

red eléctrica

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO MERCADAL 132 KV Y AMPLIACIÓN DE LA SE MERCADAL 132 KV

T.M. de Es Mercadal (Menorca)

Anexo 1. Huella de Carbono y evaluación del riesgo ante el cambio climático (Climate Change Risk Assessment -CCRA-)

Marzo de 2023



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	MARCO NORMATIVO	5
3	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y PRINCIPALES FUENTES DE INFORMACIÓN	12
4	BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
4.1.1	<i>Descripción de la instalación</i>	17
5	LA CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO: LA HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO	21
5.1	DESCRIPCIÓN	21
5.2	CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO	24
5.3	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	30
6	ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN	31
6.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y METEOROLÓGICA	31
6.2	LOS CAMBIOS FÍSICOS OBSERVADOS EN EL CIMA DE BALEARES	34
6.3	ANÁLISIS DE PROYECCIONES CLIMÁTICAS EN BALEARES SEGÚN ESCENARIOS	35
7	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS CLIMÁTICOS Y VULNERABILIDAD	39
7.1	VALORACIÓN DE IMPACTOS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	41
7.2	VALORACIÓN PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	43
8	CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN: LAS MEDIDAS GENERALES Y ESPECÍFICAS EXISTENTES Y PROPUESTAS	46
8.1	MEDIDAS GENERALES	46
8.2	MEDIDAS ESPECÍFICAS EN RELACIÓN CON LAS INSTALACIONES	46
9	CONCLUSIONES	49
10	PRINCIPALES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE REFERENCIA	51

1 INTRODUCCIÓN

Tras la exposición del marco normativo relativo al cambio climático (capítulo 2), la descripción de la metodología de trabajo (capítulo 3) y una breve descripción del proyecto (capítulo 4), este documento da cumplimiento al *artículo 21. Trámites y documentación de la evaluación de impacto ambiental ordinaria, de la evaluación de impacto ambiental simplificada y de la modificación de la declaración de impacto ambiental*, en concreto respecto al contenido, punto 2.B. sobre un estudio sobre el impacto directo e inducido sobre el consumo energético, la punta de demanda y las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la vulnerabilidad ante el cambio climático. En el mismo se recoge los aspectos relativos a la contribución del proyecto al cambio climático mediante el balance global de emisiones derivado de su huella de carbono y el ahorro debido a su puesta en marcha (mitigación del cambio climático, capítulo 5).

A partir de los siguientes capítulos, se desarrolla el análisis de la vulnerabilidad y riesgos derivados del cambio climático en relación con el proyecto en base a la metodología previamente descrita. Así, partiendo de un análisis de la exposición (capítulo 6), donde se describe la caracterización climática y las proyecciones estimadas según escenarios, se identifican y valoran los riesgos y la vulnerabilidad climática, así como la incidencia potencial del proyecto sobre los impactos climáticos en los distintos elementos del medio (capítulo 7). La capacidad de adaptación, es decir, las medidas generales o específicas que se han considerado para mejorar la adaptación a los efectos del cambio climático son abordadas en el capítulo 8. Los capítulos finales recogen las conclusiones generales del estudio y las principales referencias bibliográficas (capítulos 9 y 10 respectivamente).

Numerosos estudios, incluidos los propios del IPCC, coinciden en señalar a la región mediterránea como una de las áreas del planeta más vulnerables frente al cambio climático, la Península ibérica y las islas Baleares en particular, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, se enfrenta a importantes riesgos derivados del cambio climático que inciden directa o indirectamente sobre un amplio conjunto de sectores económicos y sobre los sistemas ecológicos, acelerando el deterioro de recursos esenciales para el bienestar como el agua, el suelo fértil o la biodiversidad, y amenazando la calidad de vida y la salud de las personas.

Hasta hace unos años, los principales estudios y análisis sobre cambio climático se enmarcaban en el ámbito de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el cálculo de la huella de carbono (estrategias de mitigación), y así se contemplaba casi exclusivamente en los diferentes planes y proyectos. Comparativamente, los avances realizados en materia de mitigación superan con creces los análisis y acciones relativas a la adaptación al cambio climático

en los diferentes ámbitos, incluyendo el de las instalaciones del sistema de transporte de energía eléctrica.

El Informe “Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático” (2006) sentó las bases para el desarrollo del primer Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC-1). En el año 2020 se aprueba el segundo PNACC (2021-2030), que establece el marco de referencia para la coordinación de las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España. La responsabilidad de su implementación y desarrollo corresponde a la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El PNACC se desarrolla a través de Programas de Trabajo, en la actualidad está vigente el periodo de programación 2021-2025. En relación al sector energético¹, en sus diferentes sistemas de: suministro de energía primaria, generación de electricidad, demanda de energía eléctrica, transporte, almacenamiento y distribución de la energía, el PNACC-2 identifica como aspectos prioritarios los siguientes, principalmente *dirigidos a la mejora del conocimiento sobre los impactos del cambio climático sobre el sector energético y sus infraestructuras*:

- Mejorar el conocimiento sobre los impactos potenciales del cambio climático en la funcionalidad y resiliencia de los sistemas de generación, transporte, almacenamiento y distribución de la energía y concretar medidas de adaptación para evitar o reducir los riesgos identificados.
- Mejorar el conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la demanda de energía e identificar medidas para evitar o limitar los picos de demanda, especialmente los asociados al calor.
- Identificar riesgos derivados de eventos extremos en las infraestructuras energéticas críticas y aplicar medidas para evitar su pérdida de funcionalidad.

¹ Los ámbitos de trabajo o sectores considerados son: recursos hídricos, ecosistemas terrestres, agricultura y ganadería, medio marino, costas, áreas urbanas, salud, energía, transporte y turismo.

2 MARCO NORMATIVO

Se recogen en este capítulo los principales instrumentos normativos y de planificación existentes a diferentes niveles administrativos en relación con el cambio climático. Se indica también cómo la normativa sobre evaluación ambiental a nivel nacional y regional tienen en consideración el cambio climático.

El marco de referencia internacional viene definido en el *Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015)*, que tiene como objetivos globales, en esencia: mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales e, incluso si es posible, por debajo de 1,5°C; asegurar la coherencia de los flujos financieros con el nuevo modelo de desarrollo; y aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia². Para alcanzar estos objetivos todos los países se comprometieron a presentar sus contribuciones nacionales determinadas (NDCs, en sus siglas en inglés), que deben recoger sus objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Unión Europea

En este contexto, la Unión Europea, principal impulsora de la respuesta internacional frente a la crisis climática desde 1990, se ha dotado de un marco jurídico amplio para intentar mantenerse a la vanguardia en la transición y cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030, un 55 % de reducción de gases de efecto invernadero respecto al año 1990. Así, el Pacto Verde Europeo (*The European Green Deal*, diciembre de 2019), marca una nueva estrategia de crecimiento que persigue transformar la Unión Europea en una sociedad justa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de sus recursos y competitiva, y con la *finalidad de hacer de la Unión Europea el primer continente neutro climáticamente en el año 2050*. En este marco, es destacable la creación de dos grandes herramientas de gobernanza de clima y energía ya establecidas en el *Reglamento 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima*: los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia de Descarbonización a 2050.

² El IPCC define resiliencia como la capacidad de los sistemas económicos, sociales y ambientales para afrontar una perturbación o impacto respondiendo o reorganizándose de forma que conservan su función esencial, identidad y estructura, al tiempo que mantienen su capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

En relación a la adaptación, la primera aproximación desde la Unión Europea tuvo lugar mediante la publicación del “Libro Verde de opciones de actuación en materia de adaptación de la EU” (2007). En esta se analizan los impactos derivados del cambio climático previsible a escala comunitaria, y se ofrecen unas primeras directrices de actuación, estableciendo las áreas prioritarias, entre las que se encuentra la cuenca mediterránea (junto con las zonas montañosas, la costa, el Ártico y los países escandinavos y las llanuras densamente pobladas). En 2009 se publicó el *Libro Blanco de adaptación al cambio climático en Europa*, que marcaba la hoja de ruta para lograr un marco europeo de actuación en materia de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático y derivó en la aprobación en 2013 de la *Estrategia de adaptación al cambio climático de la Unión Europea (2013)*, que ha sido actualizada por la nueva Estrategia sobre esta materia aprobada en 2021, y que introduce como aspecto prioritario, entre otros, la resiliencia de las infraestructuras ante el cambio climático e incide en la protección de los ecosistemas ante sus efectos.

España

- ▶ Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

Esta ley tiene por objeto asegurar el cumplimiento por parte de España de los objetivos del Acuerdo de París, facilitar la descarbonización de la economía española, su transición a un modelo circular, de modo que se garantice el uso racional y solidario de los recursos; y *promover la adaptación a los impactos del cambio climático (...)*, a la que dedica su Título V.

En este marco general, son varios los instrumentos de planificación a nivel nacional relacionados con el cambio climático, pero destacan fundamentalmente dos:

- ▶ Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC, 2020)

Este instrumento define, entre otros objetivos, la penetración de energías renovables en el sistema eléctrico, su integración en el mercado interior eléctrico, la eficiencia energética del sistema y la reducción esperable de gases de efecto invernadero. Constituye, por tanto, la planificación estratégica e indicativa del sistema energético español hasta el horizonte 2030.

El mes de enero de 2020 se publicó el PNIEC tras incorporar tanto los resultados del proceso de consulta pública durante su tramitación ambiental como las recomendaciones de la Comisión Europea. Los objetivos que contiene el PNIEC para 2030 son los siguientes:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto de 1990.
- 42% de renovables en el uso final de la energía.

- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Como se indica en el propio Plan, estos resultados permitirían avanzar hacia el cumplimiento de un objetivo más a largo plazo que es la neutralidad climática de emisiones de GEI en España en 2050, en coherencia con las posiciones adoptadas por la Comisión Europea y la mayoría de los Estados miembros. Este objetivo a largo plazo supone la reducción de, al menos, un 90% de las emisiones brutas totales de GEI respecto a 1990 en 2050. Además, se persigue alcanzar para esa fecha un sistema eléctrico 100% renovable y que España sea un país neutro en carbono.

► Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC-2)

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2021-2030) constituye el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España en la próxima década, a través del cual se definen objetivos, criterios, ámbitos de trabajo y líneas de acción para fomentar la adaptación y la resiliencia frente al cambio del clima. Desde su aprobación, en sus sucesivas etapas, el Plan Nacional de Adaptación se ha desarrollado a través de programas de trabajo sucesivos que concretan las actividades a llevar a cabo en cada una de ellas. A lo largo de los últimos años, la Oficina Española de Cambio Climático ha desarrollado un trabajo exhaustivo de Evaluación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, previo al inicio del proceso de elaboración de un nuevo Plan Nacional de Adaptación (PNACC-2). Éste define los objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y medidas para fomentar la resiliencia y la adaptación frente al cambio climático en España para el periodo 2021-2030.

De igual manera que en el primer Plan de Adaptación, el PNACC-2 define un conjunto de ámbitos de actuación en materia de adaptación, incluyendo entre ellos los relativos al sistema energético. En este campo, se actuará sobre los riesgos que afectan a los diversos componentes del sistema energético:

- Suministro de energía primaria
- Generación de electricidad
- Demanda de energía eléctrica
- Transporte, almacenamiento y distribución de la energía

- ▶ Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

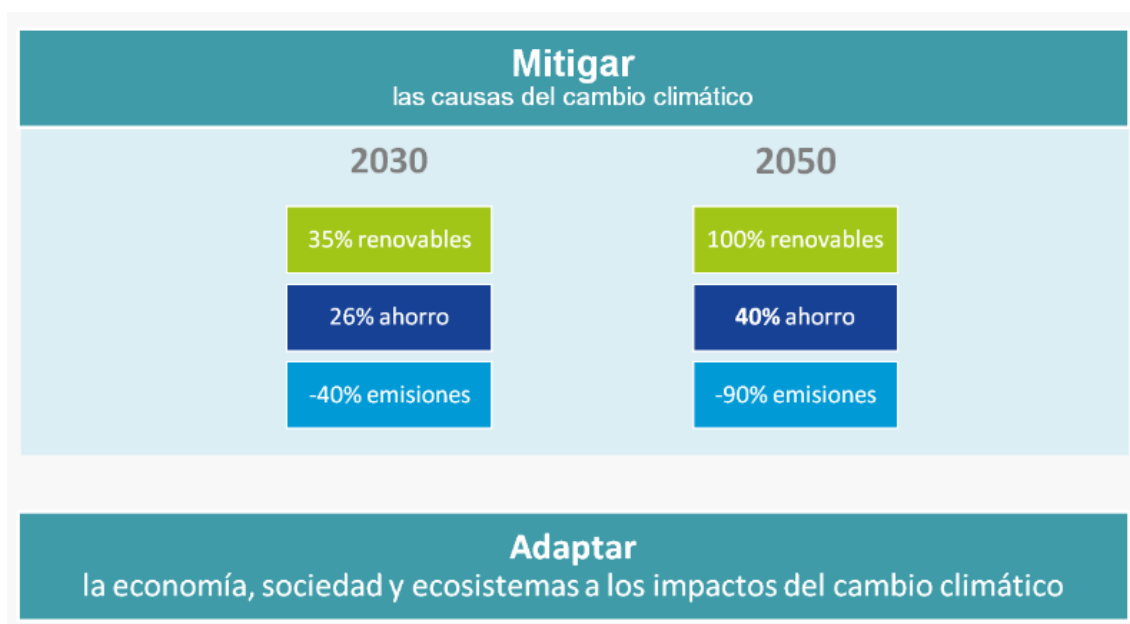
Por su parte, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, es la norma básica nacional de evaluación ambiental de proyectos. En ella figura un catálogo de actividades que deben someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria y simplificada (Anexos I y II), mientras que en el *Anexo VI Estudio de impacto ambiental, conceptos técnicos y especificaciones relativas a las obras, instalaciones o actividades comprendidas en los anexos I y II* se recogen los contenidos que han de considerarse para la identificación y valoración de impactos, especificándose lo siguiente en relación al cambio climático:

6.º El impacto del proyecto en el clima (por ejemplo, la naturaleza y magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero, y la vulnerabilidad del proyecto con respecto al cambio climático).

Baleares

- ▶ Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética de las islas Baleares

La Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética tiene contenido ambicioso en la lucha contra el cambio climático y fija el camino para hacer efectiva la transición de las Islas Baleares hacia las energías limpias. Tiene por objeto el cumplimiento de los compromisos internacionales que emanan del Acuerdo de París mediante el ordenamiento de las acciones encaminadas a la mitigación y la adaptación al cambio climático en las Islas Baleares, así como la transición a un modelo energético sostenible, socialmente justo, descarbonizado, inteligente, eficiente, renovable y democrático.

