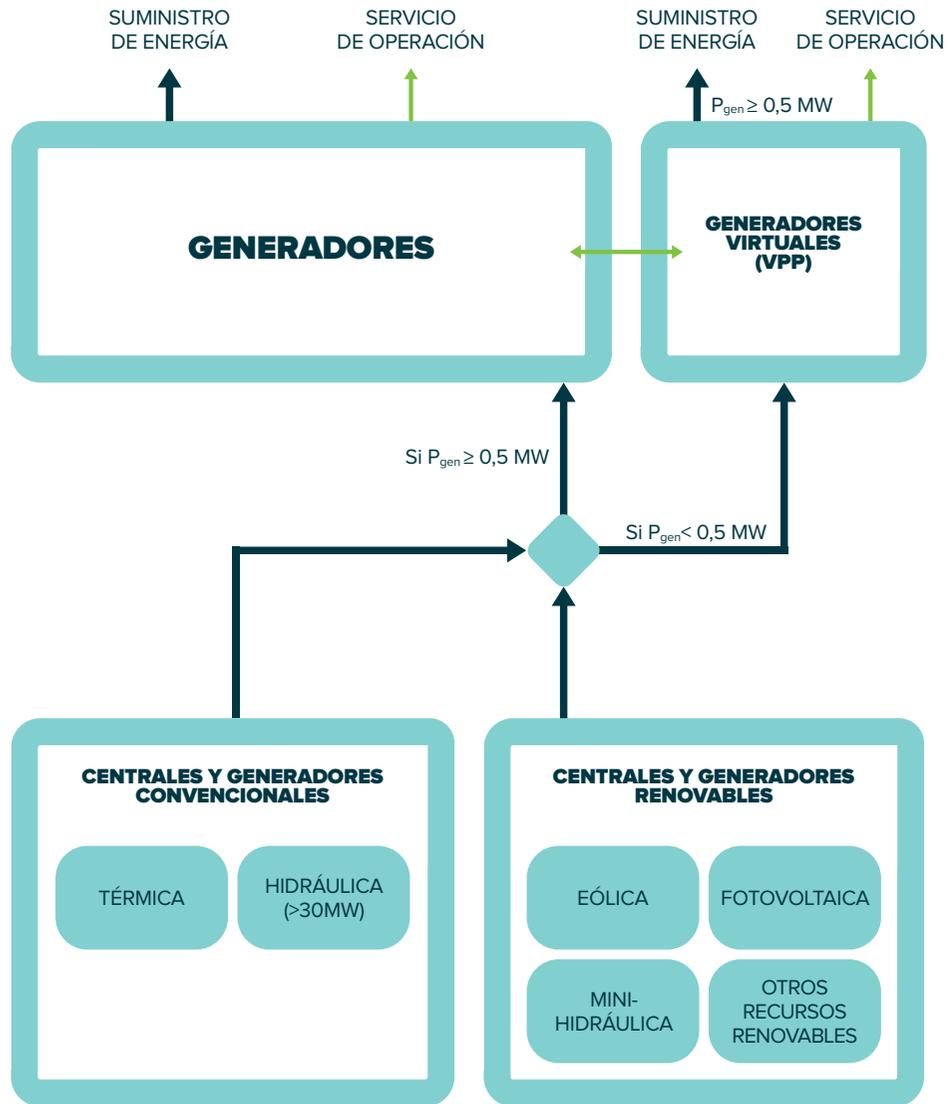


Figura 30. Actividades de los generadores.

Además de suministrar energía, **los generadores proporcionan al operador servicios de ajuste y operación para garantizar la seguridad, calidad y fiabilidad del suministro.** Estos servicios de ajuste pueden también intercambiarse con los generadores virtuales, que podrían demandarlos o suministrarlos a los generadores reales.

PLANTAS VIRTUALES DE GENERACIÓN (VPP)

A diferencia de las plantas reales (o generadores reales), **las plantas virtuales de generación están integradas por pequeños generadores conectados a la red de distribución que están geográficamente distribuidos**, tales como generadores eólicos, centros de cogeneración, sistemas fotovoltaicos, pequeñas plantas minihidráulicas y unidades de biogás. El objetivo principal de las VPP es el de **proporcionar a la red tanto energía como servicios de operación** en las mismas condiciones de seguridad, calidad y fiabilidad en que lo haría una planta de generación convencional. De este modo, las plantas virtuales son capaces de compensar fluctuaciones de demanda, optimizando en tiempo real los recursos energéticos.

En la actualidad, existen ejemplos de VPP cuya implementación ha demostrado la conveniencia de este tipo de instalaciones. Por ejemplo, la compañía alemana RWE Deutschland AG, que opera la red de distribución del área noroeste de Alemania y es el segundo productor eléctrico del país, instaló una VPP que integra diferentes recursos renovables y que cuenta en la actualidad con una capacidad de 80 MW. A través de esta planta virtual, RWE suministra energía a la red mediante su participación en bloque en el mercado eléctrico alemán por medio de la plataforma de intercambio European Energy Exchange (EEX) en Leipzig, a la vez que proporciona servicios de regulación secundaria y terciaria (*minutes reserve*) al sistema.

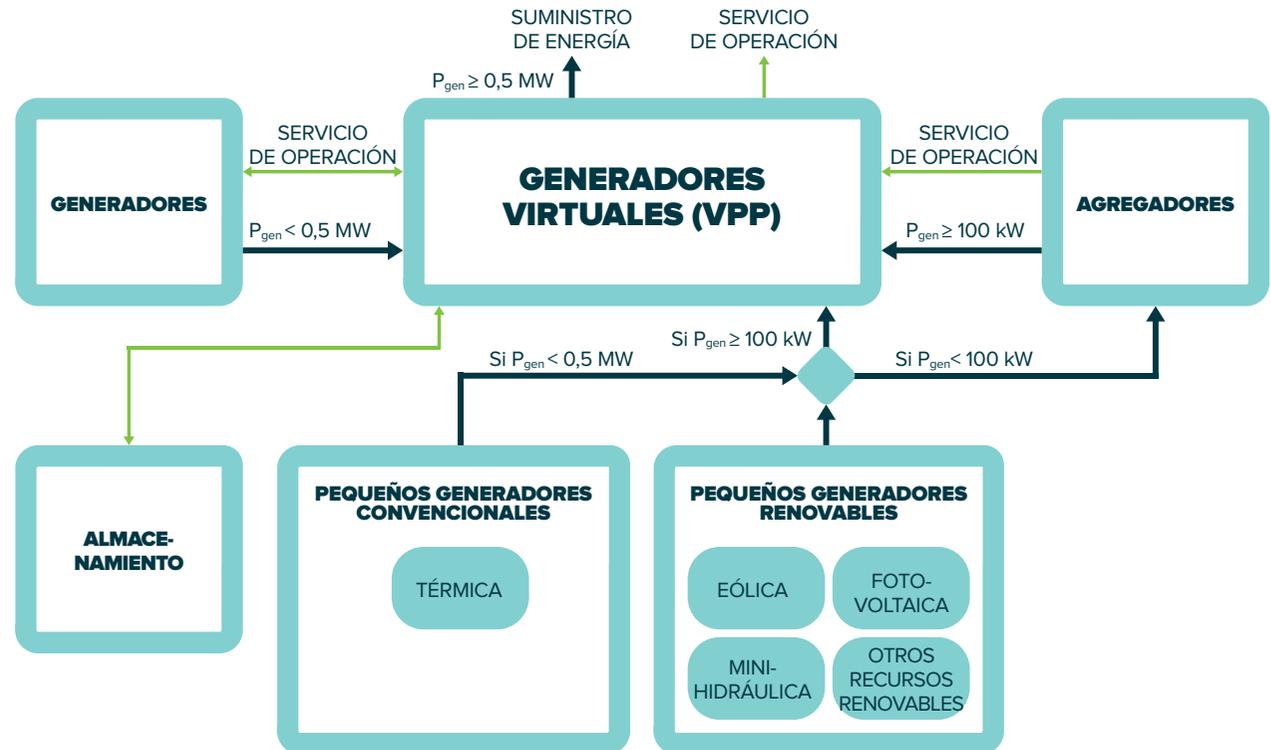


Figura 31. Actividades de los generadores virtuales.

Debido a la integración de pequeños recursos de generación que pueden conectarse y desconectarse con facilidad, **las VPP tienen un valor adicional para la operación ya que son más flexibles** que los grandes generadores y pueden ofrecer esta flexibilidad al sistema eléctrico con los mecanismos de operación y control adecuados.

Las VPP **pueden también integrar recursos de demanda para ajustar sus servicios a las necesidades del sistema**, bien de forma directa para los consumidores más grandes o a través de agregadores. Asimismo, las VPP **podrían intercambiar servicios de operación con generadores reales**, recibiendo o dando soporte a la operación de otras plantas para que estas cumplan con los requerimientos adecuados.

En el área bajo estudio, las VPP deben proporcionar una potencia en conjunto de, al menos, 0,5 MW, tal como se ha definido para los generadores reales. Los recursos de generación a agregar podrían ser:

- Generadores convencionales con una capacidad de producción de entre 100 kW y 0,5 MW conectados a la red de distribución.

- Generadores renovables con una capacidad de producción de entre 100 kW y 0,5 MW conectados a la red de distribución.

Los generadores más pequeños, con una capacidad de producción entre 10 y 100 kW, deben ofrecer su capacidad mediante agregadores, tal como se define en la siguiente sección.

De cara a garantizar la coordinación entre las unidades de generación distribuida y la provisión de la capacidad de regulación requerida, todos los generadores conectados a la red de distribución podrían estar integrados en una estructura de planta virtual de generación. Por lo tanto, **debería existir, al menos, una VPP en cada una de las zonas en las que se prevé la implantación significativa de generación distribuida.**



AGREGADORES

De forma similar a las plantas virtuales de generación, los agregadores **son agentes que actúan como intermediarios entre los pequeños consumidores y generadores y el sistema eléctrico** para que estos puedan ofrecer su potencial.

En el caso de los agregadores como gestores de recursos de demanda, estos agentes **construyen paquetes flexibles de demanda de tamaño significativo** que pueden ser ofertados a los gestores de red y a otros agentes interesados. Este potencial de flexibilidad puede ser proporcionado por los consumidores a través de la gestión de cargas flexibles o bien mediante sistemas de almacenamiento o de recarga de vehículos eléctricos disponibles en la instalación. En cualquier caso, los servicios de respuesta de la demanda **tienen siempre un carácter de modulación de la carga** (aumento o reducción del consumo), pero nunca de inyección de potencia a la red.

Los agregadores podrían ofrecer los servicios de gestión de la demanda tanto a operadores de red (transporte y distribución) para servicios de operación de la red, como a comercializadores que quisieran utilizar estos recursos para optimizar su portfolio de compras de energía para ajustarlo a la demanda de los consumidores a los que suministran electricidad en el mercado minorista, evitando así posibles penalizaciones por desvíos.

Por otro lado, los agregadores también **pueden agrupar pequeños recursos de generación** con el fin de construir paquetes de potencia de suficiente entidad (al me-

nos 100 kW) como para ser admisibles por una planta de potencia virtual para utilizarlos en la producción de energía y suministro a la red. La principal diferencia entre las VPP y los agregadores es que, si bien las primeras tienen como objetivo el suministro de potencia al sistema, los agregadores no pueden hacerlo directamente sino solo a través de la venta indirecta de esta generación agregada a una VPP, tal como se muestra en la figura 32.

Un caso particular de esta figura es el agregador de vehículos eléctricos, que irá asumiendo mayor relevancia conforme aumente la penetración de los VE.

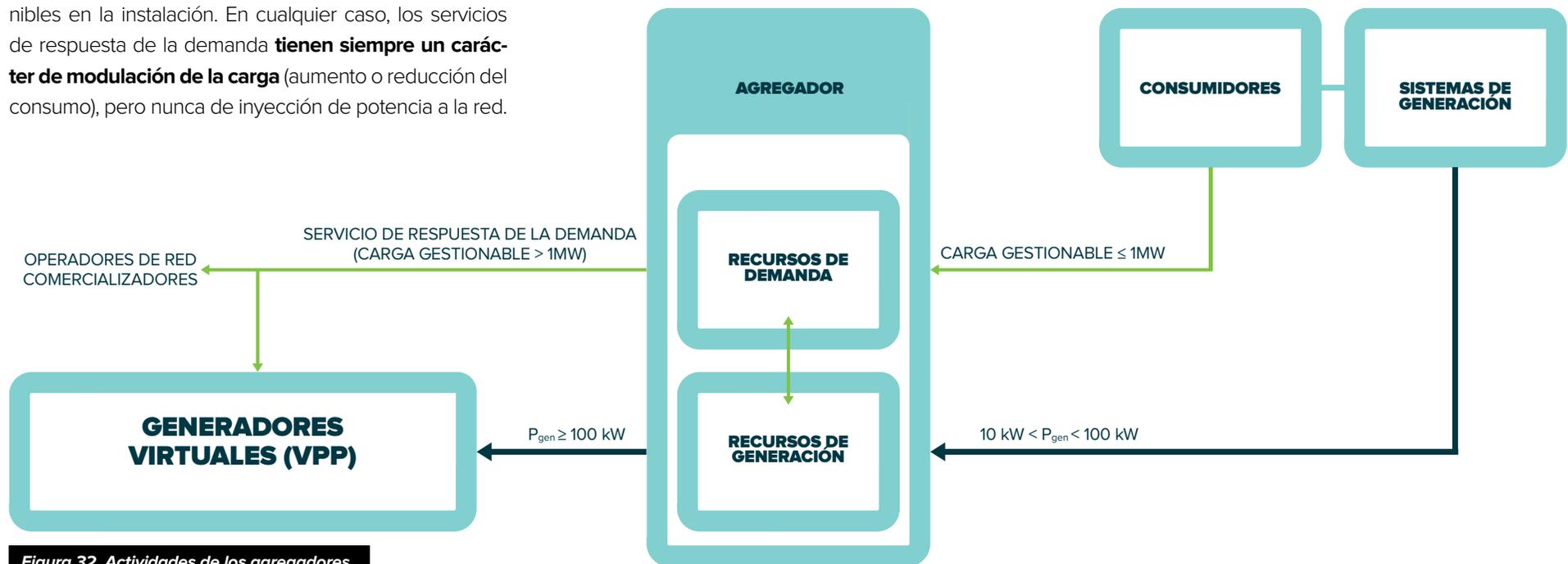


Figura 32. Actividades de los agregadores.

OPERADOR DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

El operador del sistema de transporte o, simplemente, **operador del sistema**, es una entidad que realiza las actividades necesarias para **garantizar la seguridad y continuidad de suministro en todo el sistema eléctrico nacional**, así como la correcta **coordinación entre el sistema de producción y la red de transporte**, asegurando que la energía producida por los generadores sea transportada hasta las redes de distribución con las condiciones de calidad exigibles en aplicación de la normativa vigente. En Menorca, se realiza desde el Centro de control de Red Eléctrica que se encuentra en Mallorca.

El operador del sistema se encargará, a su vez, de movilizar los nuevos recursos de servicios complementarios que surgen de la aplicación del concepto **smart grid**. Es por ello que **recurrirá a las VPP y agregadores para realizar el control de frecuencia y tensión** del sistema, reduciendo los costes y favoreciendo una gestión activa e inteligente de la demanda.

Además, se plantea la implementación de tres *micro-grids* asociadas a las tres principales subestaciones de Menorca (Ciudadella, Es Mercadal y Maó) y sus correspondientes sistemas de distribución. Los intercambios de energía, potencia y servicios complementarios de la red se aportarán mediante transacciones realizadas con el soporte físico de la red de transporte gestionada por REE. Así, **se plantea la creación de tres smart grids interconectadas** que puedan apoyar y transaccionar entre ellas energías siguiendo el planteamiento presentado en la figura 33. Todo esto será gestionado por parte del operador del sistema de transporte.