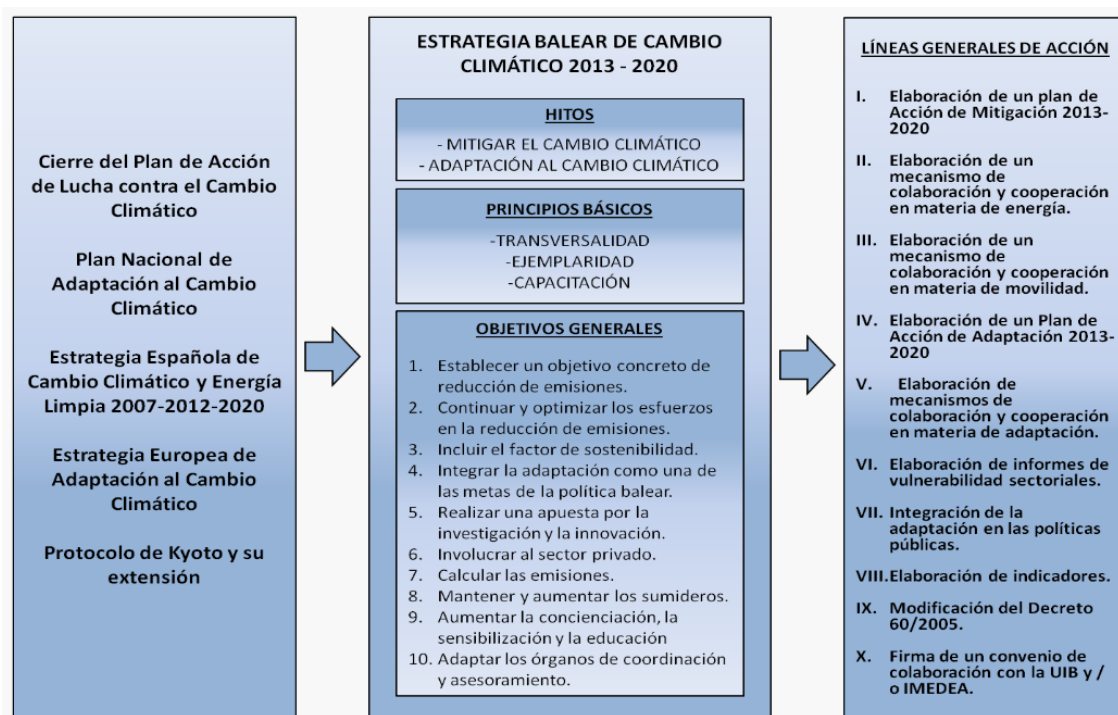


► Plan de Mitigación de Baleares al Cambio Climático 2013-2020

El Plan de Acción de Mitigación contra el Cambio Climático en las Illes Balears 2013-2020 fue aprobado por la Comisión Interdepartamental sobre Cambio Climático el 9 de abril de 2014. Es la primera acción que marca la Estrategia balear contra el cambio climático 2013-2020. El Plan establece medidas concretas y medibles con una repercusión directa sobre las emisiones GEI. Define cada medida por sector, indicando la acción, el indicador de medida, el responsable de su implantación, el cronograma, las variables de sostenibilidad (económica, ambiental y social) y el presupuesto necesario. A nivel sectorial aborda tanto los sectores ETS (actividades sometidas al comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en las Illes Balears) como los difusos y las medidas están encaminadas a reducir las emisiones tanto del productor como del consumidor.

► Estrategia Balear de Cambio Climático

La Estrategia Balear del Cambio Climático 2013-2020 fue aprobada por la Comisión Interdepartamental sobre el Cambio Climático el 8 de abril de 2013. A pesar de que continúa vigente, la mayor parte de sus acciones han sido revisadas por la citada Ley 10/2019. La Estrategia se redacta con el fin de plasmar los objetivos y las actuaciones necesarias para conseguir reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (emisiones GEI) y adaptar las islas a los efectos provocados por el cambio climático.



Los impactos esperables del Cambio Climático para las Baleares son similares a los del resto de regiones mediterráneas, intensificados por su insularidad. Entre ellos cabe destacar:

- Pérdida general de biodiversidad por los efectos y acumulación de diferentes fenómenos como sequías, incendios, cambios fenológicos, etc.
- Disminución general de los recursos hídricos por aumento de evapotranspiración, de periodos de sequía y aumento de la intrusión salina.
- El aumento de CO₂ y la acidificación del océano, si bien no es un aspecto relevante en este marco.
- El aumento del nivel del mar, el oleaje extremo y los eventos de precipitación intensa podrían incrementar el riesgo de inundaciones, crecidas en barrancos y de deslizamientos de laderas. Este aspecto debe estar presente en el mayor esfuerzo en la restauración de los terrenos afectados por los trabajos, de forma que se no se acrecienten los fenómenos erosivos.
- El aumento de fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones o temporales, precipitaciones más intensas, podría acentuar la vulnerabilidad de las infraestructuras, en particular, las infraestructuras energéticas, de transporte y de comunicaciones.

- Estos efectos provocarán también impactos en los sistemas naturales, afectando tanto a la fauna como a la flora, tanto terrestre como marina o de agua dulce. En este sentido, existen especies que no están adaptadas a estas nuevas temperaturas y disponibilidad de recursos hídricos, y también serán más vulnerables a patógenos e incendios más frecuentes. Algunas especies endémicas especialmente amenazadas pueden desaparecer. Y la capacidad del conjunto de los ecosistemas de almacenamiento-mar carbono también se reducirá. Un ejemplo paradigmático de esto es la *posidonia oceánica*, amenazada tanto por la contaminación como por el calentamiento del mar y que podría desaparecer en los próximos 60 años. Recordemos que la posidonia supone el sumidero de carbono más importante de las Islas Baleares, además de jugar un rol esencial en la regeneración y protección de las playas³.

³ Informe 2021-2022 del Comité de Expertos para la transición ecológica y el cambio climático de las Islas Baleares.

3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y PRINCIPALES FUENTES DE INFORMACIÓN

El órgano de referencia a nivel global encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), adscrito a las Naciones Unidas. Fue establecido en 1988 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para facilitar a los dirigentes políticos evaluaciones científicas periódicas del cambio climático, sus implicaciones y riesgos, y para proponer metodologías y estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático. El IPCC se organiza en tres grupos de trabajo: el Grupo de Trabajo I, es responsable de aportar las *bases físicas del cambio climático*⁴; el Grupo de Trabajo II, se encarga del *impacto, la adaptación y la vulnerabilidad*; y el Grupo de Trabajo III, está a cargo de la *mitigación del cambio climático*.

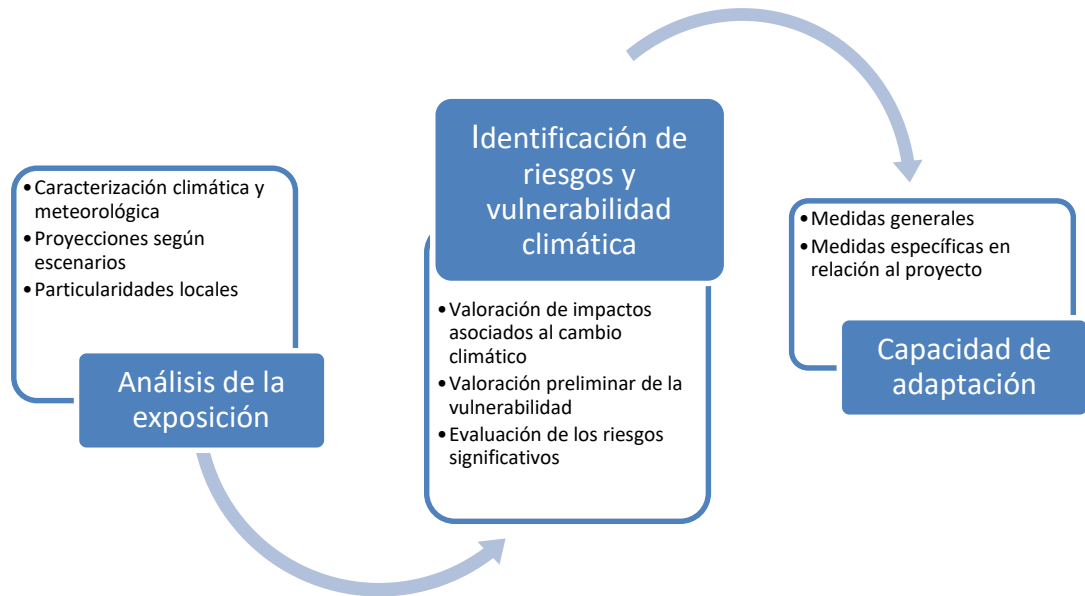
Para la elaboración de este documento se han utilizado los diferentes informes emitidos por este órgano, que han sido asumidos, utilizados en su aplicación a modelos nacionales o regionales y divulgados por las diferentes administraciones competentes, en nuestro caso, el Ministerio para la Transición y el Reto Demográfico (MITERD)⁵ y en concreto la Oficina Española de cambio Climático (OECC) y distintos organismos de rango autonómico.

- ▶ De esta manera, para la redacción de este informe se ha contrastado la aplicación de la *metodología de evaluación del riesgo del cambio climático* (difundida como CCRA, acrónimo del inglés *Climate Change Risk Assessment*) elaborada desde el IPCC en diferentes estudios y contextos, adaptándola y simplificándola para su mejor interpretación en el caso de un EIA de unas instalaciones como las que son objeto del presente caso.

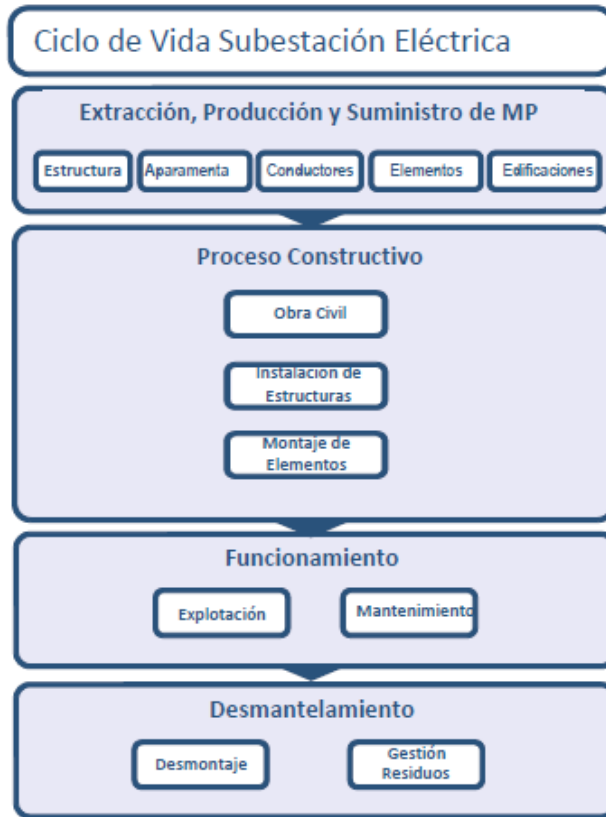
Los conceptos clave y su secuencia de aplicación se describen a continuación de una manera sintética y gráfica:

⁴ "Cambio Climático: Bases Físicas (Guía Resumida del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo I)". Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático, Ed. MITERD, Nov. 2021.

⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/default.aspx>



- ▶ En lo que se refiere específicamente al cálculo de la huella de carbono para el proyecto, su metodología de cálculo está basada en el Análisis del Ciclo de Vida de las instalaciones y la aplicación de factores de emisión que tienen en cuenta tanto la tecnología utilizada como las diferentes fases de construcción-explotación y desmantelamiento de las instalaciones a partir de un análisis exhaustivo de bibliografía contrastada sobre la materia para el caso de la ampliación de la subestación Mercadal y el cable subterráneo. Se describe con detalle en el capítulo correspondiente (cap. 6), así como en la identificación de efectos incluida en la memoria del presente EsIA. En relación a las baterías, principal elemento del proyecto con capacidad de generar emisiones GEI, concentradas en su fase explotación, no se tiene en este momento certidumbre sobre cuestiones básicas para una estimación fiable de su huella de carbono, como la tipología de las mismas o su modo de operación, por lo que no se ha procedido a su cálculo.

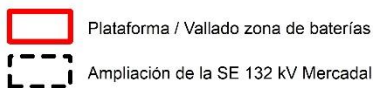
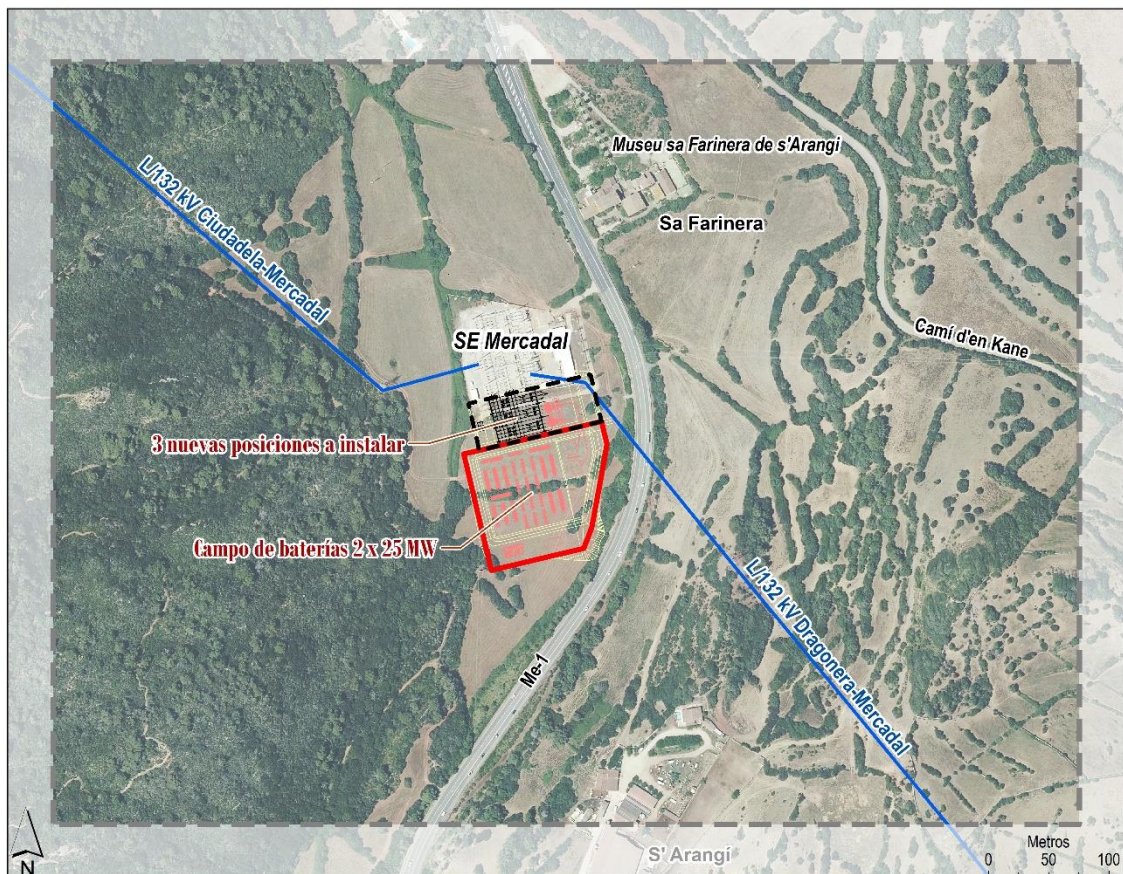


4 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las instalaciones objeto de este anexo y del EsIA se corresponden con:

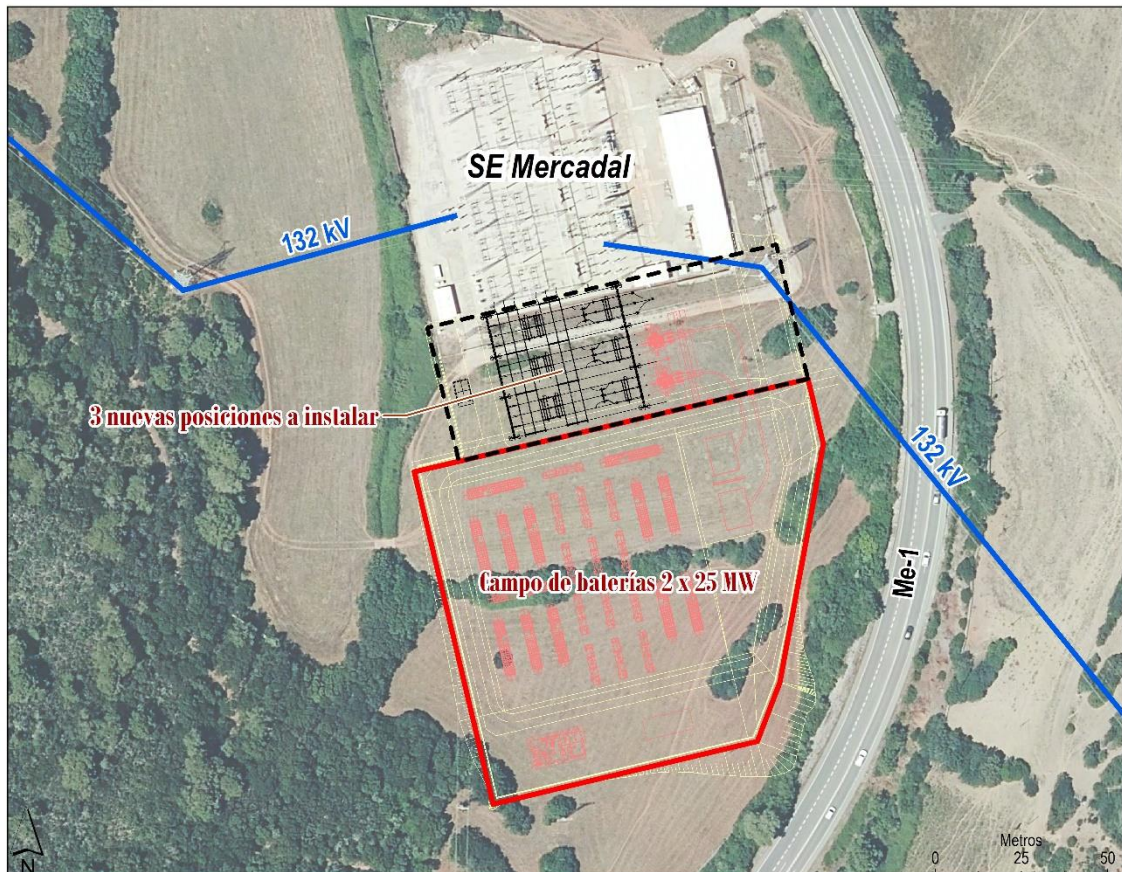
- Planta de baterías de 50 MW (2 x 25) y 37,5 MWh de capacidad (2x17,5).
- Ampliación de la SE Mercadal 132 kV con tres nuevas posiciones de interruptor AIS a instalar, dos para acoger la conexión de la citada batería y otra para acoger el acceso a un nuevo agente.

Instalaciones proyectadas



El sistema de baterías se ubicará en el municipio de Es Mercadal y concretamente se implantará contigua a la subestación Mercadal 132 kV, con la cual compartirá vallado en la zona anexa a la misma.

Implantación del sistema de baterías contiguo a la actual SE San Antonio 66 kV



La plataforma de implantación de las baterías tendrá una disposición aproximadamente rectangular al S de la subestación, alcanzando una superficie de ocupación de 10.200 m². La ampliación de la SE Mercadal también supone nueva ocupación de suelo, en un total de 4.200 m², lo cual supone una superficie conjunta de todo el proyecto de 14.400 m². El acceso a la instalación de baterías se llevará a cabo desde el acceso a la propia subestación actual y su futura ampliación.

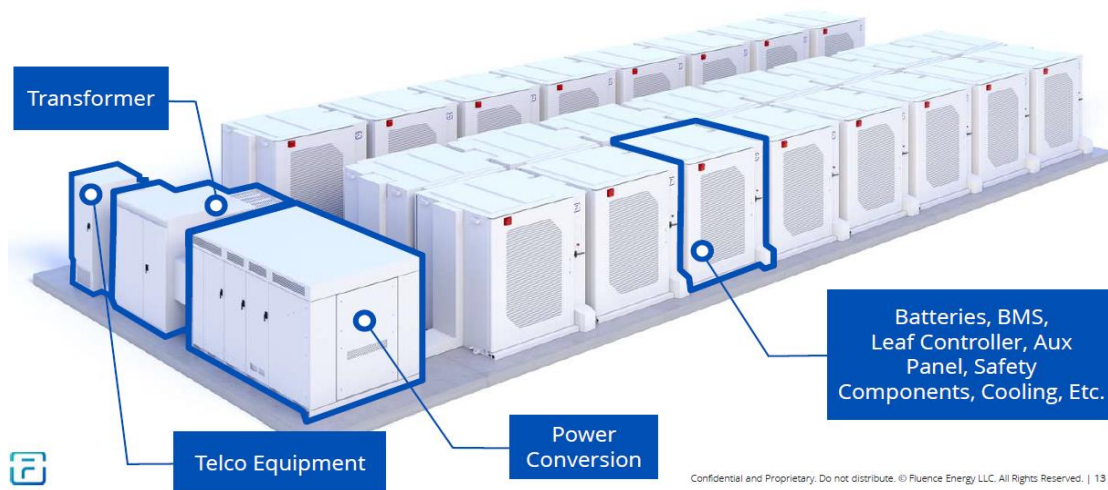
La instalación en la nueva plataforma en el campo de baterías estará compuesta básicamente de los módulos de baterías y dos centros de transformación en la zona más cercana a la SE actual Mercadal 132 kV desde los que partirán en soterrado y siempre bajo terrenos de la plataforma futura, las dos líneas de conexión hasta las dos nuevas posiciones de línea en la SE Mercadal 132 kV. Además, se implantará una sala de control de 15 x 7 m.

La ampliación de la subestación Mercadal 132 kV consistirá en el equipamiento de la misma con tres nuevas posiciones de interruptor a instalar con tecnología AIS. Dos de estas posiciones corresponden a las conexiones con las dos nuevas baterías (2x25 MW), mientras que la tercera se instala para acoger un nuevo agente.

4.1.1 Descripción de la instalación

La instalación básica de almacenamiento en baterías (BESS o *Battery Energy Storage Systems*) consta de dos tipos de elementos, las baterías con sus sistemas de control y seguridad y los módulos que alimentan las baterías de electricidad y las comunican con el sistema de operación (inversor, transformador y telecomunicaciones).

Ejemplo de instalación de Fluence con inversor y transformador externos al módulo de baterías y compartidos por varios de ellos

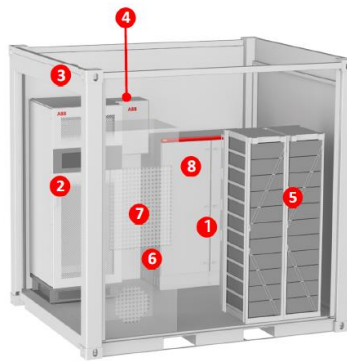


La modularidad de estas instalaciones facilita su ampliación, de manera que, a la hora de elegir un emplazamiento, hay que prever la posibilidad de que se amplíe en el futuro, y por tanto se reduzcan las distancias a elementos sensibles del territorio, o sea necesario ocupar áreas del territorio menos favorables.

Instalación con contenedores separados para (de izquierda a derecha) baterías, inversores,
centros de transformación y sistema de gestión



Ejemplo de módulo de almacenamiento de eStorage- Flex 10 de ABB



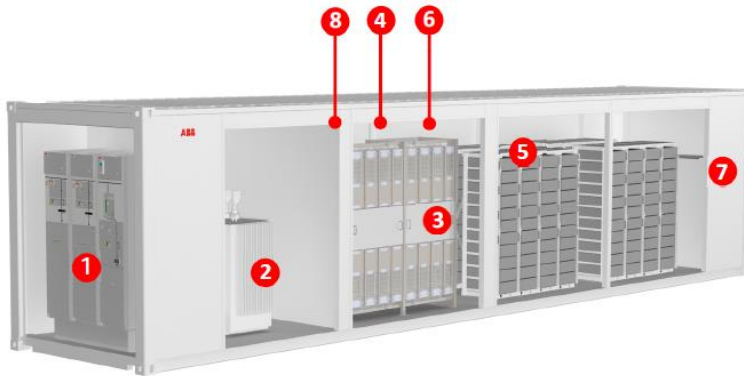
Integrated Equipment

- 1 AC switchgear
- 2 Coupling transformer
- 3 Inverter
- 4 DC switchgear
- 5 Battery Modules + BMS
- 6 Fire suppression system
- 7 HVAC
- 8 eStorage OS

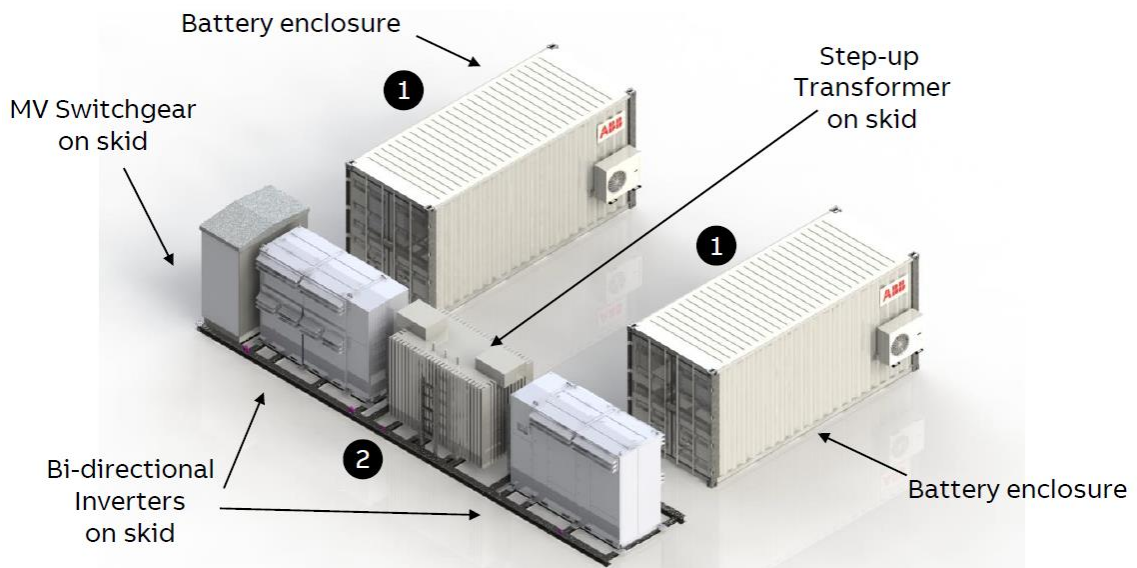
Ejemplo de módulo de almacenamiento de eStorage Flex-40 de ABB



Integrated Equipment



- 1 AC switchgear
- 2 Coupling transformer
- 3 Inverter
- 4 DC switchgear
- 5 Battery Modules + BMS
- 6 Fire suppression system
- 7 HVAC
- 8 eStorage OS



4.1.1.1 Necesidades de superficie

Será necesario ocupar aproximadamente 10.200 m² para la instalación de una batería de 50 MW y 37,5 MWh. Asimismo, será necesario ampliar la superficie de la subestación asociada, en este caso la SE Mercadal, con una nueva ocupación de suelo de alrededor de 4.200 m². Atendiendo a lo expuesto en los planos del proyecto, en conjunto ambos proyectos ocupan una superficie aproximada de 14.400 m².

Las dimensiones representativas de los componentes son las siguientes:

- Cubo Fluence (ejemplo de fabricante): 2,549 m x 2,578 m y 2,257 m de alto (6,6 m²).
- Contenedor marítimo 20 pies: 5,89 m x 2,34 m y 2,28 m de alto (13,5 m²).
- Contenedor marítimo 40 pies: 12,19 m x 2,44 m y 2,29 m de alto (29,7 m²).
- Armario telecomunicaciones: 0,78 m² por 2,5 m altura.
- Bloque de inversor y transformador :11,85 x 2,15 x 2,57 m de altura (25,5 m²).

5 LA CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO: LA HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO

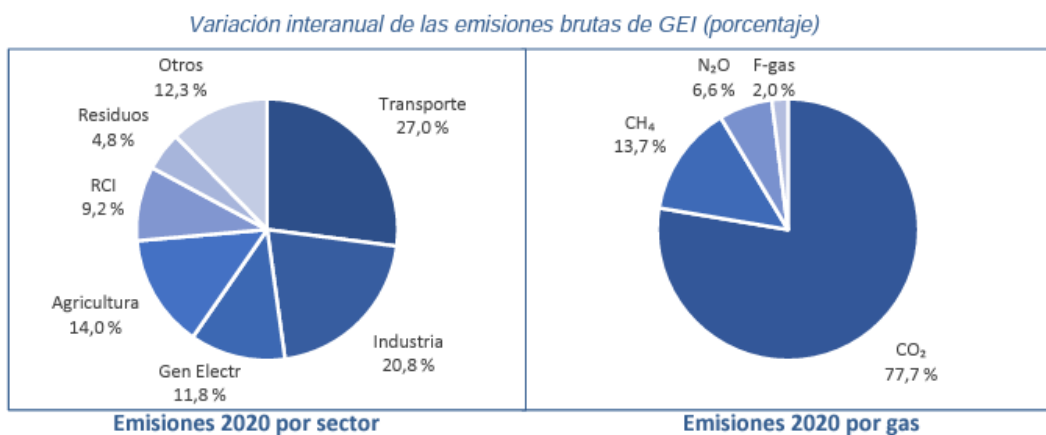
5.1 DESCRIPCIÓN

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra, debida tanto a causas naturales como a la acción humana. El hombre puede haber influido de forma directa sobre el cambio climático, principalmente desde el inicio de la era industrial, con la emisión masiva de los denominados gases de efecto invernadero (GEI).

El cambio climático es considerado actualmente desde instancias internacionales como uno de los mayores problemas de alcance global, tanto por sus causas como por sus efectos, cuya amenaza ha de ser combatida con carácter urgente desde las políticas públicas y el sector privado y requiere de una respuesta multilateral basada en la colaboración de todos los países.

En España el sector que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero es el *Transporte* (en torno al 27%), seguido por la *Industria* (20,8%). Por su parte, el sector de *Generación de energía eléctrica* es responsable del 11,8% del total, que junto con la *Agricultura* (14%) conforman los cuatro grandes grupos de sectores emisores.

Contribución de distintos sectores y gases a las emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la atmósfera (1990-2020). Informe resumen, MITERD, 2022

Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector eléctrico se deben, fundamentalmente, a la quema de combustibles fósiles en las centrales térmicas para la generación de energía. Las centrales nucleares y aquellas que utilizan fuentes de energía renovables no emiten gases de efecto invernadero durante su funcionamiento, y aunque generan emisiones durante las operaciones de construcción, mantenimiento, desmantelamiento y gestión de residuos, tienen efectos muy reducidos sobre el cambio climático global.