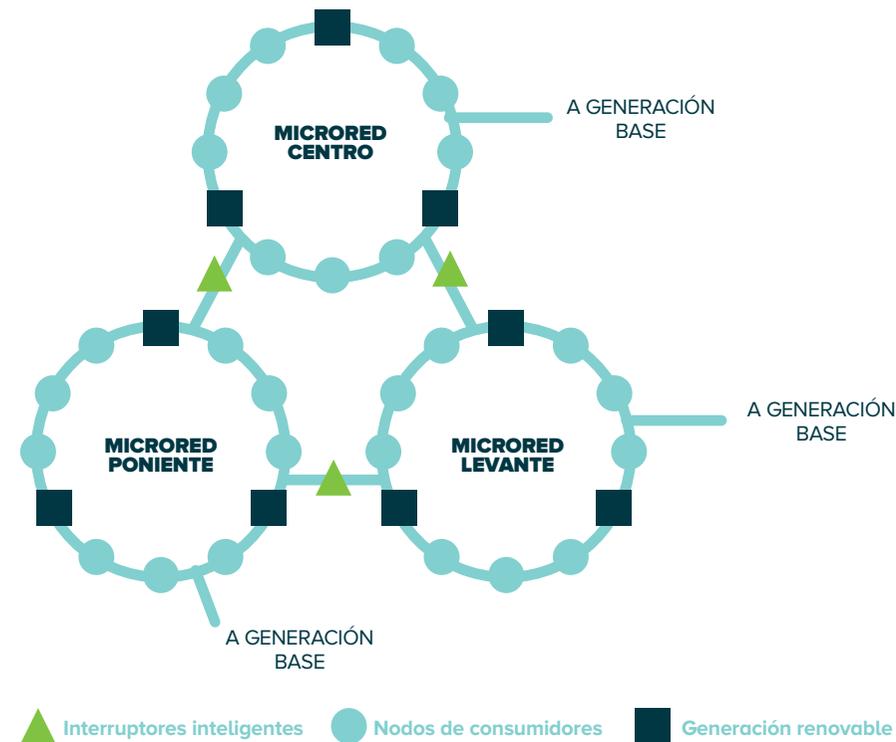


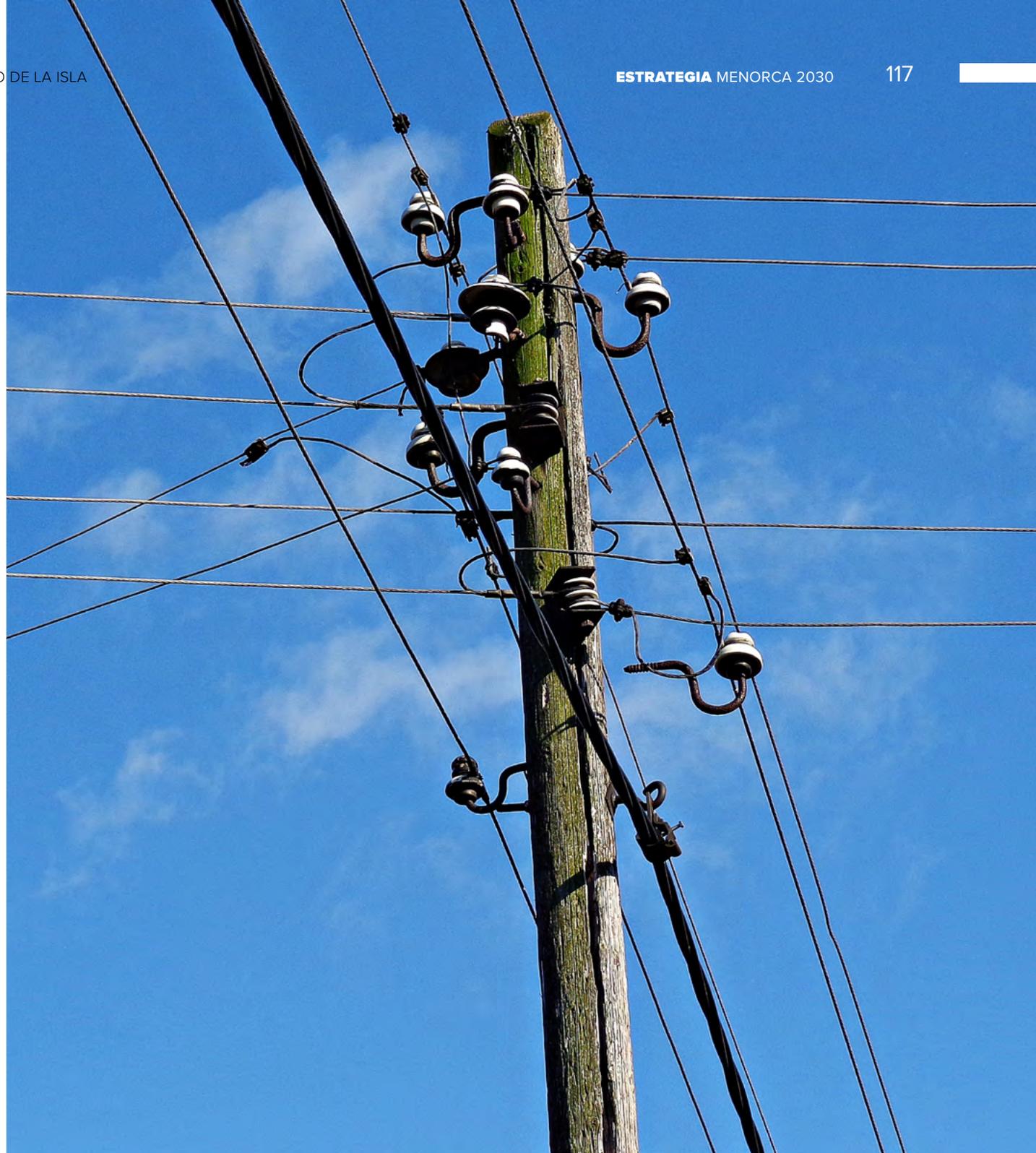
Figura 33. Smart grids en distribución en Menorca conectadas por red de 132 kV.

La aplicación en la **red de transporte** de esta innovación basada en electrónica de potencia, a través del desarrollo de soluciones constructivas inteligentes al servicio de la electrotecnia, resulta ser una excelente herramienta de ayuda para la operación del sistema y se materializa en **elementos de alta tensión que regulan y controlan los flujos de carga y las tensiones de manera automática**, modifican de forma voluntaria los parámetros que afectan a la potencia eléctrica, manteniendo

un equilibrio más adecuado de la red de transporte, al tiempo que disminuyen los costes del sistema eléctrico maximizando la integración de renovables. Ejemplos de esta tecnología son la instalación en la red de transporte de equipos tales como redireccionadores de flujo, desfasadores, STATCOM, volantes de inercia y sistemas de almacenamiento. Algunos de ellos están recogidos en la planificación eléctrica española, y otros, por su menor madurez tecnológica, son proyectos de I+D+i.

OPERADOR DE DISTRIBUCIÓN

De forma similar al operador del sistema, los **operadores de distribución gestionan la red de distribución del área que tienen bajo su responsabilidad para garantizar de forma exclusiva el suministro de energía** eléctrica a los consumidores finales conectados a dicha red en las condiciones de seguridad y calidad de suministro fijadas en la normativa vigente. No obstante, los operadores de la red de distribución **no compran ni venden electricidad**, puesto que esta actividad será desarrollada por otros agentes (comercializadores) que hacen uso de la red de distribución. Sus servicios, al igual que el de los propietarios de la red, serían compensados por todos los consumidores conectados a la red de distribución que ellos gestionan mediante una tasa o tarifa en función de su nivel de voltaje, consumo y potencia instalada. En el caso de Menorca, las redes de distribución son gestionadas únicamente por Endesa Distribución, propietaria de toda la red de distribución de la isla, que se apoyará en los nuevos agentes (VPP y agregadores) para garantizar el suministro eléctrico mientras se maximiza e incentiva la integración de los nuevos recursos renovables de generación eléctrica.



2.5.5. Infraestructura de comunicaciones

Con la evolución de las redes de distribución convencionales a redes inteligentes, será necesario mejorar las comunicaciones de los centros de control y sus respectivas subestaciones de distribución. Por ello, se propone la implementación de una arquitectura de comunicaciones que integre los nuevos elementos de las redes inteligentes en las redes de distribución y permita automatizar la distribución, realizar mediciones inteligentes y bidireccionales y gestionar los recursos energéticos distribuidos.

La arquitectura de comunicaciones tiene que contar con tres partes fundamentales para la implementación de las redes inteligentes en Menorca desde el punto de vista de las comunicaciones:

- Automatización de la distribución (DA)
- Infraestructura de medición avanzada (AMI)
- Gestión de los recursos energéticos distribuidos (DER)

Teniendo en cuenta que las redes de distribución van a evolucionar a redes inteligentes, lo cual implica la integración de los medidores inteligentes dentro del

sistema, la integración de los recursos energéticos distribuidos y de los dispositivos de campo (reconectores, seccionalizadores, seccionadores, indicadores de falla, banco de condensadores, etc.), **va a ser necesario realizar un esfuerzo para mejorar las comunicaciones de los 20 centros de control con sus respectivas subestaciones de distribución**, utilizando en la medida de lo posible fibra óptica o tecnologías de altas prestaciones.

Conectados a la red de la subestación se encontrarán los **concentradores de datos, los IED¹⁸ y los medidores de la subestación**, los cuales deberían estar unidos directamente a dicha red mediante *Fast Ethernet*, tendiendo a reducir los dispositivos que utilicen comunicaciones en serie del tipo maestro-esclavo.

Entre los **estándares de comunicaciones recomendados** para la automatización de la distribución siguiendo un esquema de redes inteligentes, cabe destacar el **estándar de comunicaciones IEC 61850**, que se propone como estándar único dentro de la red de la subestación, y entre esta y el centro de control. Este protocolo está continuamente evolucionando para integrar los nuevos elementos de las redes inteligentes en las redes de distribución, como es el caso de los recursos energéticos distribuidos.

¹⁸ Dispositivos electrónicos inteligentes por su sigla en inglés IED (Intelligent Electronic Devices).





Dentro de las redes inteligentes, un elemento clave es el **medidor inteligente o smart meter** debido a que es el elemento frontera con los consumidores, principales protagonistas de las redes inteligentes. Una de las principales diferencias entre los medidores de un sistema AMR (medidor de lectura automática) y los medidores inteligentes es el cambio de esquema de comunicaciones, **pasando de una comunicación unidireccional**, donde solo se recogía la información almacenada en el medidor, **a una comunicación bidireccional**, en la que es el propio medidor el que puede iniciar una comunicación, lo que abre un amplio abanico de nuevas funcionalidades, como, por ejemplo, el envío de una alarma de ausencia de voltaje a la entrada del medidor antes de apagarse.

Estos dispositivos permiten la lectura remota, hecho que ya permitían sus antecesores, pero **incorporan nuevas funcionalidades** muy importantes en la gestión de una distribuidora, **como la desconexión y reconexión a distancia del consumidor** por impagos, lo que permite reducir considerablemente los costes y los tiempos del proceso.

Son **dispositivos configurables y actualizables de forma remota**. Permiten limitar la potencia demandada por un consumidor, e incorporar la programación adecuada para que en caso de disparo por exceso de potencia el usuario pueda restablecer la conexión manejando su cuadro de protecciones sin tener que acceder físicamente al medidor.

Estos equipos **pueden ser utilizados como pasarelas de comunicaciones**, sirviendo de puente entre la red de comunicaciones del cliente (HAN¹⁹ en residencias) y la red de comunicaciones de los medidores. Esta opción no se ha considerado la más adecuada para la implementación de la respuesta de la demanda debido a los retrasos introducidos por este tipo de implementaciones.

Desde el punto de vista de la arquitectura de comunicaciones, **el sistema AMI está dividido en partes** dependiendo de la proximidad a los extremos. Tal como se muestra en la figura 34, se pueden distinguir la Red de retorno (red WAN distribuidora) y la comunicación de acceso (red NAN/FAN).

¹⁹ Red de área doméstica por su sigla en inglés HAN (Home Area Network).