Matriz de los principales efectos potenciales del Plan de Desarrollo de la Red de Transporte

Componente ambiental	Efecto potencial	Fase ¹	Escala	Nuevas subestaciones	Nuevas líneas aéreas	Nuevas líneas soterradas	Nuevos cables submarinos	
Medio físico	Clima	Emisión de gases de efecto invernadero	C, F	Global	●	●	●	●●
		Mitigación del cambio climático	F	Global	●●●	●●●	●●●	●●●
	Atmósfera	Alteración de la calidad atmosférica	C, F	Local	●	●	●	●
		Creación de campos electromagnéticos	F	Local	●	●	●	●
	Morfología terrestre y marina, suelos y fondo marino	Alteraciones topográficas	C, F	Local	●	●	●	●
		Ocupación, compactación y alteración del suelo o del fondo marino	C, F	Regional	●	●	●	●
		Potenciación de riesgos naturales	C, F	Local	●	●	●	●
Aguas	Afección a cauces	C, F	Regional	●	●	●	●	
	Alteraciones fisicoquímicas	C, F	Regional	●	●	●	●	
Medio biótico	Flora	Alteración de las formaciones vegetales	C, F	Local	●	●●	●●●	●
		Potenciación del riesgo de incendios	C, F	Regional	●	●	●	●
	Fauna	Efectos directos sobre fauna (terrestre)	C, F	Regional	●	●●●	●●	●
		Pérdida de hábitats (terrestres y marinos)	C, F	Regional	●	●	●	●
	Biota marina	Perturbaciones y molestias a fauna (y a la biota marina)	C, F	Regional	●	●	●	●●
		Alteración de las formaciones bentónicas	C, F	Local	●	●	●	●●●
Medio socioeconómico	Población	Afección a salud humana	C, F	Local	●	●	●	●
		Perturbaciones y molestias a población	C, F	Local	●	●	●	●
	Actividades económicas	Creación de empleo	C, F	Local	●	●	●	●
		Incidencia sobre las actividades económicas	C, F	Regional	●	●	●	●
		Afección a infraestructuras	C, F	Local	●	●	●	●
Paisaje y territorio	Paisaje	Intrusión visual	C, F	Regional	●●	●●	●	●
		Alteración del patrimonio cultural	C	Local	●	●	●	●
	Patrimonio cultural	Afección de espacios naturales protegidos	C, F	Regional	●●	●●●	●●●	●●●
		Afección a especies protegidas	C, F	Global	●●	●●	●●	●●
	Territorio	Cambio de modelo territorial (integración renovable)	F	Regional	●●●	●●	●●	●●
		Cambio de modelo territorial (concentración de renovables en nodos de la red)	F	Regional	●●●	●	●	●
		Cambio de modelo territorial (mejor suministro eléctrico)	F	Regional	●	●	●	●●●
		Cambio de modelo territorial (diversificación económica)	F	Regional	●●	●	●	●●
Cambio de modelo territorial (limitación a desarrollos y usos)		F	Regional	●	●	●	●●	
Transformación de la percepción del territorio		F	Regional	●	●	●	●	

Fuente: Elaboración propia a partir de varias fuentes, 2021.

¹ Acrónimos: C, fase de construcción; F, fase de funcionamiento. El desmantelamiento se considera similar al efecto de la construcción.

Fuente: Estudio Ambiental Estratégico de la Planificación de la Red de Transporte 2021-2026

Del cuadro adjunto se concluye que el desarrollo de la red de transporte de electricidad no presenta una incidencia significativa sobre las emisiones GEI, a excepción de la debida a las subestaciones eléctricas por fugas de SF₆, si bien esta es de baja entidad. En sentido contrario, se “destacan sus efectos ambientales positivos respecto a la situación actual, que se centran

principalmente en la reducción de emisiones GEI y GAEPO (gases acidificantes, eutrofizantes y precursores de ozono troposférico) debido a la mayor posibilidad de integración de energía procedente de fuentes renovables, así como a la disminución de las pérdidas en transporte por la mejora de la eficiencia de la red que introduce en el sistema el desarrollo de la planificación”.

Los gases que contribuyen al cambio climático son aquellos constituyentes de la atmósfera, tanto de origen natural como antropogénico, que tienden a retener parte de la energía en forma de calor que irradia la superficie de la Tierra. Esto provoca el calentamiento de la parte baja de la atmósfera, generando el denominado “efecto invernadero”. El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂), metano (CH₄) y ozono (O₃) son los principales GEI presentes de forma natural en la atmósfera, a los que se suman otros de origen humano, tales como los hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992) describe el cambio climático como un “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Esta variabilidad en el clima puede desembocar en importantes impactos sobre el medio físico y natural, siendo los más notables el aumento de las temperaturas y la subida del nivel del mar. Según el informe “Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático”⁶, los principales efectos ambientales del cambio climático son:

- Alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres
- Alteración y/o desaparición de ecosistemas acuáticos continentales
- Afección sobre ecosistemas marinos y el sector pesquero
- Pérdida de biodiversidad florística y faunística
- Merma de recursos hídricos
- Afección sobre recursos edáficos (erosión, desertificación, pérdida fertilidad)
- Pérdidas en los sectores forestal y agrario (plagas y enfermedades)
- Subida del nivel del mar
- Riesgos naturales de origen climático (crecidas fluviales, inestabilidad de laderas, incendios forestales)

⁶http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/evaluacion_preliminar_impactos_completo_2_tcm7-12439.pdf. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla La Mancha, 2005

Como se ha citado, las emisiones de GEI procedentes del sector eléctrico se atribuyen fundamentalmente a la generación de energía a partir de combustibles fósiles, por lo que su estimación (que se encuentra fuera del objeto de este análisis) depende directamente de la proporción en que participan las distintas tecnologías en la generación eléctrica nacional.

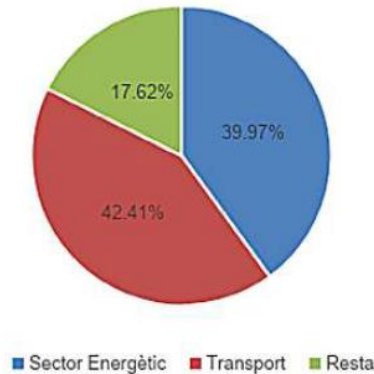
Por lo que respecta a las instalaciones de transporte de electricidad, las emisiones (correspondientes a sus fases de construcción y funcionamiento) son comparativamente muy inferiores a las del conjunto del sector. Las emisiones en fase de construcción se deben a la fabricación (suministro de materiales) y transporte de los distintos componentes necesarios, mientras que en fase de funcionamiento de las instalaciones las más significativas son las derivadas del uso de gas SF₆ (hexafluoruro de azufre) en las subestaciones. Dicho gas tiene unas excelentes propiedades para su uso en la extinción del arco eléctrico y como material aislante. Está presente principalmente en los interruptores y en las subestaciones blindadas o GIS (subestaciones aisladas en SF₆).

5.2 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO

La correcta valoración del efecto de contribución al cambio climático por el proyecto que nos ocupa ha de tener un enfoque necesariamente global que considere las distintas fases de su ciclo de vida (calculando las emisiones en cada fase). Por otro lado, además hay que tener en cuenta la finalidad de la instalación proyectada: además de la mejora de las condiciones de fiabilidad y seguridad de suministro eléctrico en la zona en caso de necesidad por contingencia, la función de estos equipos es permitir la optimización de la red de transporte eléctrico existente y la futura con los nuevos enlaces previstos en la *interconexión Península-Baleares*, lo que *favorecerá, la integración masiva de generación renovable y la sustitución paulatina de la generación síncrona actual basada en combustibles fósiles* (una de las principales fuentes emisora de gases GEI en las islas Baleares).

Distribución de fuentes emisoras de GEI en las islas Baleares

Emissions de CO2eq per activitat - 2019

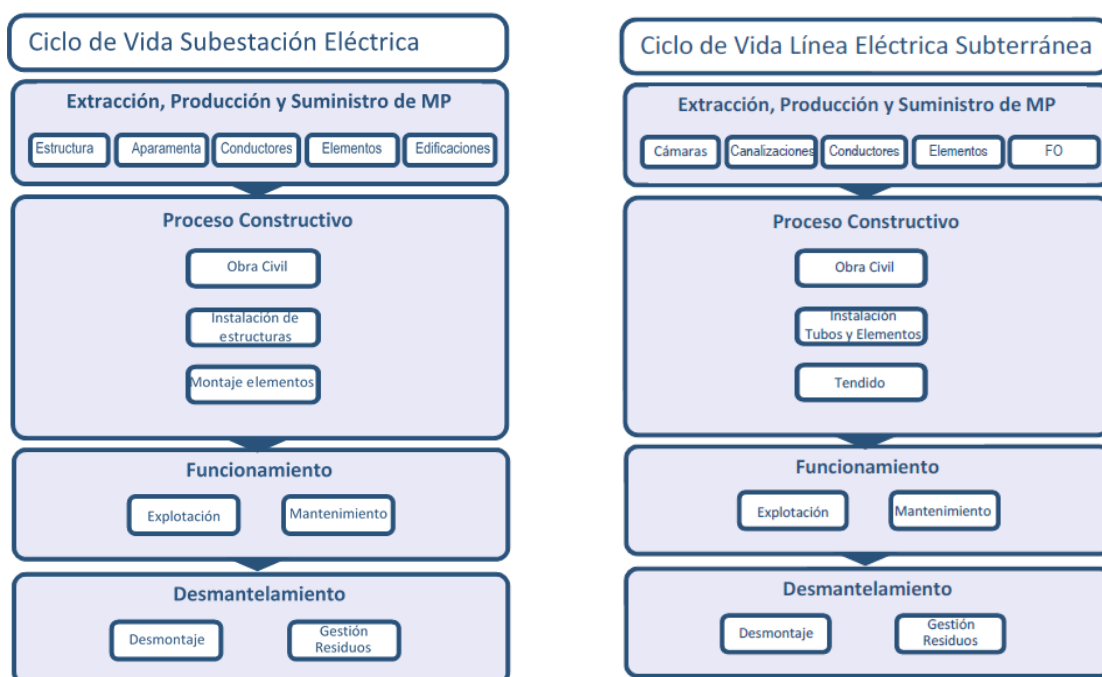


Debido a su complejidad, no se ha llevado a cabo una estimación cuantitativa del ahorro de emisiones GEI debido a estos factores, lo que ofrecería una visión de conjunto más acertada del balance global de la intervención, pero su consideración es fundamental para una adecuada interpretación del impacto del proyecto sobre el cambio climático a lo largo de su ciclo de vida.

El cálculo de la “huella de carbono” es una herramienta de la que disponen las organizaciones para poder valorar el impacto total que su actividad tiene sobre el clima, en referencia a las emisiones de GEI. Se incluyen en su cálculo la cantidad total de estas emisiones causadas de manera directa o indirecta por:

- Un producto / servicio a lo largo del ciclo de vida del mismo (apoyado en la metodología de análisis del ciclo de vida), como es el caso que nos ocupa.
- Una organización durante un periodo de tiempo dado (generalmente un año)
- Un evento o un individuo

El análisis de ciclo de vida (ACV) de un producto considera todas las etapas de la vida del mismo, desde la extracción y adquisición de la materia prima hasta su disposición final, pasando por la generación de energía, producción de materiales, transporte, fabricación, utilización y tratamiento al final de su vida útil. En el caso de una línea eléctrica / subestación, las etapas y actividades consideradas en el cálculo de la huella de carbono durante su ciclo de vida se esquematizan en las figuras siguientes.



La metodología adoptada por RED ELÉCTRICA para el análisis de ciclo de vida de una línea eléctrica aérea y de Subestaciones está basada en los criterios establecidos en la norma ISO 14044, considerando las siguientes etapas, procesos y actividades unitarios:

- ▶ Suministro de elementos y materiales: esta etapa contempla los procesos de fabricación y suministro de los apoyos, conductores, anclajes y otros elementos de la línea como los herrajes (cadenas, grapas, aisladores...), o la fibra óptica y los dispositivos salvapájaros. Así como de conductores, estructuras, apartamenta, edificaciones, proyecciones y otros elementos, en el caso de la subestación.
- ▶ Construcción de la línea aérea/SE: incluye el transporte de los materiales y elementos a obra, los movimientos de maquinaria para la apertura de accesos y obra civil, el armado e izado, así como el tendido y apertura de calles de seguridad, así como de la instalación de estructuras, apartamenta, conductores, equipos y elementos y edificaciones de la subestación. En esta etapa también se contemplan los desplazamientos de personal para la dirección y control de los distintos aspectos de la obra, así como la gestión de los residuos generados.
- ▶ Explotación: en esta etapa se incluyen los procesos y actividades relativos a la inspección y mantenimiento de las instalaciones, así como el mantenimiento de las calles de seguridad y los consumos energéticos característicos de la etapa de explotación, en el caso de la

subestación. Los aspectos relativos al transporte de electricidad (balance eléctrico) no se han considerado en esta fase del proyecto.

- ▶ Desmantelamiento: en esta etapa las actividades se corresponden con las de un proceso constructivo inverso, utilizándose el mismo tipo de maquinaria, y considerando la gestión de los residuos generados en el desmantelamiento.

La metodología se fundamenta en la descomposición de cada etapa del ciclo de vida en procesos y actividades individuales. Para cada actividad se calculan las emisiones asociadas a cada *input* a partir de los datos de actividad y los factores de emisión (FE):

$$GEI_{\text{actividad}} = \sum \text{Datos Actividad}_{\text{input}} \times FE_{\text{input}}$$

El modelo de cálculo teórico de la huella de carbono desarrollado por RED ELÉCTRICA aplica esta metodología para la estimación de la huella de carbono teórica de las instalaciones, utilizando los datos del proyecto. Esta huella se calcula, por tanto, por agregación de las emisiones GEI de todas las actividades. En relación con este cálculo hay que tener en cuenta lo siguiente:

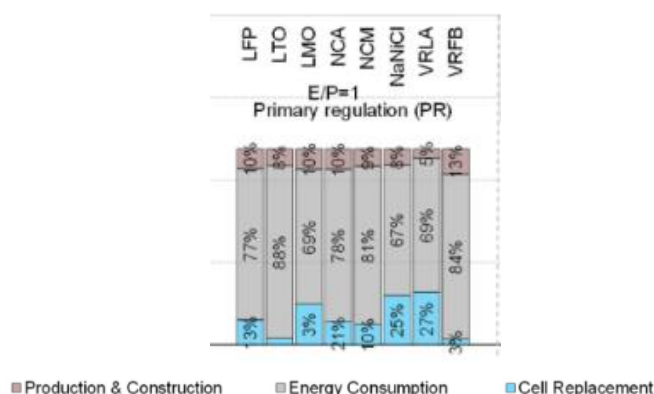
- ▶ En cada actividad individual se consideran todos los *inputs* relevantes en la generación directa o indirecta de emisiones GEI, tales como el consumo de combustibles, electricidad, calor, la incorporación de materiales y productos, el transporte, los desplazamientos de personal, o la creación o remoción de sumideros GEI. Los datos de actividad para cada *input* del modelo se obtienen del proyecto de ejecución de la línea y aplicando estándares típicos de rendimiento basados en valores históricos de proyectos anteriores de RED ELÉCTRICA.
- ▶ Los factores de emisión del modelo teórico para cada *input* se obtienen a partir de fuentes de referencia, como las bases de datos Ecoinvent, y organismos de referencia como IPCC y GHG Protocol, identificando en cada caso la trazabilidad a la fuente.
- ▶ Para evitar una complejidad excesiva del modelo de cálculo, se establece un valor de corte para considerar únicamente los *inputs* que en cada actividad contribuyen de forma relevante a las emisiones GEI, hasta alcanzar el 98% de las mismas.
- ▶ Debido a la singularidad de las instalaciones proyectadas (baterías), REE no ha desarrollado una herramienta de cálculo para este tipo de proyectos, por lo que los cálculos ofrecidos son *estimaciones de las emisiones de la línea soterrada y la aplicación de la subestación Mercadal* llevadas a cabo a partir de otros proyectos, así como en base a lo establecido en

los datos de Factores de Emisión Unitarios (FEU) recogidos en la evaluación ambiental estratégica de la planificación eléctrica 2021-2026⁷.

► Además, debido a la elevada incertidumbre en los factores que componen el escenario de emisiones a lo largo del Ciclo de Vida de las baterías no se pueden llevar a cabo estimaciones que cuenten un umbral mínimo de fiabilidad, ya que:

- En este momento no se conocen las características concretas de las nuevas instalaciones ya que, dependiendo del fabricante, la solución finalmente adoptada puede ser muy variada (incluyendo la tipología, tecnología, suministro de materiales, eficiencia, etc.)
- También se desconocen los tiempos de reposición y re-emplazo de elementos y de la propia batería, lo cual es fundamental en los cálculos referidos al ACV.
- Por último, los rendimientos en los ciclos de carga y descarga de las baterías pueden tener un peso importante en los resultados finales de la huella de carbono y es también un parámetro incierto en esta fase del proyecto.
- En cualquier caso, como se describe en el apartado descriptivo de los impactos durante la fase de funcionamiento, en sentido contrario a las otras instalaciones del proyecto, *el mayor volumen de emisiones de las baterías se produce en su fase de explotación (77%), estando asociada a la fase de producción y construcción en torno al 10% de sus aportaciones a la huella de carbono de todo su ciclo de vida (entre el 5 y el 13%, según tipología).*

Contribución por fases del ACV a la huella de carbono de diferentes tipos de batería



⁷ Véase Anexo III del Estudio Ambiental Estratégico del Plan de Desarrollo de la Planificación eléctrica 2021-2026: “Estimación de la huella de carbono de las actuaciones previstas en la EAE 2021-2026. Metodología de cálculo de la huella de carbono”

Fuente: M. Baumann, J.F. Peters, M. Weil, A. Grunwald, CO2 footprint and life-cycle costs of electrochemical energy storage for stationary grid applications, Energy Technol. 5. (2017) 1071–1083, <https://doi.org/10.1002/ente.201600622>

En la tabla siguiente se recoge una estimación de los resultados del cálculo de la huella de carbono con las citadas herramientas de cálculo de REE para el ACV de la línea subterránea L/132 kV y para la ampliación de la SE 132 kV Mercadal (3 nuevas posiciones). Se ofrece el desglose por fases de cada uno de los proyectos.

Tabla-resumen de emisiones por fase del ciclo de vida de las instalaciones (tCO_{2eq})

Actuación	Ud	tCO _{2eq} FEU	tCO _{2eq} Sumin	tCO _{2eq} Cont.	tCO _{2eq} Explot.	tCO _{2eq} Desmant.	Total unidades	tCO _{2eq} Total
Línea Subterránea 132	km	237	27,03	6,77	0,00	-10,10	0,1 km	23,7
Subestación 132 convencional	pos	1.712	3.696	557,5	1.368	-485,5	3 pos	5.136
Subtotal			3.723,03	564,27	1.368	-495,6	-	5.160
Contribución por fase (%)			72,15	10,94	26,51	-9,60	-	

A partir de los resultados de este cálculo, podemos concluir que una aproximación al balance de emisiones de gases **GEI asociadas al Ciclo de Vida** del Proyecto (excluidas las baterías, como se ha citado) arroja el dato total de **5.160 tCO_{2eq}**, de las cuales, son debidas al *suministro de materiales y tareas constructivas del proyecto* **4.287,3 tCO_{2eq}**. Por lo que el dato global de emisiones GEI debidas a la fase construcción del proyecto representa su mayor contribución (alcanzando un 83% del volumen global a lo largo de todo el ciclo de vida, y un 92% si no se considerase el ahorro de emisiones que introduce el reciclaje de materiales en la fase de desmantelamiento).

Como puede observarse, la fracción mayoritaria de las emisiones de gases GEI se concentra en la fase de suministro de materiales (con cerca del 72% en el cómputo global), mientras que destaca en un segundo lugar la fase de explotación (26,5%), debido básicamente a la aportación de las nuevas posiciones de la subestación por la utilización del SF₆, mientras que las tareas constructivas en sí (sin considerar el suministro) representan una fracción minoritaria del volumen global (10%). Por último, a la fase de desmantelamiento se asocia un balance negativo de emisiones (-495,6 tCO_{2eq}, en torno al -9,6% del total) debido al reciclado de diversos materiales (aluminio, acero y cobre) de las instalaciones.

La construcción de cualquier instalación o infraestructura lleva aparejadas emisiones de GEI debidas tanto al suministro de materiales empleados como a las propias labores de construcción. La emisión de GEI debidas a la construcción de este proyecto (para un periodo de 40 años) se ha estimado cuantitativamente en **4.287,3 tCO_{2eq}**. Si bien se trata de una cifra poco importante,

cabe recordar que habría que sumarle las aportaciones de las baterías, cuya estimación es todavía inviable en esta fase de proyecto. Aun así, en este balance global habrían de incluirse los ahorros debidos a la integración de fuentes energéticas renovables y al ahorro de emisiones por la sustitución de combustibles fósiles, que no se han contemplado en esta herramienta de cálculo pero efectivamente reflejan el balance global de la intervención a lo largo de su ciclo de vida.

5.3 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Como ya se ha señalado e incluido en la memoria del Estudio de Impacto Ambiental, son medidas que disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase de construcción, y por lo tanto la huella de carbono del proyecto y su incidencia sobre el cambio climático, las siguientes:

- ▶ Las medidas preventivas en la fase de diseño y construcción para minimizar los movimientos de tierra y las afecciones sobre la vegetación y cultivos, principalmente arbórea.
- ▶ La opción por el máximo aprovechamiento de los materiales extraídos para los rellenos bajo el criterio de proximidad y la minimización del transporte necesario para su reutilización o destino final, en su caso.
- ▶ La priorización en la elección de proveedores locales para minimizar el transporte de materiales y otros.
- ▶ Las celdas con SF₆ de la subestación están diseñadas para funcionar sin mantenimiento durante toda su vida útil, por lo que al evitarse su manipulación no se dan las operaciones en las que típicamente se producen pérdidas del gas.
- ▶ Las celdas de la de la subestación cuentan con manómetros que indican la presión de SF₆ y son revisados periódicamente para detectar posibles fugas.

6 ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN

6.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y METEOROLÓGICA

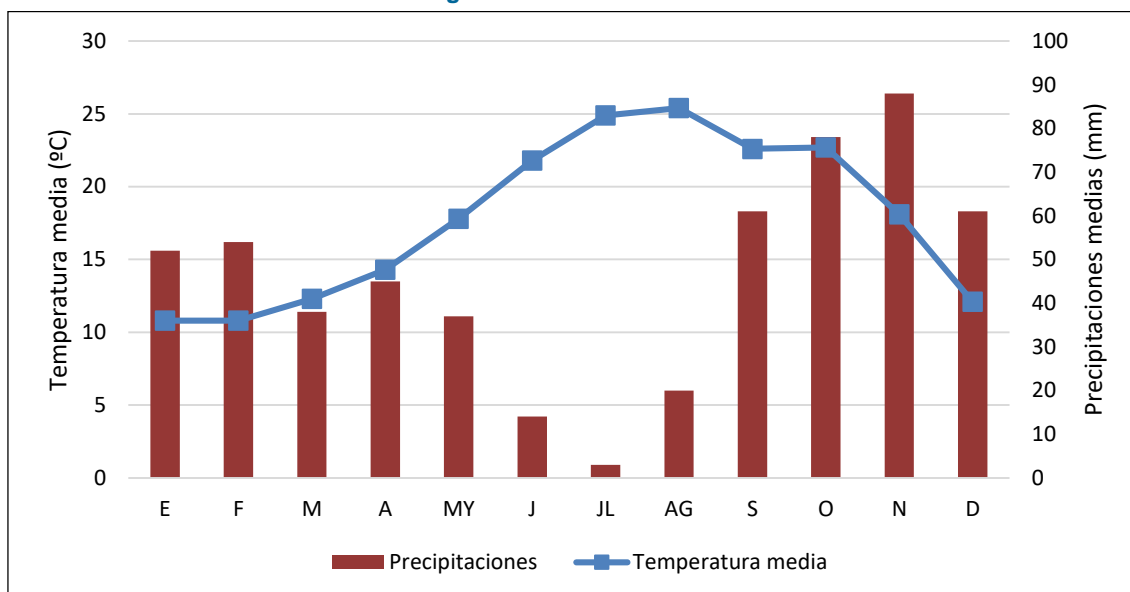
Encuadre climático general

Las Islas Baleares gozan de un clima de tipo mediterráneo, matizado y diversificado por efectos de tipo regional y local. Climas mediterráneos son, en este sentido, lo mismo que climas “Cs” en la clasificación de Köppen, es decir, climas templados, no áridos, con verano seco. El régimen normal anual de precipitaciones confirma la existencia de un período estival seco, con prácticamente ausencia de lluvias desde mediados de junio a finales de agosto. Las lluvias invernales, en cambio, aparecen como irregulares. Existe, además, una acusada variabilidad climática anual e interanual.

El ámbito detalle de ubicación del proyecto se ubica en un fondo de valle llano, cuya altitud media es de alrededor de 90 m.s.n.m. Por este motivo, y dado que el Aeropuerto de Menorca se encuentra cerca, a aproximadamente unos 16 km, y a la misma altitud, es posible trasladar los datos climáticos de su estación meteorológica a la zona de estudio. Así, y atendiendo a los datos publicados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)⁸, el climograma del ámbito de estudio sería:

⁸ La AEMET publica en su página web estadísticos básicos climatológicos del período 1981-2010 de un conjunto de observatorios del territorio español (www.aemet.es).

Climograma del ámbito de estudio



Respecto a la temperatura media anual esta es de 17,8°C. La diferencia entre el mes más cálido, agosto (25,4°C) y el mes más frío, enero (10,8°C) es de 14,6°C, valor elevado si se compara con islas oceánicas como Canarias, donde la amplitud térmica es menor. Esta mayor amplitud térmica de las Islas Baleares es un rasgo generalizado de toda la cuenca mediterránea y en parte se explica por la mayor variación anual de la temperatura del Mar Mediterráneo con respecto a la que presenta el Atlántico. En general se puede decir que el invierno en la isla de Menorca es suave, dado que las temperaturas medias mensuales superan los 10°C.

En los meses de julio y agosto la media de las temperaturas máximas puede llegar a superar ligeramente los 30°C, aunque en el caso del Aeropuerto de Menorca estas se encuentran ligeramente por debajo (28,9 y 29,2°C respectivamente). Por otro lado, las medias de las mínimas superan ligeramente los 20°C en estos meses (20,8 y 21,5°C respectivamente). En el invierno (de diciembre a febrero) las medias de las máximas se sitúan entre los 14 y los 15°C y las medias de las mínimas entre los 7 y los 9°C.

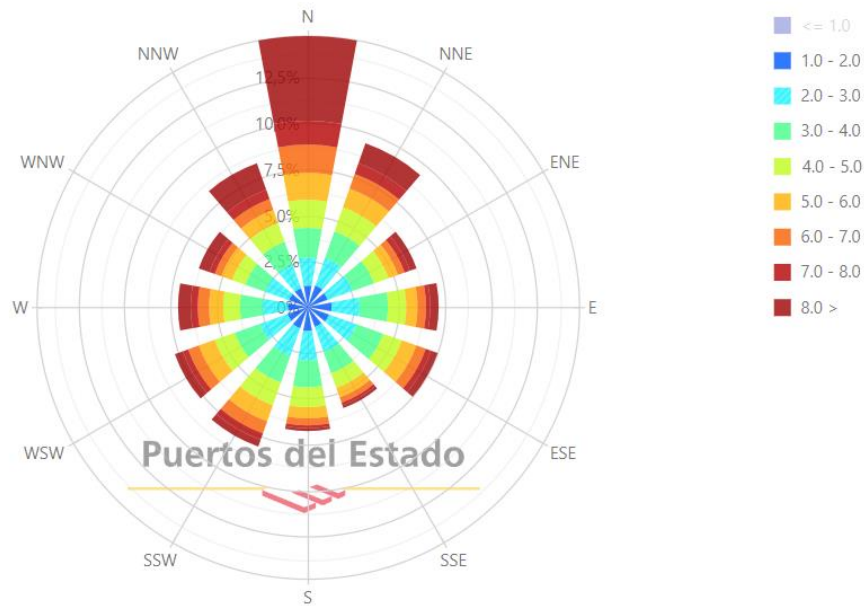
Al respecto de la pluviometría, esta es uniforme en la isla de Menorca, producto del relleno geográfico poco acusado, por lo que en la práctica totalidad de la isla las precipitaciones anuales rondan los 600 litros anuales, lo cual se equipara con lo registrado en el Aeropuerto de Menorca con una cifra media de precipitaciones de 551 litros anuales. Como en el resto de islas, los grandes episodios de lluvia ocurren normalmente cuando aparece el viento de garbino, que sopla del suroeste o el viento de levante, procedente del este. En general se aprecia que el régimen de precipitaciones se caracteriza por su irregularidad, variando considerablemente de un año a otro, hasta el extremo de llegar a provocar sequías. La mayor parte de las lluvias se concentra en pocos días, con precipitaciones intensas en otoño y el resto del año de poca intensidad.

En relación a los vientos, como en el resto de islas se identifican varios tipos de vientos en función de su origen. Así, se conocen el Mistral (noroeste), la Tramontana (norte), el Siroco o Jaloque (sudeste), el Ostro o Mediodía (sur) y el Lebeche o Garbino (suroeste). No obstante, uno de los fenómenos climatológicos más destacables de la isla de Menorca es precisamente la especial incidencia del viento de tramontana, un viento seco y potencialmente virulento, que puede aparecer en cualquier época del año. En invierno es cuando presenta su carácter más intenso, pudiendo alcanzar los 130 km por hora. Por el contrario, en verano el viento se aplaca y cumple más bien una función de atemperación climática, suavizando las temperaturas veraniegas y reduciendo la humedad del ambiente.