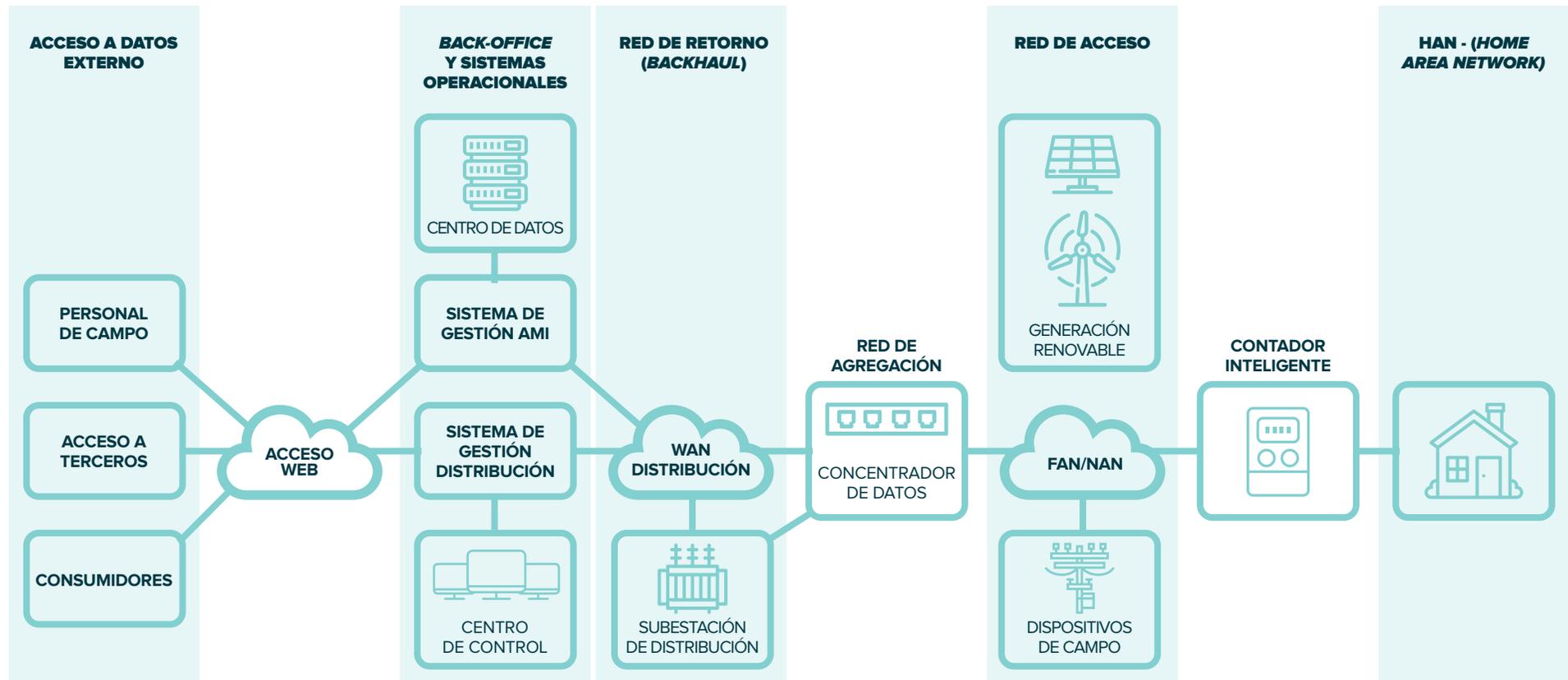


Figura 34. Arquitectura de comunicaciones AMI.

Una de las partes más significativas a la hora de diseñar la infraestructura de comunicaciones de un sistema AMI es la **red de acceso**, que es la **parte de la red que une la columna vertebral de la red (backbone) con los dispositivos finales**. Esta red se divide en dos partes diferentes: la red de agregación y la conocida como “última milla”. En la actualidad, hay dos tendencias diferentes a la hora de adoptar una solución válida para el diseño de

esta parte de la red. Por un lado, las redes americanas en las que hay un uso mayoritario de tecnologías de radiofrecuencia; por el otro en los países europeos, debido a las restricciones en las emisiones de ondas, se utilizan más tecnologías PLC (controlador lógico programable). Cada una de estas soluciones tiene sus ventajas e inconvenientes, pero afortunadamente en la actualidad ya

existen soluciones comerciales que combinan las dos tecnologías, y que utilizan dispositivos con dualidad de comunicaciones RF Mesh y Power Line Communication (PLC), siendo una tecnología con una topología flexible que elige en cada momento el mejor medio de comunicación disponible y determina dinámicamente la ruta más confiable y rápida según las condiciones operativas de la red.

2.6. MECANISMOS DE MERCADOS AVANZADOS: *SMART MARKETS*



La implantación de una red inteligente supone integrar una serie de procedimientos económicos en línea con el nuevo paradigma que permitan la realización de transacciones por parte de consumidores, generadores y operadores de la red de transporte en condiciones óptimas para sus intereses. Estos procedimientos económicos requieren la participación de tres nuevos agentes: comercializadores, mercados minoristas de ajuste y mercados de servicios complementarios.

La implantación de una red inteligente, tal como se ha descrito en los apartados anteriores, necesita ser complementada con una serie de procedimientos económicos que permitan:

1. La realización de transacciones de forma que los **consumidores de energía se puedan proveer de la energía** que necesiten en las **mejores condiciones de precio y calidad**.
2. La realización de transacciones de forma que los **generadores (reales y virtuales) puedan vender la energía** que generan **de la forma más ventajosa posible** de acuerdo con las tecnologías de generación empleadas.
3. La realización de transacciones económicas, por parte de los **operadores de la red de transporte y distribución**, que les permitan **disponer**

de los recursos necesarios para poder operar las redes de una forma fiable, segura y óptima económicamente. Estos recursos pueden ser suministrados por generadores, virtuales o reales, consumidores o agregadores, tal como se ha mencionado en el capítulo anterior.

La realización de transacciones y contratos en el mercado local que crea una *smart grid* debe tener como consecuencia el que **los consumidores puedan negociar sus recursos de demanda y generación de una forma simple y segura**, de forma que le garantice un precio competitivo y ajustado al valor del recurso.

En el caso de Menorca, y de acuerdo con los objetivos de generación renovable que se han planteado, van a primar las transacciones a medio y corto plazo, lo que va a añadir una dificultad adicional a

los mecanismos de transacción al ser **difícil realizar previsiones de generación a largo plazo**. Con el fin de optimizar el funcionamiento económico del sistema, es necesario que los **consumidores y agregadores dispongan de aplicaciones de predicción de la demanda, y que los generadores dispongan**, a su vez, de este tipo de herramientas para prever la generación renovable lo más fiables posibles.

La implementación de estas transacciones requiere la participación de tres nuevos agentes adicionales a los ya definidos anteriormente: comercializadores, mercados minoristas de ajuste y mercados de servicios complementarios.

2.6.1. Comercializador

Podría utilizar recursos de demanda proporcionados por sus propios consumidores o por agregadores, para ajustar mejor sus consumos en tiempo real con la energía previamente adquirida en el mercado mayorista. Para ello, deberá disponer de medidas detalladas de consumo y generación de sus clientes. Basa su beneficio en el margen comercial aplicado sobre los precios a los que paga la energía en el mercado mayorista.

Los comercializadores **son las compañías que, a través de las redes de la distribuidora, venden la electricidad al consumidor final**, y constituyen el primer punto de contacto cuando se contrata un suministro de electricidad. Para ello, los comercializadores se abastecen comprando grandes paquetes de energía en el mercado mayorista o a través de contratos bilaterales con generadores (reales o virtuales) para después suministrar esta energía a los consumidores finales mediante mecanismos del mercado minorista, actuando, pues, de puente entre ambos mercados.

Para realizar las compras en el mercado mayorista, **las comercializadoras deben realizar previsiones de la demanda de los consumidores** a los que suministran la energía. Dado que siempre existen diferencias entre la energía comprada y la energía suministrada, se producen desvíos por los que el comercializador debe pagar al mercado mayorista un precio normalmente elevado. Para ajustar mejor sus consumos en tiempo real con la energía pre-

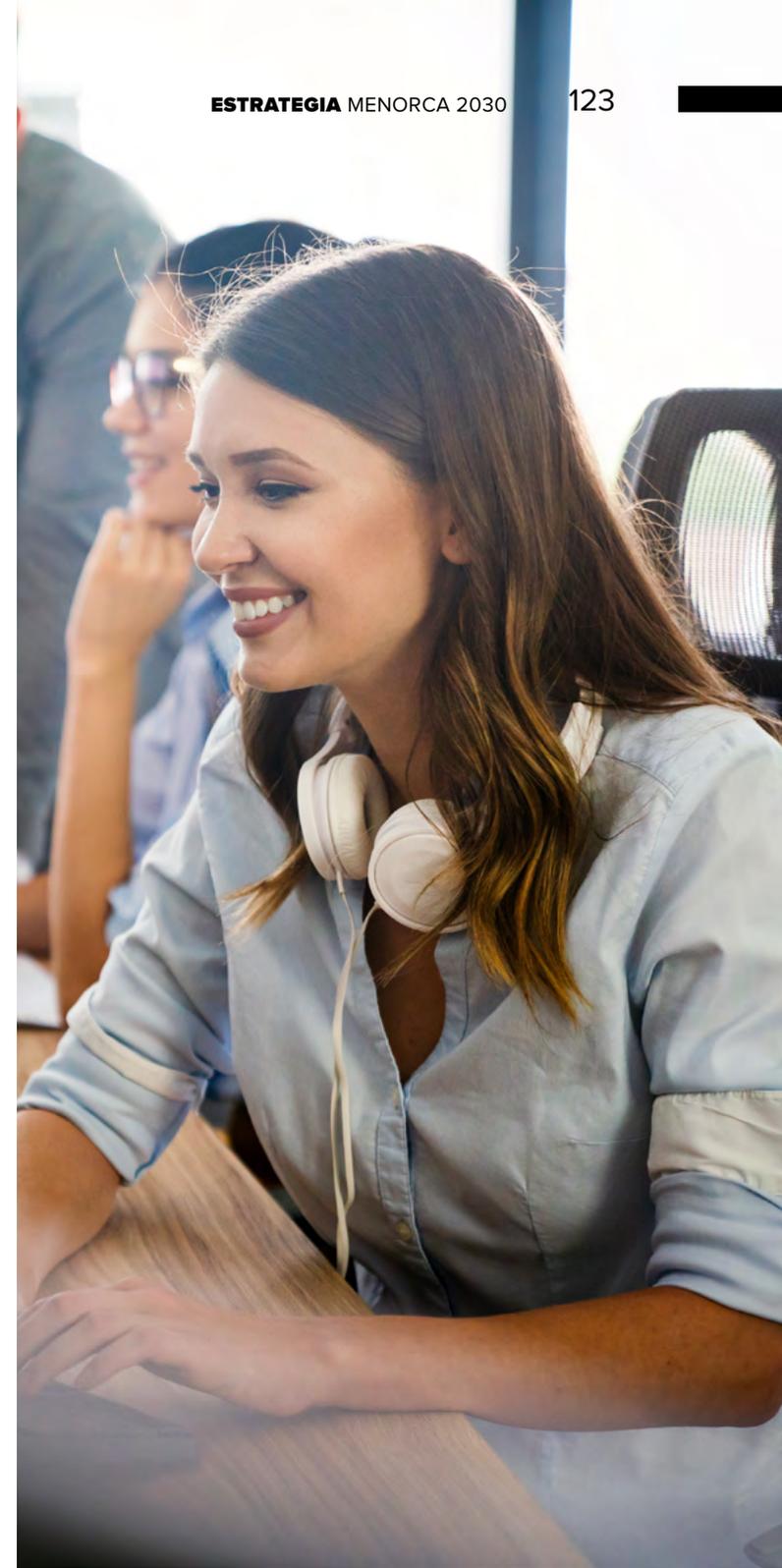
viamente adquirida en el mercado mayorista, el comercializador **podría utilizar recursos de demanda proporcionados por sus propios consumidores o por agregadores.**

Los comercializadores deben disponer de **medidas detalladas del consumo** y, en su caso, saldo **consumo-generación** de los clientes a los que están suministrando. Las medidas correspondientes deberán ser proporcionadas por el **distribuidor**, que es el responsable de las mediciones en la red de distribución y, por lo tanto, de determinar los **flujos de potencia entrante y saliente de la red.**

El beneficio obtenido por los comercializadores de su actividad se basaría en un **margen comercial** aplicado sobre los precios a los que paga la energía en el mercado mayorista, una vez cubiertos todos los **costes en que incurre debido a su actividad** (pérdidas en la red, servicios de ajuste, peajes por utilización de la red, pagos a operadores, etc.).

Los comercializadores deben tener **capacidad financiera suficiente** como exige su actividad, en la medida en que deben abastecerse de grandes cantidades de energía con antelación a su suministro y liquidación a los consumidores finales.

Las transacciones de compra del comercializador las podría realizar independientemente con los posibles proveedores (OvertheCounter, OTC) o a través de una plataforma diseñada al efecto (PowerExchanger, PX).



2.6.2. Gestor de transacciones a corto plazo (spot)

El gestor de las transacciones *spot*²⁰ tiene la misión de proporcionar los mecanismos necesarios de compra y venta de energía a corto plazo (un día típicamente) para que los diferentes agentes compradores y vendedores del sistema puedan abastecerse o ajustar sus posiciones resultantes de transacciones bilaterales (medio y largo plazo) a la realidad del suministro en que la generación tiene que estar instantáneamente ajustada al consumo más las pérdidas.

El mercado *spot* que se propone puede operar con diferentes mecanismos. El primero podría consistir en una o varias sesiones (diario, intradiario, etc.), gestionado por el correspondiente gestor de las transacciones. En este modelo las empresas productoras comunicarán cada día de forma libre las condiciones de **cantidad y precio** a las que estarían dispuestas a vender la electricidad de sus instalaciones, siendo el operador de red quien fijaría en primera instancia las **cantidades a producir por cada unidad generadora**

en función del resultado del mercado, considerando tanto las ofertas de producción como de compra de energía. En una etapa posterior a los resultados del mercado, el **operador del sistema eléctrico** determinaría las **cantidades definitivas a producir**, una vez adaptado el resultado del mercado a las condiciones físicas de la red.

Otra forma de organizar este mercado de ajuste podría ser a través de **contratos bilaterales a corto plazo**, contratos que se negociarían libremente entre los agentes compradores y vendedores, o a través de una plataforma de **intercambio** (conocida normalmente como PX) y donde el regulador obligase a publicar índices relativos a los tipos de productos y precios medios que se negocian. En este último caso también sería necesaria la **creación de mecanismos a muy corto plazo** (horas antes del despacho) con el objetivo de conseguir recursos para **equilibrar generación y carga**.

Las transacciones de energía requeridas para el funcionamiento de la **smart grid** estarán basadas en **transacciones bilaterales** que podrán ser libremente pactadas y transacciones minoristas realizadas a través de **una plataforma electrónica PX**.

2.6.3. Gestor de servicios complementarios

El gestor de servicios complementarios proporciona mecanismos de compra y venta de energía y añade productos de reserva de potencia activa y reactiva a corto y medio plazo.

Este gestor se podría identificar con el gestor de transacciones a corto plazo, incluyendo, además de productos de energía, productos de reserva de potencia activa y reactiva a corto y medio plazo.

Toda la operación se realizará a través de los agentes que se han definido en el apartado 2.5, coordinados respetando las transacciones dinámicas que se han definido en los mercados en este punto.

²⁰ El mercado *spot* o al contado es aquel donde los activos se entregan de forma inmediata al precio de mercado del momento de la compraventa. Este mercado contrasta con el de futuros, en el que la entrega del activo es en una fecha futura.

2.7. COMUNIDAD ENERGÉTICA DE MENORCA

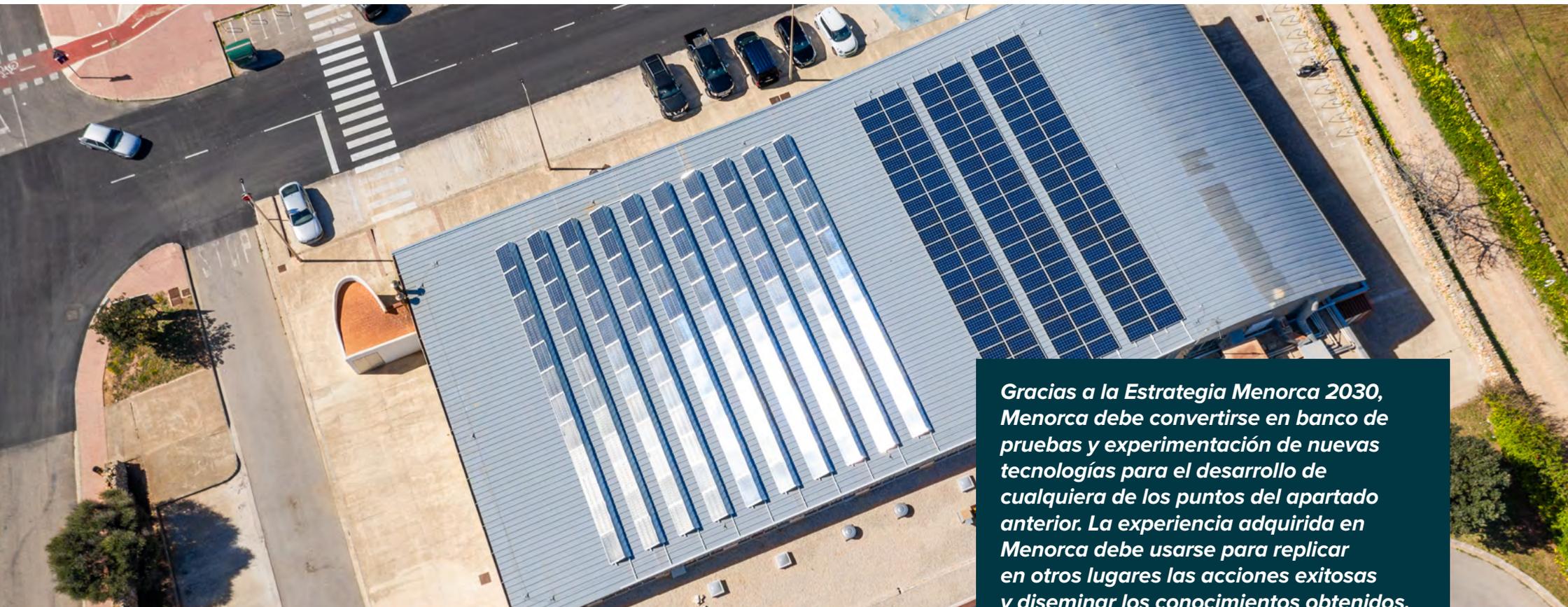


Se pretende implicar a la sociedad menorquina en la transición energética para que participe activamente en la toma de decisiones además de impulsar el cambio de modelo adaptando los hábitos de la sociedad para un consumo más eficiente que, asimismo, implique la economía local.

ACCIONES

- ✓ Incorporar la **participación ciudadana** por parte de la Oficina de la Energía Menorca 2030 (ver apartado 6) y de la Agencia Menorca Reserva de Biosfera para involucrar a la sociedad en la transición energética.
- ✓ Crear un **centro de excelencia y buenas prácticas** en el diseño e implantación de energías renovables, de forma que sirva para atraer talento e industria alrededor de la sostenibilidad.
- ✓ Llevar la **transición energética a los programas de educación** reglada y a las áreas de formación superior.
- ✓ Crear y potenciar fórmulas de **participación colectiva en la financiación** de nuevos activos energéticos.
- ✓ Fomentar la **creación de empresas, profesionales, cooperativas y asociaciones** que tengan fines, aporten conocimiento y ofrezcan **servicios relacionados con la energía** y el proceso de transición hacia la descarbonización.
- ✓ Promover la **transparencia en las acciones que se lleven a cabo** para que la ciudadanía ejerza un papel más proactivo en el seguimiento de los resultados.
- ✓ Crear un **servicio de asesoramiento a la ciudadanía** encaminado a: fomentar sistemas de seguimiento y control y optimización de consumos, uso de sus instalaciones, y mejoras a implantar en el ámbito doméstico.
- ✓ Formar al **personal de los sectores primario e industrial** en materia de eficacia y eficiencia en los procesos productivos.
- ✓ Implantar un programa de **información y formación de agentes energéticos** del sector público.
- ✓ Llevar a cabo **medidas demostrativas con participación ciudadana** en edificios de consumo elevado de la administración.