Rosa de vientos típica del ámbito de estudio

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 2134121

Periodo: 1958 - 2022 - Eficacia: 98.91%



Fuente: Puertos del Estado (www.puerto.es)

6.2 LOS CAMBIOS FÍSICOS OBSERVADOS EN EL CIMA DE BALEARES

Según el estudio sobre “cambio climático en Baleares” de la UB (2019)⁹, las observaciones efectuadas en las Islas Baleares han mostrado un claro aumento de las temperaturas durante las últimas décadas. En el período 1975-2015 la tendencia ha sido un aumento de 0,44 °C y 0,37 °C por década para las temperaturas máximas y mínimas, respectivamente. Esto es consistente con otros estudios previos basados en conjuntos de datos y técnicas de análisis diferentes. Los cambios observados en Baleares no están distribuidos homogéneamente durante el año: el calentamiento ha estado más acentuado durante el final de la primavera (0,86 °C por década), lo que ha hecho que la transición entre invierno y verano sea más abrupta ahora que hace 40 años. En cuanto a la precipitación, los cambios no están tan claros como en el caso de la temperatura porque en las regiones mediterráneas esta variable muestra importantes variaciones naturales, con períodos (de varios años de duración) de lluvias abundantes y períodos de sequía. Lo que dificulta esbozar las tendencias a largo plazo. En relación a los vientos, no se han encontrado estudios específicos para Baleares. Si analizamos los ciclones atmosféricos, varios estudios sugieren que, para el período 1957-2002, en el Mediterráneo occidental ha habido una disminución (estadísticamente significativa) de un 3% en el número total de ciclones.

En el medio marino también se han observado cambios en las últimas décadas. En cuanto al nivel del mar, las medidas obtenidas en Baleares son demasiado cortas para realizar estudios climáticos. Cuando se analiza el período más largo posible, utilizando observaciones de zonas cercanas, se encuentra que el nivel del mar (medido en Marsella, por ejemplo) ha subido a un ritmo de 1,3 cm por década entre 1885 y 2017, que es un ritmo similar al de la subida del nivel del mar global. En relación al oleaje, no hay suficientes observaciones directas para realizar estudios de tendencias climáticas, aunque hay indicios que apuntan a que, durante el período 1958-2002, la altura de onda significativa ha disminuido del orden de 0,8 cm por década, con cambios en la frecuencia de las direcciones predominantes. Aunque la temperatura del agua también ha experimentado cambios en la región, no hay registros lo suficiente largos en Baleares. En zonas cercanas, como en l'Estartit (noreste de Cataluña), desde 1970 hacia adelante, se ha observado un calentamiento de 0,25 °C por década en los 80 primeros metros de la columna de agua. También hay indicios claros de que ha aumentado la salinidad de la cuenca. Esta salinización estaría inducida sobre todo por el aumento de la evaporación y, en menor medida, por la disminución de precipitación sobre el mar. Estos cambios han sido estimados en 0,01g/kg por década en las capas profundas, mientras que los cambios en capas intermedias y

⁹ “Capítol 5. Canvi climàtic” (Laboratori Interdisciplinari sobre Canvi Climàtic de la UIB — LINCC UI, 2019) en CES-UIB-Estudio 2030_Capítol-5-136-214-1

superficiales están sujetas a mayor incertidumbre. Por último, cabe decir que, de momento, no hay registros que permitan estimar si ha habido cambios en las corrientes marinas.

6.3 ANÁLISIS DE PROYECCIONES CLIMÁTICAS EN BALEARES SEGÚN ESCENARIOS

Según los datos del informe “Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España” (MITERD, 2021), en los últimos escenarios de cambio climático elaborados para España por AEMET se proyectan aumentos en la escala anual de las temperaturas máximas de entre 2°C y 6,4 °C, más acusados en verano. Una tendencia similar se espera para las temperaturas mínimas, aunque menos acusada que para las máximas, y una disminución del número anual de días de helada. Con un incremento de los días cálidos y de las olas de calor más largas. Las precipitaciones también tenderán a reducirse en las últimas décadas del siglo. Todo ello, podría ir acompañado por cambios en la velocidad del viento generalizados y el incremento de los fenómenos extremos.

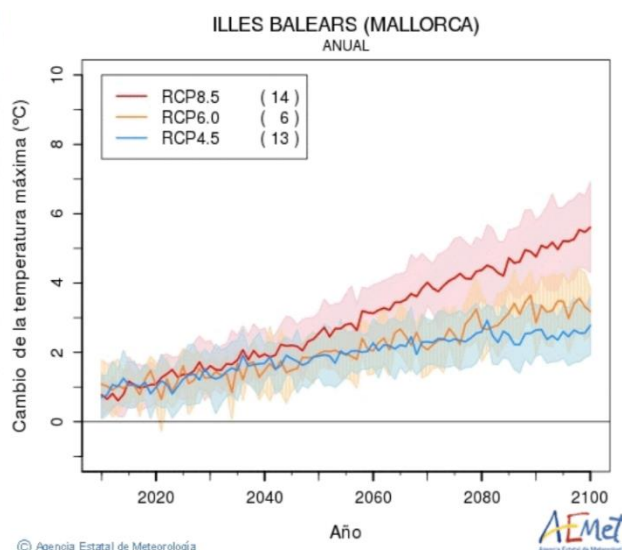
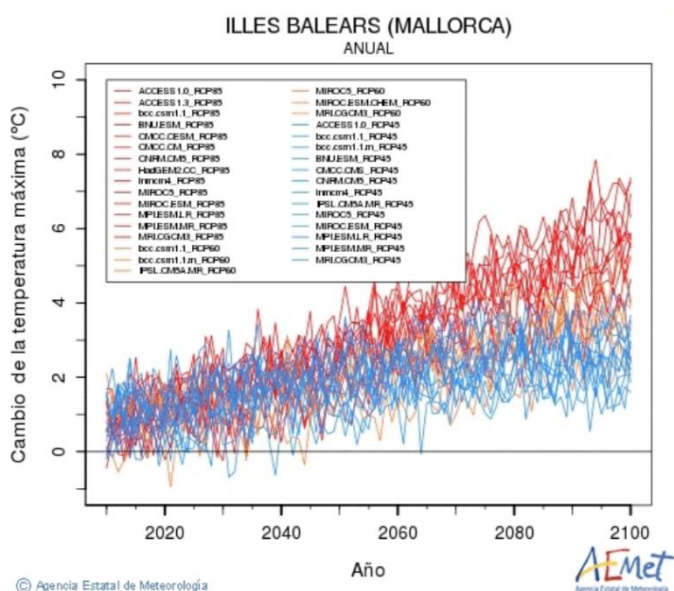
Las proyecciones apuntan hacia el incremento de la temperatura media y la reducción progresiva de los recursos hídricos. Los estudios anticipan asimismo un fuerte incremento del riesgo de sequías, que serán más frecuentes, largas e intensas, y de inundaciones y avenidas, con crecidas más frecuentes y caudales máximos más elevados. Asimismo, se prevé una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos adversos, tales como las olas de calor, o temporales, lo que, unido a la subida estimada del nivel del mar, apunta a los ámbitos costeros como especialmente vulnerables, por lo que podrían verse afectadas las instalaciones energéticas situadas en el litoral.

En las islas Baleares, para la segunda mitad del siglo XXI el citado estudio concluye los siguientes resultados bajo un *escenario moderado de emisiones* (el antiguo A1B o el nuevo RCP4.5) y un *escenario más pesimista* que no prevé una reducción de las emisiones (el antiguo A2 o el nuevo RCP8.5). Cabe remarcar que, hasta la fecha, las emisiones siguen más el escenario pesimista que el moderado.

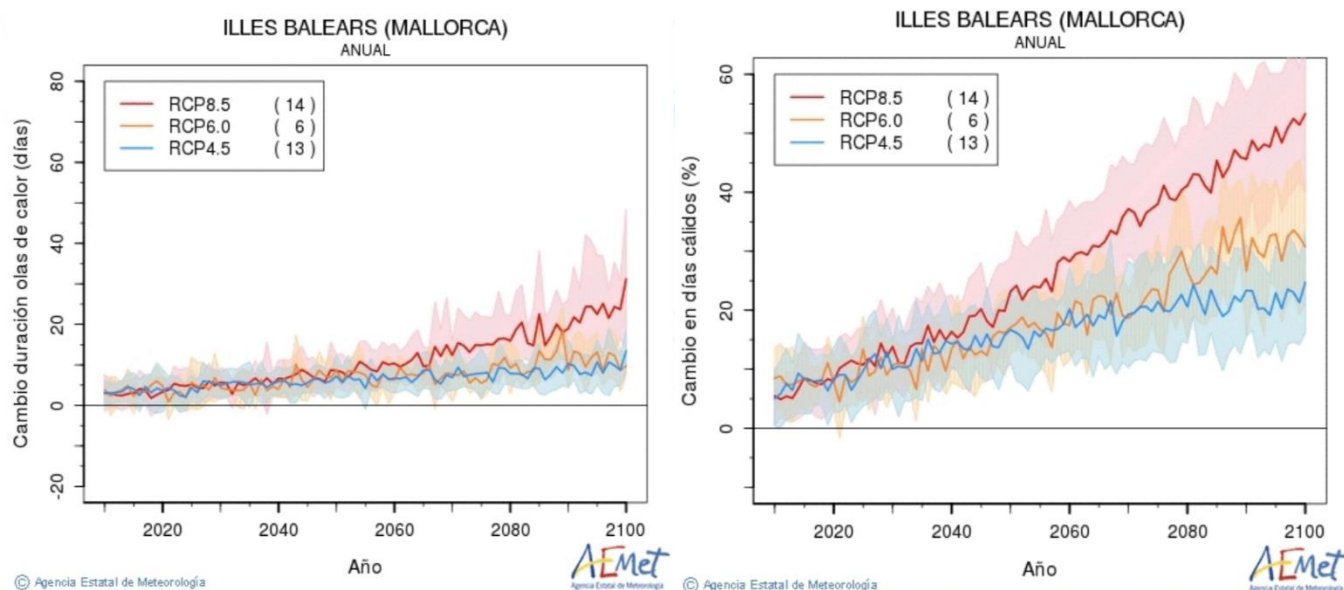
- **La temperatura en Baleares subiría entre 3 y 5 °C** (más probablemente 4 °C) entre 2010 y 2100 bajo un escenario de emisiones pesimista. Bajo un escenario moderado (RCP4.5), los cambios serían de 1,75-2 °C hacia finales de siglo. Distintos autores remarcan que los cambios sucederán sobre todo durante el verano, mientras que en invierno la subida será más limitada, por lo que las diferencias invierno-verano se amplificarán durante las próximas décadas.
- Respecto a las **olas de calor, se amplificarán dramáticamente**, sobre todo por el aumento de la temperatura media en verano. En particular, las olas de calor

moderado se alargarían de 10 a 30 días al año, mientras que las olas de calor extremo se incrementarán de 0-1 días al año a 5.

- En cuanto a los **vientos**, no existe ningún resultado sólido que indique cambios significativos. Algunos modelos muestran un cambio en la velocidad media del viento inferior al -5%, pero existen **muchas discrepancias entre modelos**. De otra parte, los ciclones llevan asociados vientos que pueden ser fuertes y, normalmente, lluvias. La mayoría de estudios concluyen que habrá un descenso en el número de ciclones mediterráneos. Sobre lo que no hay tanto consenso es sobre si el número de ciclones intensos subirá o bajará.



- Los datos de los modelos sugieren que, si bien hoy en día no existe todavía una disminución clara de la **precipitación**, se producirá seguro en el futuro, con una **disminución de un -20 % a finales del siglo XXI bajo el escenario RCP8.5 y de un -10% bajo el escenario RCP4.5**. Por estaciones, los resultados indican que los cambios serían menos notables en invierno y más importantes durante las demás estaciones, especialmente en verano. En cuanto a los valores extremos de precipitación, se encuentra un pequeño aumento del 5-10% en el máximo anual de lluvia hacia finales del siglo XXI, pero no existe mucho consenso entre modelos. Como combinación de los cambios en la precipitación y en la evapotranspiración, puede haber un cambio en las características de las sequías. Para Baleares, parece que, bajo un escenario pesimista, la duración de las sequías aumentaría un 30%, mientras que, bajo un escenario moderado, aumentaría un 10%.



- En el medio marino, cabe esperar una **subida en el nivel medio del mar en el Mediterráneo de entre +40 y +70 cm**, ligado, sobre todo, a la evolución en el Atlántico cercano. Los cambios de circulación dentro de la cuenca podrían añadir o quitar ~10 cm localmente, pero en este sentido no existe consenso entre los modelos. El oleaje se verá afectado directamente por los cambios proyectados en los vientos. Distintos estudios apuntan hacia una **reducción del oleaje medio**, que sería como máximo de unos -20 cm en la altura de onda en invierno bajo un escenario de emisiones pesimista. Los sucesos extremos de oleaje (tormentas marinas) también se piensa que podrían disminuir (~-10/-15 %). Cabe remarcar que las tormentas marinas irán superpuestas a un nivel medio del mar más elevado y, por tanto, el riesgo asociado a sucesos extremos de oleaje será muy superior a finales de siglo de lo que es ahora, aunque el oleaje sea algo menos intenso.
- La **temperatura del agua** alrededor de Baleares se espera que suba en superficie entre 2 °C y 4 °C según si el escenario es moderado o pesimista. Estos cambios serían más marcados durante el verano, por lo que las diferencias invierno-verano aumentarían. Una implicación de esta subida de temperatura en verano es que habrá más oleadas de calor marinas y serán más intensas, ya que pasarán de una cada cinco años en la actualidad a una cada año a finales de siglo. Considerando la temperatura de toda la columna de agua, los cambios también tendrán el mismo signo, de entre +0,9 °C y +1,3 °C, según el escenario y configuración del modelo.

Al igual que pasa en el archipiélago canario, estos cambios no ocurrirán de forma uniforme en todas las islas, lo que requerirá de estudios de mayor detalle.

Las principales variables climáticas susceptibles de afectar a las infraestructuras y equipos de la red de transporte de energía eléctrica o afectar a su funcionamiento son las siguientes¹⁰:

- Temperatura máxima anual y temperatura máxima en verano
- Duración máxima de las olas de calor en verano.
- Número de días con temperatura mínima <0 °C.
- Precipitación y precipitación máxima acumulada en 5 días.
- Velocidad máxima del viento.
- Vientos extremos.
- Irradiación solar.
- Ascenso del nivel del mar.