2.8. PROYECTOS SINGULARES



Gracias a la Estrategia Menorca 2030, Menorca debe convertirse en banco de pruebas y experimentación de nuevas tecnologías para el desarrollo de cualquiera de los puntos del apartado anterior. La experiencia adquirida en Menorca debe usarse para replicar en otros lugares las acciones exitosas y diseminar los conocimientos obtenidos.

Ejemplos de proyectos replicables/extrapolables en/a otros territorios:

- ✓ **Diseño de una metodología e implementación de las herramientas asociadas para la planificación, seguimiento y control de la transición energética rápida en islas geográficas.**

Creación de sistemas de seguimiento y control de las medidas tomadas y de los efectos producidos por las mismas mediante la aplicación de KPI²¹ (*Key Performance Indicators*) y análisis de sensibilidad para los factores clave del proceso.

- ✓ **Proyecto piloto de instalación de almacenamiento eléctrico en Menorca: dimensionado, gestión y operación óptima.**

Análisis y **dimensionado** del sistema de almacenamiento óptimo para el caso de Menorca, de forma que sea replicable a otros territorios.

- ✓ **Conversión de un polígono empresarial en autosuficiente energéticamente.**

En los polígonos empresariales existentes actualmente en Menorca, hay emplazamientos susceptibles de transformarse en este sentido y además

hay el compromiso de asociaciones empresariales de impulsar este proyecto.

- ✓ **Proyecto demostrativo de rehabilitación de edificios comunitarios de viviendas a edificios de consumo casi nulo.**

Se trata de probar estas rehabilitaciones en edificios de vivienda social, y también en algún edificio de viviendas privado y así poder monitorizar el antes y el después y replicar experiencias.

- ✓ **Proyecto demostrativo de construcción de un nuevo edificio comunitario de viviendas a un edificio de consumo casi nulo.**

Se priorizará la ejecución de este proyecto en edificios de vivienda social.

- ✓ **Proyecto de gestión integral de los recursos de forma sostenible en el Aeropuerto de Menorca.**

Al ser el máximo consumidor de energía de Menorca, se propone un proyecto integral que incluya la instalación de generación renovable, el aumento de la flexibilidad de la demanda, electrificación del transporte y una captación de agua de lluvia para su aprovechamiento.

- ✓ **Implantación a gran escala de mejora de envolventes de edificios mediante el sistema EuroPACE.**

Con este sistema de financiación, se mejoraría gran parte de los envolventes de los edificios existentes consiguiendo una mayor eficiencia energética.

- ✓ **Creación de un centro técnico y formativo en eficiencia energética y energías renovables.**

Se trata de un centro de capacitación para proyectistas, técnicos y empresarios.

- ✓ **Planta de biogás de Milà.**

Se trata de una planta que ya se encuentra en fase de anteproyecto, en la que se aprovecharán los gases producidos en un vertedero de residuos urbanos para generar energía eléctrica.

Esta lista no es cerrada y, obviamente, con la evolución de la tecnología y el conocimiento, se ampliará a otros ejemplos.

²¹Indicadores de rendimiento clave en su sigla en inglés, KPI (Key Performance Indicators).



**Actuaciones estratégicas
TOP 10 Menorca 2030**

Una serie de actuaciones previstas en la Estrategia Menorca 2030 destacan por su mayor impacto en la consecución de los objetivos planteados para la transición energética.

La Estrategia Menorca 2030 responde a un planteamiento integral del proceso de transición energética que tiene que realizar la isla para cumplir con los objetivos establecidos. Esto hace que incluya todas las actuaciones necesarias para llevar a cabo en los ámbitos establecidos como claves.

No obstante, hay una serie de actuaciones previstas que destacan sobre el resto por su mayor impacto en la consecución de los objetivos, que se han ido desarrollando a lo largo del capítulo anterior.

1

Desarrollo de energías renovables en el área de gestión de residuos de Milà

Existe un proyecto para instalar en la zona de Milà un área de generación renovable mediante la hibridación de eólica, fotovoltaica y biogás con una potencia total prevista de entre 18 y 20 MW.

2

Baterías de almacenamiento

Se busca con este equipamiento poder acumular a gran escala energía producida en Menorca con energías renovables en momentos de sobreproducción, para poder usarla cuando la producción no sea suficiente y de esta manera minimizar la importación de energía del exterior.

2

Parque fotovoltaico de Son Salomó

Este parque consta ya de autorización y contará con una potencia instalada de 49,8 MW. A pesar de ser un tipo de instalación de gran tamaño comparado con el modelo que se pretende implantar en Menorca, tendrá un gran impacto en el aumento de generación a partir de energía solar fotovoltaica.

1

Autoconsumo en edificios

Esto hará que la generación de energía esté junto al consumo, consiguiendo además implicar a la población en la penetración de las energías renovables.

5

Plantas fotovoltaicas en zonas de aparcamiento público urbano

Con esto se conseguirá aprovechar la superficie utilizada por plazas de aparcamiento y que no tiene ningún otro uso para generar energía eléctrica en plantas fotovoltaicas sin hipotecar nuevas superficies.

6

Programa EuroPACE Menorca

Gracias al programa EuroPACE, los propietarios de locales, viviendas y edificios dispondrán de financiación para poder acometer reformas y rehabilitaciones encaminadas a mejorar las envolventes y así mejorar la eficiencia energética.

7

Movilidad eléctrica e infraestructura de recarga

La electrificación de la movilidad es de vital importancia, y para conseguirla es indispensable disponer de una buena infraestructura de recarga.

8

Implantación de *smart grids*

Para permitir la penetración de las energías renovables es indispensable que la gestión del sistema eléctrico se haga de forma prácticamente automática, con lo que las redes actuales se transformarán en inteligentes.

9

Mercados locales de energía

Se pretende usar a Menorca como *sandbox* para analizar las innovaciones tecnológicas o regulatorias que puedan ser necesarias para cumplir los objetivos de la transición energética.

10

Oficina de la Energía Menorca 2030

Esta oficina tendrá las funciones de asesoramiento de la población en temas de energías renovables y eficiencia energética. Esto incluirá trámites, posibles ayudas y asesoramiento técnico.



***Identificación
de riesgos***

- ❌ Ausencia de sistema remuneratorio claro y estable a largo plazo.
- ❌ Trámites administrativos complejos y excesivamente largos.
- ❌ Infraestructuras de distribución eléctrica con problemas estructurales debido a un deficiente mallado de la red.
- ❌ Se requiere capacidad de interconexión eléctrica con Mallorca para la estabilidad de la red y una adecuada gestión de flujos energéticos en situaciones de sobre y sub producción.
- ❌ El ritmo de penetración de renovables debe venir acompañado de un incremento equivalente en la capacidad de gestión y regulación del sistema eléctrico, siendo necesaria cierta capacidad de almacenamiento.
- ❌ Normativa de acceso y conexión a la red obsoleta. Falta de información disponible del estado de la red para hacer previsiones de puntos de conexión de nuevas plantas en fase de estudio, en especial en lo referente a capacidad de evaluación en cada punto de la red.
- ❌ La regulación del sistema de retribución de la energía generada no contempla la realidad insular. Puede ser necesaria la definición de un marco retributivo especial.
- ❌ La ordenación territorial y urbanística debe adaptarse para facilitar la penetración de este tipo de instalaciones.
- ❌ Necesidad de evaluación detallada del recurso eólico para cada emplazamiento.
- ❌ Necesidad de formación de profesionales especializados para la operación y mantenimiento de instalaciones eólicas.
- ❌ Los ayuntamientos deben armonizar sus ordenanzas para facilitar instalaciones en entornos urbanos e incorporar bonificaciones fiscales. En el caso de la biomasa, se deben permitir espacios para su acopio.
- ❌ Ha de crearse una estructura empresarial de extracción, acopio y distribución de la biomasa para usos térmicos.
- ❌ Puede ser necesaria la adaptación y/o reforma de instalaciones en edificios existentes
- ❌ Las tecnologías de generación en el ámbito marino no están desarrolladas en el archipiélago, y será necesario adaptar el planeamiento y las autorizaciones para facilitar su implantación.
- ❌ Falta de ordenamiento legal del almacenamiento.
- ❌ Para mejorar la gestión de todos los recursos, tanto fotovoltaicos como vehículos eléctricos, deben implementarse sistemas inteligentes de gestión conjunta de producción, vehículos y sistemas de almacenamiento en baterías con comunicación y visibilidad por parte tanto del operador de distribución como el operador del sistema.

Se identifican algunas barreras que se podrán encontrar en el proceso de ejecución de las actuaciones previstas en la Estrategia Menorca 2030.



***Medidas regulatorias, de planificación
y normativas***



A partir de la identificación de riesgos y de las acciones definidas en los apartados anteriores, se detecta la necesidad de adoptar o favorecer determinadas medidas de carácter regulatorio que faciliten la ejecución de las acciones previstas. En este punto se resumen los diferentes niveles de responsabilidad/competencia para adoptar o impulsar las medidas necesarias.

MEDIDA NECESARIA/NECESIDAD A CUBRIR	ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE O COMPETENTE			
	AYUNTAMIENTOS	CONSELL INSULAR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO
La ordenación territorial y urbanística debe adaptarse para facilitar la penetración de este tipo de instalaciones.	✓	✓	✓	
Los ayuntamientos deben armonizar sus ordenanzas para facilitar instalaciones en entornos urbanos e incorporar bonificaciones fiscales. En el caso de la biomasa se deben permitir espacios para su acopio.	✓			
Las tecnologías de generación en el ámbito marino no están desarrolladas en el archipiélago, y será necesario adaptar el planeamiento y las autorizaciones para facilitar su implantación.			✓	✓
Medidas de pacificación del tránsito en los ámbitos urbanos.	✓			
Planificación urbanística que integre acciones dirigidas a la movilidad y a la reducción de emisiones.	✓	✓		
Ausencia de un sistema remuneratorio claro y estable a largo plazo.				✓
Desarrollar mecanismos de compensación estacional de las instalaciones de autoconsumo con vertido a red.				✓
Medidas para incentivar los vehículos de bajas emisiones y/o sistemas más eficientes, como por ejemplo, delimitar áreas de circulación restringida a vehículos de altas emisiones, o facilitar el aparcamiento a vehículos compartidos y vehículos de bajas emisiones.	✓	✓		
La regulación del sistema de retribución de la energía generada no contempla la realidad insular.				✓
Para el almacenamiento de energía puede ser necesaria la definición de un marco retributivo especial.				✓
Falta ordenamiento legal del almacenamiento de energía.				✓
Trámites administrativos complejos y excesivamente largos.	✓	✓	✓	✓
Planificación de interconexión eléctrica entre sistemas.			✓	✓
Normativa de acceso y conexión a red obsoleta.			✓	✓
Falta de transparencia en el estado y gestión de las redes.				✓
Evaluación detallada del recurso eólico para cada emplazamiento.			✓	✓
Necesidad de formación de profesionales especializados para la operación y mantenimiento de instalaciones eólicas.			✓	✓
Ha de crearse una estructura empresarial de extracción, acopio y distribución de la biomasa para usos térmicos.		✓		
Puede ser necesaria la adaptación y/o reformas de instalaciones en edificios existentes.	✓	✓		
Para mejorar la gestión de todos los recursos, tanto fotovoltaicos como vehículos eléctricos, deben implementarse sistemas inteligentes de gestión conjunta de producción, vehículos y sistemas de almacenamiento en baterías con comunicación y visibilidad por parte tanto del operador de distribución como el operador del sistema.			✓	✓
Modernización y mejora del mallado de la red de distribución.			✓	✓
Adaptación de normativa de diferentes reglamentaciones y leyes relacionadas con las haciendas locales y las competencias municipales para la implantación de EuroPACE.				✓
Crear una marca específica para las empresas turísticas que se comprometan con los objetivos de descarbonización.		✓	✓	



6

Oficina de impulso

Como el agente facilitador, la Oficina de la Energía Menorca 2030 asumirá los siguientes roles:

- **Interlocución y centro de referencia** de todas las cuestiones relacionadas con la energía en Menorca.
- **Formación**, tanto en niveles educativos básicos como en capacitación profesional.
- **Financiación:**
 - Capacidad de financiar iniciativas en línea con los objetivos Menorca 2030.
 - Presentación de candidaturas a proyectos de financiación.
 - Capitalización de ahorros para financiación de proyectos.
- **Seguimiento** y monitorización de esta hoja de ruta para Menorca.
- **Facilitar la participación ciudadana.**
- **Asesoramiento técnico y legal** a los sectores privado y público.
- Comunicación, capacitación y **empoderamiento de la ciudadanía** en materia de energía.
- Impulso de experiencias piloto con carácter demostrativo.
- Acciones de **difusión y concienciación.**
- Propuesta de **modificación de normativas.**

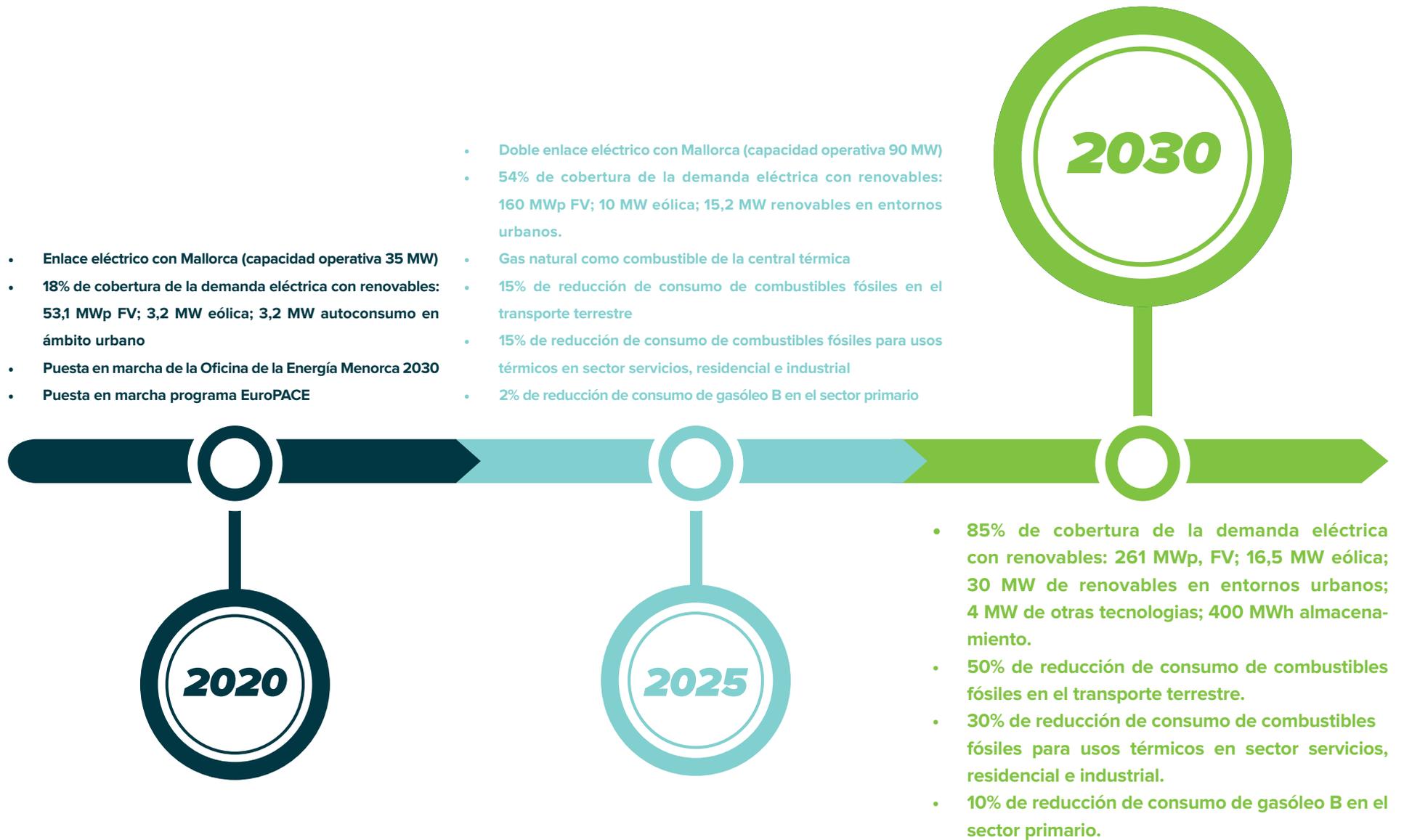
La Oficina de la Energía Menorca 2030 pretende ser un agente facilitador que integre los principales actores, promueva la participación y formación de la ciudadanía. La oficina tendría capacidad de financiación y ejecución de proyectos piloto, integrándose en la red de territorios y centros que apuestan por el cambio de modelo energético.



An underwater photograph showing a dense field of green seagrass on the seabed. The water is clear and blue. A large, white, stylized number '7' is overlaid on the left side of the image.

7

Mapa de ruta de los objetivos







8

Indicadores de referencia

Para un correcto seguimiento de los objetivos, se establece un conjunto de indicadores de referencia que permitirá monitorizar su cumplimiento, además de la evolución de los diferentes sectores.



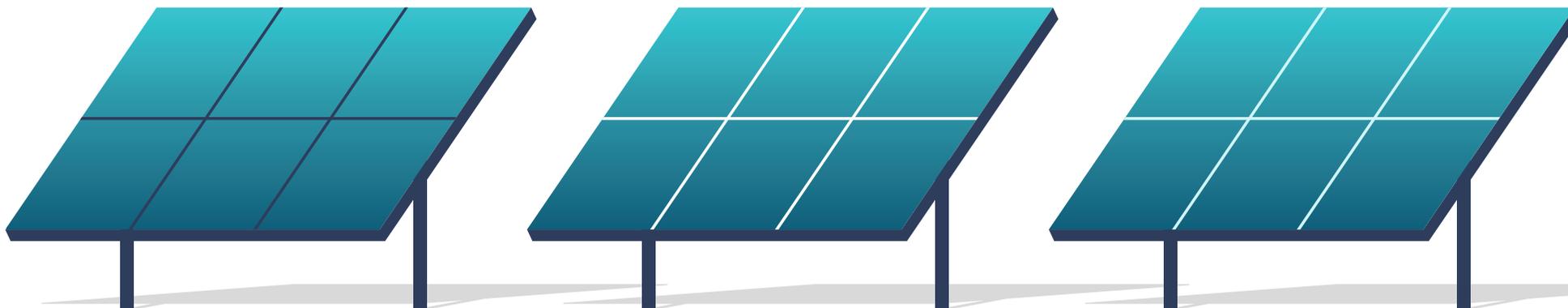
I. SISTEMA ELÉCTRICO	Valor 2013	Unidades
Electricidad producida e importada anual	484.059	MWh
Porcentaje de generación eléctrica renovable insular	3	%
Factor de emisiones sobre electricidad generada	0,75	tCO ₂ /MWh
Potencia instalada de eólica	3,20	MW
Potencia instalada de solar fotovoltaica	5,10	MWp
Potencia instalada de autoconsumo con renovables	-	kW
Consumo facturado de electricidad anual	440.601	MWh
Consumo anual de electricidad per cápita (población de hecho) ²²	3.856	kWh/persona

II. TRANSPORTE TERRESTRE	Valor 2013	Unidades
Demanda anual de combustibles de automoción ²³	478.599	MWh
Demanda anual de combustibles de automoción per cápita (población de hecho)	4.189	kWh/persona
Número de automóviles eléctricos ²⁴	0	Ud.
Porcentaje de automóviles eléctricos sobre el total	0	%
Número de motocicletas eléctricas	17	Ud.
Porcentaje de motocicletas eléctricas sobre el total	0	%
IMD anual del aforador del PK 20,4 de la carretera general Me-1	9.066	Vehículos/día
Número de pasajeros en líneas regulares de transporte público	2.060.359	Ud.