¹⁰ “Estudio ambiental estratégico de la planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026” (MITERD, 2021)

7 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS CLIMÁTICOS Y VULNERABILIDAD

Según el informe “Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España” (MITERD, 2021) los riesgos más relevantes en relación al sector energético en nuestro país son los siguientes:

URGENTE		MENOS URGENTE	
1	Riesgo de reducción de los caudales de los ríos o de cambios en sus patrones estacionales	7	Riesgo de subsidencia en el terreno que afecte a edificios e infraestructuras por la menor recarga de acuíferos.
2	Riesgo de cambio de distribución y biodiversidad de las comunidades acuáticas en masas de agua dulce.	8	Riesgo de mayor colmatación de embalses.
3	Riesgo de reducción de la disponibilidad de recursos hídricos para uso doméstico y en el sector servicios.	9	Riesgo de impactos en piscifactorías de agua dulce.
4	Riesgo de reducción de la disponibilidad de recursos hídricos para usos agrícolas e industriales.	10	Riesgo de disminución de la productividad e incremento de la mortandad de especies arbóreas en los bosques por los cambios de variables climáticas (precipitación y temperatura) y el incremento de la incidencia de plagas y enfermedades.
5	Riesgo de incremento de inundaciones fluviales y pluviales.	13	Riesgo de disminución o fragmentación de los hábitats de algunas especies vegetales, altitudinales y longitudinales (bosques, ecosistemas de montaña, etc.).
6	Riesgo de incremento de la eutrofización y/o deterioro de la calidad del agua.	14	Riesgo de disminución de la biodiversidad, incluyendo desaparición de especies endémicas, cambios en las migraciones de aves.
10	Riesgo de aumento de la superficie de zonas áridas y semiáridas por desertificación.	15	Riesgo de entrada y expansión de especies exóticas e invasivas en los ecosistemas terrestres y de agua dulce.
11	Riesgo de degradación y pérdida de suelo por el incremento de la erosión, disminución de la materia orgánica y cambios/empobrecimiento de biodiversidad en las comunidades edáficas.	16	Riesgo de pérdida de las zonas óptimas para la producción agrícola de cultivos por cambios en la precipitación y temperatura.
12	Riesgo de incremento de incendios forestales por causas naturales y no naturales por incremento/acumulación de combustible y condiciones más favorables para la ignición.	19	Riesgo de pérdida de la calidad de los productos agrarios (por ejemplo, pérdida de la calidad del vino por aumento de la temperatura).
17	Riesgos derivados de los cambios en la fenología de las especies vegetales (aparición de hojas y fructificación) y que pueden provocar el desacoplamiento entre los ciclos biológicos de especies interdependientes incluyendo especies animales.	21	Riesgo de pérdida de competitividad en el mercado de los productos de estación temprana por subida de temperatura invernal en otros lugares.
18	Riesgo del incremento de las afecciones a los ciclos de cultivo y modificación/reducción en la producción a consecuencia de la variación de la estacionalidad de la actividad hortícola.	22	Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, olas de calor y descenso de precipitaciones.
20	Riesgo de disminución del rendimiento de especies herbáceas, en especial de regadío, por limitaciones en el riego.	23	Riesgo de sobreexplotación de pastos por disminución de la producción de hierba asociada al ascenso de las temperaturas estivales y bajada en las precipitaciones.
28	Riesgo de pérdida de explotaciones por pérdidas de producción y aumento de precio de insumos.	24	Riesgo de incremento de la mortalidad de abejas por aumento de fenómenos extremos que puede derivar en un declinamiento de los servicios de polinización (p.ej. resultando en pérdidas de producción agrícola).
29	Riesgo para el equilibrio ecológico de los hábitats y comunidades marinas por el aumento de la temperatura media del agua en todas sus capas y el efecto de la acidificación y la pérdida de oxígeno, que seguirá causando desplazamientos biogeográficos de especies, nuevas interacciones entre especies y pérdidas de hábitats, en las tres demarcaciones marinas españolas: Atlántico, Mediterráneo y Canarias.	25	Riesgo de aumento de plagas, patógenos y cambios en la distribución de vectores, incluidos los de zoonosis.
33	Riesgos en la estabilidad de los ecosistemas marinos y en las especies importantes para la pesca por aumento de olas de calor en todas las demarcaciones, y con riesgo más elevado en el Mediterráneo donde se han producido mortalidades masivas de organismos (gorgonias, esponjas, moluscos).	26	Riesgo de abandono de sistemas pastoreados por fallos en la viabilidad derivados de subidas de precios de otros cultivos.
37	Riesgo para la pesca industrial por el desplazamiento de stocks de especies objetivo a aguas en las que no hay establecidos acuerdos de acceso o cuotas, y por una gestión no adaptativa.	27	Riesgo para la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos de los océanos, alterando recursos marinos importantes para los servicios de provisión, regulación y culturales debido a los cambios en distribución, abundancia y fenología de especies marinas en las tres demarcaciones.
41	Riesgo en las viviendas, infraestructuras y servicios en las zonas urbanas, asociados especialmente a la subida del nivel del mar y los eventos extremos costeros, aunque también se debe considerar el riesgo de intrusión salina en ríos y acuíferos o la subida del nivel freático. Estos riesgos también pueden afectar a elementos del patrimonio histórico y cultural ubicado en el litoral.	30	Riesgo de disminución de la productividad marina, de las capturas máximas potenciales y de la pesca debido a la eutrofización de aguas superficiales y los cambios biofísicos en los océanos.
42	Las infraestructuras industriales, energéticas y de transporte localizadas en la costa deberán hacer frente a los mismos riesgos que los asentamientos urbanos (inundaciones costeras por aumento del nivel del mar y eventos meteorológicos extremos, erosión, intrusión salina).	31	Riesgos en el funcionamiento de los ecosistemas marinos, en la actividad pesquera y en la acuicultura por un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos en el mar (oleaje, temporal, intrusión del nivel del mar), afectando a la flota artesanal, industrial y a las instalaciones de acuicultura.
43	Riesgos de inundación y daños por deslizamientos y erosión en edificaciones y redes de infraestructura urbana (principalmente de saneamiento, drenaje y transporte) y otros elementos constructivos.	32	Riesgo de especies nuevas y/o invasoras que puedan integrarse en la actividad pesquera nacional, el consumo y los mercados, creando nuevas oportunidades, pero causando posible impacto ecológico.
44	Riesgo de desabastecimiento en servicios especialmente de agua y energía.	34	Riesgo para la acuicultura por aumento de episodios de fitoplancton tóxico, cambios en el crecimiento y fenología debidos al aumento de temperatura, al aumento de intensidad y frecuencia de eventos extremos y a la acidificación.
45	Riesgo de deterioro y aumento de los costes de mantenimiento de la infraestructura verde en el medio urbano, incluyendo incendios forestales.	35	Riesgo de pérdida de valor histórico, cultural e identitario asociados a la pesca artesanal y el marisqueo, que están siendo afectadas por el cambio climático.
47	Riesgo de pérdida y deterioro de confort y habitabilidad en viviendas y/o adopción de soluciones de mala adaptación.	36	Riesgo de pérdida de ecosistemas costeros, playas, dunas y humedales por la subida del mar, con el consecuente retroceso de la línea de costa y erosión. En cuanto a los sistemas sumergidos, como las praderas de posidonia, el principal riesgo proviene del aumento de temperatura.
49	Riesgo de estrés térmico y reducción del confort térmico en el espacio público.	38	Riesgo de pérdida de cuota de mercado en el sector turismo en las zonas de costa debido a la exposición a fenómenos extremos y disminución de confort térmico, incluyendo también con los que tienen que ver con la degradación ambiental, como la erosión y retroceso de playas.
50	Riesgo de deterioro y deformaciones por cambios de temperatura en elementos y materiales de construcción y mobiliario urbano.	39	Riesgos para la agricultura en zonas costeras debido a inundación e intrusión salina.
52	Riesgo de pérdida de primas de seguros, cambios en la contratación y afectaciones a servicios urbanos.	40	Riesgo de pérdida de funcionalidad paisajística, recreativa y educativa de las áreas verdes en el tejido urbano.
53	Riesgo para la salud relacionado con el estrés por calor (aumento de la mortalidad y la morbilidad), sobre todo en la ciudadanía envejecida, infantil, o con enfermedades preexistentes.	46	Riesgo de pérdida de valores culturales e identitarios y cambios en las relaciones sociales.
55	Daños personales por desbordamientos e inundaciones, temporales de viento y otros eventos extremos.	48	Riesgo de pérdida o alteraciones en la actividad económica urbana, debido a interrupciones en el transporte y cambios en la demanda.
56	Riesgo de aumento de enfermedades zoonóticas/vectoriales transmitidas por mosquitos (p. ej. dengue, fiebre amarilla, fiebre del Nilo y fiebre del Zika).	51	Riesgo de falta de abastecimiento y calidad de agua insuficiente para consumo doméstico y en sectores agrícola, industrial y servicios.
59	Riesgo de incremento de enfermedades asociadas a el empeoramiento de la calidad del aire.	54	Riesgo de aumento de enfermedades infecciosas transmitidas por agua y alimentos.
61	Riesgo de reducción en la producción de energía hidroeléctrica debida a los cambios de precipitación y temperatura.	57	Riesgo de incremento de la duración y gravedad de las enfermedades alérgicas asociadas al polen como el asma, la rinitis, las conjuntivitis alérgicas o alguna dermatitis.
64	Riesgo de daños a las infraestructuras energéticas por inundaciones costeras.	60	Riesgo de aumento o agravamiento de problemas de salud mental.
66	Riesgo de disminución de la operatividad de los puertos por el aumento de la frecuencia de rebase, fallos y roturas de diques, subida del nivel freático de los muelles como consecuencia de la mayor exposición y debido a la subida del nivel del mar.	62	Riesgo de reducción del disponible hidráulico para centrales que emplean el agua como refrigerante.
67	Riesgo de daños y erosión en taludes, firmes de carretera y puentes por el aumento de la frecuencia de eventos extremos.	63	Aumento del consumo energético o modificación de la dinámica de la demanda (picos y medias).
73	Riesgo de reducción e incluso desaparición del turismo de nieve.	65	Riesgo de afectación de las redes de suministro eléctrico debidas a eventos meteorológicos extremos.
		68	Riesgo de daños en la infraestructura ferroviaria (sobre tensión de las catenarias por tormentas eléctricas, en las vías por subida de la temperatura, saturación de sistemas de drenaje, erosión de taludes y deslizamientos).
		69	Riesgo de interrupción del tráfico ferroviario por caídas de objetos en las vías e impacto en las pantallas acústicas debido al incremento de las rachas de viento, en particular para las líneas de alta velocidad.
		70	Riesgo de disminución de operatividad de los aeropuertos por aumento de nieblas y viento, incendios en las operaciones de repostaje, dificultad de despegue de aviones pesados y saturación de los sistemas de drenaje por el aumento de eventos extremos.
		71	Riesgo de reducción de la estancia media en temporada alta en zonas de turismo de sol y playa, por olas de calor y eventos extremos.
		72	Riesgo de disminución del turismo por la desaparición o degradación de recursos turísticos (playas, parajes naturales, etc.).

Sectores

R. hídricos	M. marino	Salud	Turismo
E. terrestres	Costas	Energía	
Agríc. Y ganad.	A. urbanas	Transporte	

Figura 11.2. Categorías de urgencia (más urgente, menos urgente) asignadas a los riesgos identificados en la tabla 11.1.



- ▶ Más urgentes:
 - Riesgo de la producción de energía hidroeléctrica debida a los cambios de precipitación y temperatura.
 - Riesgo de daños a las infraestructuras energéticas por inundaciones costeras.

- ▶ Menos urgentes:
 - Riesgo de reducción del disponible hidráulico para centrales que emplean el agua como refrigerante.
 - Aumento del consumo energético o modificación de la dinámica de demanda (picos y medias)
 - Riesgo de afectación a las redes de suministro eléctrico debidas a riesgos meteorológicos extremos

En relación a este marco general, la construcción del proyecto de baterías de Mercadal supone un recurso fundamental a nivel insular, tanto para mejorar la gestión y modulación de nuevos patrones de demanda de energía, como se espera, debido al incremento de las temperaturas y de las olas de calor como para permitir la evacuación de energías renovables.

Dada su localización fuera del área de influencia de la subida del nivel del mar, el principal efecto a analizar en este contexto general sería el incremento de las temperaturas y descenso de la ETP, así como la vulnerabilidad a los fenómenos meteorológicos extremos, si bien no se prevé un incremento significativo de los mismos a lo largo del ciclo de vida de las baterías (estimado en 20 años), según se ha descrito en el capítulo previo.

A continuación se examinan las interacciones de las instalaciones con los efectos identificados en las proyecciones climáticas a escala local-regional, es decir, si pueden ser sinérgicos o antagónicos con los efectos del propio proyecto y cómo éste puede ser vulnerable a los efectos esperables del cambio climático.

Se realiza en primer lugar un análisis preliminar para identificar los aspectos relevantes en los que centrar el análisis. Para ello se cruza una selección de los parámetros principales de los que depende la viabilidad del proyecto, con las proyecciones climáticas descritas en el apartado previo.

7.1 VALORACIÓN DE IMPACTOS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Si bien a nivel global se ha justificado previamente que el proyecto tendrá un efecto beneficioso por la posibilidad de integrar fuentes renovables en el sistema con el consiguiente ahorro de emisiones de GEI, la interacción de los impactos del proyecto a nivel local con los esperables derivados del cambio climático puede ser de carácter ambivalente, y se discuten a continuación:

- En primer lugar, se identifican los impactos ambientales climáticos potenciales locales, entendidos como los impactos que puede tener el cambio climático sobre los componentes ambientales y territoriales, que pudieran producirse en el emplazamiento de las instalaciones. Por tanto, no se consideran los efectos que aquí no se manifestarían, por ejemplo, los relacionados con la subida del nivel del mar o los que no sean significativos.
- En segundo lugar, se examina si las instalaciones presentan impactos sobre alguno de esos mismos componentes ambientales.
- En tercer lugar, se valora si en caso de producirse impactos sobre los mismos componentes ambientales, se producirán efectos sinérgicos apreciables, si las instalaciones compensaran impactos climáticos o, por el contrario, reforzarán sus impactos negativos.
- En cuarto lugar, esos impactos negativos del cambio climático con los que las instalaciones presentan efectos sinérgicos, en su caso, son examinados en detalle.

Interacción de las instalaciones con los impactos climáticos potenciales en el ámbito geográfico del proyecto

Se representan en la siguiente tabla los impactos ambientales locales esperables derivados del cambio climático y el impacto residual del proyecto sobre esos mismos componentes ambientales (incluyendo la consideración de las diferentes medidas preventivas y correctoras propuestas). A este respecto es importante aclarar que, aunque la mayoría de los impactos asociados al cambio climático son resultado de una multitud de efectos, por simplicidad se han acomodado en la celda de la tabla correspondiente a aquel efecto que tenga mayor peso.

Efectos locales del cambio climático e interacción con los impactos del proyecto

Parámetro	Efectos del CC	Impacto ambiental del CC	Efecto ambiental del proyecto
Temperaturas medias	Incremento de las temperaturas medias y de la ETP	Cambio en las áreas de distribución potencial de flora y fauna Expansión de especies predatoras, de patologías y de variaciones en su virulencia Decaimiento de los bosques Favorecimiento de especies invasoras por su capacidad de respuesta rápida a cambios ambientales Cambios fenológicos pueden desacoplar las interacciones depredador-presa y planta-polinizador	Pérdida o deterioro de hábitats Alteración de la estructura de las formaciones vegetales -
		Expansión de vectores de nuevas enfermedades humanas	-
		Aumento de la mineralización de nitrógeno en el suelo (nitratos libres) Disminución del carbono orgánico en el suelo	-
Olas de calor	Incremento de duración olas de calor	Incidencia sobre la salud humana	El proyecto permite garantizar el suministro energético insular (climatización, refrigeración), especialmente en picos de demanda
Precipitaciones	Disminución de la precipitación media anual Cambio en el régimen de precipitaciones Disminución de la disponibilidad (mayor escasez de agua y mayor demanda)	Aumento de la erosión hídrica - inundaciones por mayor frecuencia de precipitaciones torrenciales	Desbroce de vegetación y movimientos de tierra aumentan la fragilidad del terreno (durante construcción) Se incrementa la superficie sellada de suelo (durante explotación)
		Disminución de la recarga de los acuíferos Disminución del agua disponible para riego	-
Viento	Ocurrencia de ciclones-temporales	Aumento de la erosión eólica	Desbroce de vegetación y movimientos de tierra aumentan la fragilidad del terreno (fase construcción)
		Afección al sistema de transporte eléctrico insular	El proyecto permite garantizar el suministro energético insular y darle más estabilidad

Compensación o sinergia beneficiosa	Poco significativo	Refuerzo o sinergia perjudicial
-------------------------------------	--------------------	---------------------------------

En base a la tabla anterior, se puede concluir que *no existe ningún refuerzo o sinergia perjudicial entre los efectos esperados del cambio climático en el ámbito del proyecto y los impactos ambientales derivados del mismo*. Al contrario, la puesta en servicio del proyecto conlleva la compensación o mitigación de uno de los principales impactos derivados del cambio climático en el archipiélago balear: el incremento en la duración e intensidad de las olas de calor en verano. El proyecto de baterías permite asegurar y reforzar la estabilidad energética del sistema insular, incluso en picos de demanda, como los producidos durante las olas de calor estivales por el incremento en el uso de la refrigeración y climatización. Este refuerzo de la garantía de suministro eléctrico es también beneficioso en el caso de una eventual afección al sistema de transporte de energía eléctrica insular durante la ocurrencia de otros fenómenos meteorológicos extremos, como los ciclones o temporales.