²² El término población de hecho incluye residentes y visitantes prorrateado anualmente.

²³ Combustible suministrado en estaciones de servicio. Por falta de datos desagregados, este valor incluye náutica recreativa.

²⁴ Los indicadores relativos a vehículos motorizados y sus correspondientes valores hacen referencia a vehículos matriculados en Menorca.



III. RESIDENCIAL, SERVICIOS, INDUSTRIAL Y PRIMARIO	Valor 2013	Unidades
Consumo anual de GLP	59.915	MWh
Consumo anual de gasóleo C de calefacción	96.495	MWh
Consumo anual de gas natural	8.251	MWh
Consumo anual total de GLP, gasóleo de calefacción y gas natural	164.661	MWh
Consumo anual total de GLP, gasóleo de calefacción y gas natural per cápita (población de hecho)	1,44	MWh/persona
Consumo anual de gasóleo B	38.556	MWh

IV. INDICADORES GLOBALES	Valor 2013	Unidades
Emisiones directas de CO ₂ ²⁵	542.395	tCO ₂
Emisiones directas de CO ₂ per cápita (población de hecho)	4,75	tCO ₂ /persona
Consumo anual de energía primaria	2.254.347	MWh
Consumo anual de energía primaria per cápita (población de hecho)	19,73	MWh/persona
Consumo anual de energía secundaria	1.169.724	MWh
Consumo anual de energía final	1.126.138	MWh
Consumo anual de energía final per cápita (población de hecho)	9,86	MWh/persona

²⁵ Los indicadores relativos tanto a emisiones de CO₂ como a consumo de energía en ningún caso incluyen transporte aéreo ni marítimo.

Referencias

Agencia Balear del Agua y la Calidad Ambiental (ABAQUA). Datos de los recursos hídricos de suministro en Menorca. Consultado de 25 de febrero de 2019.

Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA). Informe “Energy Storage and Renewables for Island Power”, 2012.

C. Álvarez-Bel, A. García-Garre; A. Gabaldón, M. C. Ruiz-Abellón; A. Guillamon. “Integration of Demand Response and photovoltaic resources in residential segments”. *Sustainability*, 2018. DOI: 10.3390/su10093030

Consell Insular Menorca. Plano de infraestructuras de Menorca. Consultado 28 de febrero de 2019. Información disponible en <http://ide.cime.es/visorl-DE/Visor.aspx?lg=es>

C. Roldán-Blay, G. Escrivá-Escrivá; C. Roldán-Porta and C. Álvarez-Bel. “An optimization algorithm for distributed energy resources management in micro-scale energy hubs”. *Energy* 2017. DOI: 10.1016/j.energy.2017.05.038

Direcció General d’Indústria i Energia, Conselleria d’Economia i Competitivitat, Govern de les Illes Balears. *Energías renovables y eficiencia energética en las islas Baleares: Estrategias y líneas de actuación*, 2015.

D. Morales; Y. Besanger; S. Sami y C. Álvarez-Bel. “Assessment of the impact of intelligent DSM methods in the Galapagos Islands toward a Smart Grid”. *Electric Power Systems Research* 2018. DOI: 10.1016/j.epsr.2017.02.003

Endesa Distribución. *Datos de la red de distribución por subestaciones en Menorca*. Consultado 8 de marzo de 2019.

Estándar de comunicaciones para la automatización de subestaciones IEC 61850. Consultado 26 de febrero de 2019. Información disponible en <https://www.iec.ch/>

Hidrobal Gestión de aguas de Baleares S.A. *Datos ciclo del agua en Menorca*. Consultado el 7 de marzo de 2019. Disponible en <https://www.hidrobal.net/>

Ignacio García Belenguer. “Estudio del Recurso Eólico para la Transición Energética en Menorca”, 2018.

Instituto de Estadística de las Islas Baleares. *Distribución del parque automovilístico por tipo de vehículo y carburante en Menorca*. Consultado 9 de marzo de 2019. Disponible en <https://ibestat.caib.es/ibestat/estadisticas/economia/serveis/transport-aeri-port-aeroport/00ce6b3e-018a-4564-b3a4-cfe49acf9f14>

Institut Menorquí d’Estudis; Directrius Estratègiques de Menorca. *La primera transició energètica de Menorca. Diagnòs del sistema energètic*, 2018.

J. M. Clairand-Gómez; J. Rodríguez-García; C. Álvarez-Bel. “Electric Vehicle Charging Strategy for Isolated Systems with High Penetration of Renewable Generation”. *Energies* 2019. DOI: 10.3390/en1111318

J. M Clairand-Gómez; M. Arriaga; C.A. Cañizares; C. Álvarez-Bel. “Power Generation Planning of Galapagos’ Microgrid Considering Electric Vehicles and Induction Stoves”. *IEEE Trans. On SUSTAINABLE ENERGY*. Aceptado octubre de 2018.

Observatorio Socioambiental de Menorca. Indicadores básicos. Disponible en <http://www.obsam.cat/indicadors/index.php>

Observatorio Socioambiental de Menorca. *Indicadores referidos a la movilidad en Menorca*. Consultado 9 de marzo de 2019. Disponible en <http://www.obsam.cat/indicadors/demografia.php>

Observatorio Socioambiental de Menorca. *Intensidad media diaria del transporte terrestre en Menorca*. Consultado 9 de marzo de 2019. Disponible en <http://www.obsam.cat/indicadors/demografia/transport-mobilitat/mobilitat/insular/imd/IMDsegons-dia-setmana-hora-pas-2001-2015.pdf>

Observatorio Socioambiental de Menorca. *Distribución del parque automovilístico en Menorca*. Consultado 9 de marzo de 2019. Disponible en <http://www.obsam.cat/indicadors/demografia/transport-mobilitat/mobilitat/insular/parc-automobilistic/Parc-automobilistic-Total-vehicles-turismes-1991-2015.pdf>

Proyecto EU-DEEP “The birth of a European Distributed EnErgy Partnership that will help the largescale implementation of distributed energy resources in Europe”. Consultado 26 de febrero de 2019. Información disponible en https://cordis.europa.eu/result/rcn/47867_en.html

Plataforma de intercambio European Energy Exchange (EEX). Consultado 27 de febrero de 2019. Información disponible en <https://www.eex.com/en/>

Protocolo de comunicación OCPP 2.0. Consultado 26 de febrero de 2019. Información disponible en <https://www.openchargealliance.org/>

Protocolo comunicación OpenADR 2.0b. Consultado 26 de febrero de 2019. Información disponible en <https://www.openadr.org/>

Red Eléctrica de España. *Demanda balear en tiempo real*. Consultado 9 de marzo de 2019. Disponible en <https://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-balear/demanda-de-energia-en-tiempo-real>

Red Eléctrica de España. *Planos e información de la red de transporte en el sistema eléctrico balear*. Consultado 7 de marzo de 2019. Disponible en <https://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-balear>

Red Eléctrica de España. *Procedimientos de operación de los sistemas eléctricos no peninsulares*. Consultado 7 de marzo de 2019. Disponible en <https://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/procedimientos-de-operacion#tabs-2>

Relación de instituciones, entidades, asociaciones y empresas que han expresado su apoyo explícito a la Estrategia Menorca 2030*

ORGANISMOS PÚBLICOS

- UNESCO – Programa MaB (Man & Biosphere)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- Delegación del Govern de les Illes Balears
- Delegación del Govern de les Illes Balears - Dirección Insular de la Administración General del Estado en Menorca
- Govern de les Illes Balears – Consejería de Territorio, Energía y Movilidad – Dirección General de Energía y Cambio Climático
- Ayuntamiento de Alaior
- Ayuntamiento de Es Castell
- Ayuntamiento de Ciutadella de Menorca
- Ayuntamiento de Ferreries
- Ayuntamiento de Maó
- Ayuntamiento de Es Mercadal
- Ayuntamiento de Es Migjorn Gran
- Ayuntamiento de Sant Lluís

ENTIDADES DE ÁMBITO INTERNACIONAL, NACIONAL Y LOCAL

- Asociación de Economistas Frente a la Crisis
- Asociación Leader Isla de Menorca
- Asociación Ramón San Martín
- Associació TECNICAT
- Climate Alliance
- Federación de Asociaciones de Vecinos de Menorca
- Fundación Renovables
- Grupo de Ornitología Balear - GOB Menorca
- Institut Menorquí d'Estudis - OBSAM - Directrices Estratégicas de Menorca
- Menorca Preservation Fund
- Plataforma por un Nuevo Modelo Energético

EMPRESAS Y AGRUPACIONES EMPRESARIALES

- AEDIVE - Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico
- Aeropuerto de Menorca - AENA
- ASEIME - Asociación de Empresas de Instalaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones de Menorca
- Asociación Hotelera de Menorca – ASHOME
- Confederación de Asociaciones Empresariales de Baleares - CAEB Menorca
- ECOOO Revolución Solar
- Ecosis Ingeniería
- ENDESA
- Federación de la Pequeña y Mediana Empresa de Menorca – PIME Menorca
- Fotoplat
- Global New Energy Finance - GNE Finance
- Grupo hotelero ARTIEM
- MIATEC Innova
- NISSAN
- Q-ENERGY
- Red Eléctrica de España
- SOM ENERGIA - Grupo Local Menorca
- Unión Española Fotovoltaica (UNEF)

* Relación de cartas de apoyo recibidas hasta el mes de febrero de 2019.



CONSELL INSULAR
DE MENORCA



GOVERN
ILLES
BALEARNS



CLEAN ENERGY
FOR EU ISLANDS



consorci de residus
i energia de menorca