7.2 VALORACIÓN PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En el apartado 10.2.4 del Estudio de Impacto Ambiental ya se ha examinado la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos naturales y accidentes, tanto con origen en el exterior de la misma como en las propias instalaciones. El cambio climático supone que algunos de los riesgos naturales incrementen su probabilidad de ocurrencia o la magnitud de sus efectos, por lo que a continuación se revisa la sensibilidad del proyecto en esa situación futura y si el proyecto contribuye de algún modo a atemperar o agravar esos riesgos en su entorno. Se sigue una secuencia metodológica similar al apartado anterior:

Para ello, se sigue una secuencia metodológica similar al apartado anterior:

- En primer lugar, se identifican los efectos del cambio climático sobre los riesgos naturales locales, por lo que no se consideran los que no se manifiesten en el emplazamiento, por ejemplo, inundaciones costeras.
- En segundo lugar, se examina cómo afectan específicamente a las instalaciones las modificaciones de los riesgos y condiciones ambientales.
- En tercer lugar, se valoran las consecuencias de los efectos directos del cambio climático sobre las instalaciones y se identifican los que aumentan la vulnerabilidad de las mismas o comprometen su seguridad.
- En cuarto lugar, se analizan los efectos del cambio climático que pudieran comprometer la viabilidad de las instalaciones o aumentan su vulnerabilidad frente a los riesgos naturales.

Efectos locales del cambio climático e incidencia sobre la vulnerabilidad del proyecto

Parámetro	Efectos del CC	Efecto directo sobre el proyecto	Vulnerabilidad del proyecto
Temperaturas medias	Incremento de las temperaturas medias y de la duración de las olas de calor	Dilatación de los conductores	Disminución de la capacidad de transporte eléctrica
		Aumento de la intensidad/frecuencia de los incendios con origen en el entorno forestal	Medidas preventivas e incremento de los costes de mantenimiento
Viento y eventos climáticos extremos	Disminución de la velocidad media	Disminución de la peligrosidad de los incendios forestales	Disminución de los costes de mantenimiento
	Aumento de la frecuencia de ciclones / temporales	Mayor probabilidad de caída de estructuras verticales de intemperie a consecuencia directa o indirecta de accidentes exteriores	Incremento de los costes de mantenimiento
		Inundaciones y avenidas	Integración de medidas preventivas
	Aumento de la intensidad y frecuencia de intrusiones de polvo sahariano	Aceleración del deterioro de las infraestructuras de intemperie	Incremento de los costes de mantenimiento

Efecto sobre la vulnerabilidad del proyecto

Disminución apreciable	Poco significativa	Aumento apreciable
------------------------	--------------------	--------------------

Evaluación de los riesgos significativos y vulnerabilidad

Aunque no se consideran significativos ninguno de los riesgos identificados ni la vulnerabilidad del proyecto ante los efectos del cambio climático, se describen los principales efectos analizados para mejorar la explicación de esta conclusión.

Incremento de incendios forestales

Según el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales de las Islas Baleares (2015 - 2024), la zona donde se implanta el proyecto presenta un riesgo moderado de riesgo forestal, si bien en los alrededores del ámbito hay zonas que presentan un riesgo de muy alto a extremadamente alto, en particular en aquellos cerros donde hay presencia de densas

formaciones de vegetación altamente inflamable. Al ubicarse el proyecto colindante a una de estas masas boscosas, este presenta vulnerabilidad ante la ocurrencia de incendios, por lo que se establecerán medidas preventivas, a pesar de que la disposición y elementos de los módulos de las baterías no permiten la propagación del fuego entre contenedores.

Embalamiento térmico de las baterías

Una de las principales causas de peligro para las células de iones de litio es el fenómeno del “embalamiento térmico” (*thermal runaway*). Esta es una reacción de la batería en uso causada por la naturaleza de los materiales utilizados en la química de la batería. El embalamiento térmico se debe principalmente a defectos en la batería que produzcan un cortocircuito, sobrecarga, sobredescarga, sobrecalentamiento, corriente excesiva o perforación de la celda. El resultado depende del nivel de carga y de la composición química de la batería. En el embalamiento aumenta la temperatura de la celda de manera descontrolada, de manera que se evapora el electrolito y se generan gases en las reacciones químicas, que han de ser venteados al exterior del módulo por aberturas previstas para limitar los daños (como medida preventiva en fase de diseño de proyecto).

Avenidas e inundaciones: emisión de hidrógeno por contacto con agua

El Plan Especial Frente al Riesgo de Inundaciones del Gobierno de las Islas Baleares no registra eventos relevantes asociados a inundaciones o avenidas cerca del ámbito de estudio. Tampoco se identifican previsiones de fuertes inundaciones para periodos de recurrencia de 5, 10, 25, 50, 75 y 100 años.

No obstante, dada la orografía del ámbito de estudio y la presencia en el ámbito de una red hidrográfica de torrentes y vaguadas, susceptibles de producir avenidas por lluvias torrenciales, el riesgo pasa a considerarse bajo, en lugar de muy bajo, dada la especial vulnerabilidad de este tipo de instalaciones ante la ocurrencia de inundaciones, pues el contacto de agua o humedad con el cátodo de las celdas puede generar hidrógeno por reacción con el litio, gas inflamable y explosivo.

Las consecuencias son similares al embalamiento térmico: venteo de un gas inflamable, por lo que se han de tomar similares medidas preventivas. No obstante, dado que los módulos de baterías son herméticos a la entrada de agua, este riesgo muy reducido y, por lo tanto, poco probable

Se concluye, por tanto, que ninguno de los efectos esperables afecta a la vulnerabilidad del proyecto de forma significativa.

8 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN: LAS MEDIDAS GENERALES Y ESPECÍFICAS EXISTENTES Y PROPUESTAS

8.1 MEDIDAS GENERALES

No se han identificado medidas generales que puedan ser de interés en el caso del proyecto de subestación y baterías de Mercadal derivadas de instrumentos estratégicos o de planificación-regulación de usos, más allá de lo recogido en el capítulo 3.

8.2 MEDIDAS ESPECÍFICAS EN RELACIÓN CON LAS INSTALACIONES

Diseño de la implantación atendiendo a la red hídrica

Se llevará a cabo un estudio hidrológico-hidráulico del emplazamiento para descartar cualquier tipo de riesgo de inundación de la nueva instalación. En todo caso, la plataforma nueva implantación, al igual que la subestación actual contará con una pequeña escollera que impedirá la entrada de una potencial lámina de inundación.

Medidas para la prevención de incendios

La ley 3/2019 define en su artículo 77 la *interfaz urbano-forestal* (IUF) como “el entorno de núcleos de población, edificaciones o instalaciones que se encuentran en terreno forestal, en sus alrededores o que confrontan con este.” Las instalaciones proyectadas se encuentran por tanto en *interfaz urbano-forestal*, ya que comprenden inclusiones de terrenos forestales y confrontan a estos.

Para las instalaciones en ZAR, el artículo 77.4 determina que sus titulares deberán mantener a ambos lados de los viales de acceso, franjas longitudinales de seguridad de 10 m de anchura mínima con actuaciones preventivas de control del combustible vegetal. Las características de estas actuaciones preventivas de control han sido desarrolladas por la resolución del 15 de febrero de 2021 del Conseller de Medi Ambient i Territori.

Dada la proximidad del emplazamiento a una zona forestal densa y a la potenciación de este efecto debido al incremento de las temperaturas estivales y duración de las olas de calor, se han considerado las siguientes medidas de prevención de incendios:

- ▶ Establecimiento de una franja exterior perimetral de seguridad de 30 metros. Se adecuará una franja de 30 metros de ancho mínima a partir del límite construido sin acumulaciones de

combustible vegetal, con un tratamiento especial de la vegetación (desbroces, clareos y talas) con la finalidad de disminuir la continuidad horizontal y vertical de la estructura de la vegetación y así impedir y/o dificultar la propagación del fuego. En particular:

- Arbolado:
 - Distancia mínima entre copas de 3 metros.
 - Distancia mínima de las copas a la valla de 3 metros.
 - Poda de los pies arbóreos adultos a una altura mínima de 3 metros de la tierra.

 - Matorral:
 - Cobertura arbustiva inferior al 30%.
 - No habrá pies arbustivos a menos de 3 metros de la valla.

 - Restos vegetales:
 - Se tendrán que retirar o tratar los restos vegetales en un término máximo de 20 días desde generación.
 - Como tratamiento se favorecerá la trituración de los restos vegetales en lugar de la quema.
-
- ▶ La ejecución del proyecto, así como el establecimiento y mantenimiento de la franja de prevención de incendios forestales se realizarán preferiblemente fuera de la época de riesgo de incendios, es decir, entre el 16 de octubre y el 30 de abril.
 - ▶ La franja de prevención de incendios forestales ha de realizarse con anterioridad a la ejecución del proyecto con el fin de minimizar el riesgo de incendios.
 - ▶ En cuanto a la maquinaria y equipos utilizados, serán de preferente elección aquellos que minimizan la posibilidad de ocurrencia de deflagración, chispas o descargas eléctricas susceptibles de provocar incendios forestales.
 - ▶ Durante la ejecución del proyecto y el establecimiento y mantenimiento de la franja de prevención de incendios forestales se ha de disponer de extintores de mochila cargados y de las herramientas adecuadas que permitan sofocar cualquier conato que se pudiera provocar.

Medidas para la prevención del embalamiento térmico de las baterías

Como se ha citado, para prevenir la emisión de gases tóxicos e inflamables que puede ser provocada, bien por sobrecalentamiento de las instalaciones, bien por contacto con el agua o la humedad, se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- ▶ Ventilación pasiva de los cubos para mantener la concentración de gases inflamables potencialmente generados por el embalamiento térmico de una celda por debajo de la atmósfera explosiva.
- ▶ Inclusión de paneles antideflagración en la parte superior de sus cubos, de manera que la fuerza expansiva no se dirija contra personas. Los paneles antideflagración tienen un cable de retención para evitar su proyección lejana.

9 CONCLUSIONES

A nivel global

Como se recoge en la evaluación ambiental estratégica de la planificación de la red de transporte 2021-2026: *"La actuación para el refuerzo de su interconexión con la Península propuesto comprende un conjunto de elementos complementarios entre sí: nuevo enlace HVDC entre la península y Mallorca junto con componentes plenamente integrados en la red como compensadores síncronos en Mallorca y un sistema de baterías en las islas de Menorca e Ibiza. Esta actuación permite además de la conexión eléctrica adicional entre sistemas, maximizar su utilización para incrementar el intercambio desde la península – sistema con un elevado grado de participación renovable – hacia Baleares mejorando la eficiencia, coste y seguridad de suministro del sistema balear. Con la incorporación tanto de la actuación de refuerzo de la interconexión con la Península como los nuevos enlaces Ibiza-Formentera, a nivel del sistema eléctrico de baleares, permite maximizar la integración del sistema balear en el sistema peninsular, tal y como dicta el PNIEC. La aportación del sistema peninsular a la cobertura de la demanda de Baleares aumentará de un 28% en 2019 a un 81% en 2026, lo cual permitirá reducir los costes del suministro balear en más de 170 M€/año, es decir, en un 75% respecto del coste variable del sistema balear en 2019, así como disminuir significativamente las emisiones de CO₂ asociadas al suministro balear hasta alcanzar en 2026 un nivel de emisiones inferior al 16 % de las de 2019. Ello permitirá cumplirse con el reto de reducción de emisiones en la isla, con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010 y con Ley de Cambio Climático de las Islas Baleares sobre la reducción de emisiones".*

Se concluye, por tanto, que el efecto del proyecto sobre el cambio climático a escala global se valora como **POSITIVO** (contribuye activamente a la mitigación del cambio climático).

A nivel local (insular)

El cambio climático producirá muy probablemente el declive de numerosas especies por la conjunción de efectos distintos que alejan las condiciones ambientales locales de su óptimo. La construcción y funcionamiento de las instalaciones no reforzará presiones climáticas que inciden sobre el territorio en el que se han implantado.

Por el contrario, la puesta en servicio de estas instalaciones permite aumentar la resiliencia y adaptación del sistema eléctrico insular ante las presiones a que lo someterá el cambio climático. Con la construcción de las baterías, se reforzará la disponibilidad de electricidad en situaciones de picos de demanda (p.e: olas de calor que aumenten el consumo eléctrico debido a

refrigeración doméstica y de procesos industriales) o en el caso de afección al sistema eléctrico por fenómenos meteorológicos extremos, que serán más frecuentes por los efectos del cambio climático.

En cuanto a un aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, las instalaciones no inciden sobre los riesgos asociados, como avenidas o temporales, y su funcionalidad es poco vulnerable frente a ellos, tras tomarse las medidas preventivas diseñadas para prevenir los efectos del sobrecalentamiento de baterías por el incremento de las temperaturas medias.

Se concluye, por tanto, que el proyecto es poco vulnerable a los efectos del cambio climático y que, su impacto a escala local se valora también como **POSITIVO** (contribuye a la adaptación del territorio antes los efectos esperables del cambio climático a nivel local e insular).

10 PRINCIPALES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE REFERENCIA

- Cambio Climático: Bases Físicas (Guía Resumida del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo I)”. Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático, Ed. MITERD, Nov. 2021
- Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático” (2006)
- Informe sobre la adaptación al cambio climático en los archipiélagos balear y canario (CONAMA, 2021)
- Karagiannis, G.M., Cardarilli, M., Turksezer, Z.I., Spinoni, J., Mentaschi, L., Feyen, L. and Krausmann, E., Climate change and critical infrastructure – storms, EUR 29411 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, doi:10.2760/986436.
- J. M. López, L. J. Sánchez, V. Meneu, Impactos sobre el sector energético, España.
- D. Giuiliano Girardi, D. José Carlos Romero y Dr. Pedro Linares, Informe de Adaptación al Cambio Climático del Sector Energético Español (2015).
- Planificación de la red de transporte de energía eléctrica de España (2021-2026). Estudio Ambiental Estratégico (MITERD, 2021)
- Climate risk and adaptation in the electric power sector.
- Anàlisi de la vulnerabilitat sectorial al canvi climàtic als municipis de Catalunya i les Illes Balears. Fundació Biodiversidad. MITERD, 2018
- Estudi sobre la Prospectiva Econòmica, Social i Mediambiental de les Societats de les Illes Balears a l'Horitzó 2030 (H2030). Capítol 5. El canvi climàtic. CES-UIB, 2019
- Informe anual 2021-2022. Comité de Expertos para la transición energética y el cambio climático en las islas Baleares. Direcció General d'Energia i Canvi Climàtic. Conselleria de Transició Energètica, Sectors Productius i Memòria Democràtica. Govern de les Illes Balears. 2022.