



DON JAVIER CELDRÁN LORENTE, SECRETARIO DEL CONSEJO DE GOBIERNO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA.

CERTIFICO: Según resulta del borrador del acta de la sesión celebrada el día once de junio de dos mil veinte, a propuesta del Consejero de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente, el Consejo de Gobierno acuerda:

Primero.- Aprobar la Estrategia Regional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, con sus dos grandes objetivos y sus 15 líneas estratégicas de actuación, que se adjunta como Anexo.

Segundo.- Dar comienzo al plazo de un año en que las Consejerías de la Administración Regional deben con la coordinación del departamento de Cambio Climático, desarrollar “medidas específicas” para alcanzar, de la forma más ecoeficiente posible, los objetivos establecidos en esta Estrategia, concretando los tiempos de ejecución y en su caso el presupuesto necesario.

Tercero.- Transcurrido este plazo de un año, se inicie la evaluación periódica del grado de ejecución y cumplimiento de los objetivos establecidos, misión que corresponderá al departamento de Cambio Climático de la Administración Regional.

Y para que conste y a los procedentes efectos, expido, firmo y sello la presente en Murcia a la fecha de la firma electrónica recogida al margen.

11.06/2020.15:57:29

CELDRAN LORENTE, JAVIER

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-d61a375-abab-7676-0086-005056916280



ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO



DICIEMBRE DE 2019

**CONSEJERÍA DE AGUA, AGRICULTURA,
GANADERÍA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE**

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 EL CONTEXTO SOCIAL Y EL MARCO EUROPEO COMO REFERENCIA	3
1.2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO, OBJETIVOS Y LÍNEAS MAESTRAS DE INTERVENCIÓN	6
2. DIAGNÓSTICO	20
2.1 CAMBIO CLIMÁTICO. SITUACIÓN ACTUAL	20
2.1.1 INFORMACIÓN SOBRE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	20
2.1.2. LAS EMISIONES DE LOS DIFERENTES SECTORES Y DEL CONJUNTO DE LA REGIÓN.....	29
2.2. ESCENARIOS FUTUROS	36
2.2.1. ESCENARIOS FUTUROS DE TEMPERATURA Y OTROS INDICES CLIMÁTICOS	36
2.2.2. ESCENARIOS FUTUROS DE NIVEL DEL MAR E INUNDABILIDAD MARINA Y FLUVIAL	39
2.2.3. ESCENARIOS DE OBLIGACIONES EN CUANTO A REDUCCIÓN DE EMISIONES	44
3. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA	48
4. LINEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN	51
4.1. INCORPORAR MEDIDAS DE LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN EN LOS NUEVOS PLANES Y PROYECTOS A TRAVÉS DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACION AMBIENTAL	51
4.2. IMPULSAR ACUERDOS AMBIENTALES (ACUERDOS VOLUNTARIOS) PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN.....	64
4.3. IDENTIFICAR Y DIFUNDIR ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN QUE SEAN ECOEFICIENTES, ES DECIR QUE ADEMÁS DE AMBIENTALMENTE FAVORABLES, SON VENTAJOSAS ECONÓMICAMENTE.....	66
4.4. FOCALIZAR ESFUERZOS EN MITIGACIÓN HACIA LA FUENTE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MÁS IMPORTANTE DE LA REGIÓN MEDIANTE LA REDUCCIÓN DEL USO DEL VEHÍCULO PRIVADO Y LA ELECTRIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD	71
4.5. APROVECHAR LA OBLIGACIÓN LEGAL DEL “EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO” PARA INCORPORAR A TRAVÉS DE LAS LICENCIAS DE OBRAS, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y LA ADAPTACIÓN	74
4.6. FOMENTAR QUE LAS EMPRESAS Y SECTORES EMPRESARIALES DESARROLLEN ANÁLISIS ESTRATÉGICOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y FOMENTAR DESDE LAS INSTITUCIONES LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO SOBRE LOS EFECTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SECTORES CLAVE EN LA ECONOMIA REGIONAL	75
4.7. FOMENTAR LA COMUNICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y ESFUERZOS VOLUNTARIOS EN MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN, EN ESPECIAL ENTRE EL TEJIDO EXPORTADOR.....	77

4.8. APLICAR LOS ESCENARIOS FUTUROS DE SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN LA TOMA DE DECISIONES URBANISTICAS EN LA COSTA E INICIAR LA ADAPTACIÓN DE ESPACIOS URBANOS E INFRAESTRUCTURAS PREVISIBLEMENTE AFECTADOS.....	78
4.9 IMPULSAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MEDIO NATURAL EN SUS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS	80
4.10 IMPULSAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MEDIO NATURAL EN SUS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN FORESTAL	81
4.11. FORTALECER LA SALUD PÚBLICA ACTUANDO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	83
4.12. IMPULSAR UNA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA REGIONAL DE CERO EMISIONES, Y DESARROLLAR ACCIONES FORMATIVAS Y DE CONCIENCIACIÓN EN TODOS LOS ÁMBITOS CON ESPECIAL REFERENCIA AL CIUDADANO COMO CONSUMIDOR EN SU CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMATICO.....	85
4.13. IMPULSAR LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN A NIVEL MUNICIPAL A TRAVÉS DE LOS PLANES DE ACCIÓN PARA EL CLIMA Y LA ENERGÍA SOSTENIBLE (PACES) DE LA INICIATIVA EUROPEA PACTO DE ALCALDES.....	86
4.14. REVISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE INVERSIONES FEDER, A INICIATIVA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA, PARA INCLUIR ACTUACIONES EN EL OBJETIVO TEMÁTICO Nº 5.....	88
4.15. INICIAR EL CAMINO PARA QUE EN LA ASIGNACIÓN DE FONDOS EUROPEOS SE CONTEMPLA LA VULNERABILIDAD DE LA REGIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	88
5. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	90
6. ORIENTACIONES PARA LA INTERVENCIÓN DE CARÁCTER SECTORIAL	91
6.1 APLICACIÓN DEL REPARTO COMPETENCIAL Y LA ESPECIALIZACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN EN LA BÚSQUEDA Y EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS CONCRETAS DE CARÁCTER SECTORIAL PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS MARCADOS EN ESTA ESTRATEGIA	91
6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN.....	92
6.2.1 ENLACES A INFORMES Y ESTUDIOS GENERADOS EN EL ÁMBITO DE LA REGIÓN DE MURCIA	92
6.2.2 ENLACES A INFORMES Y ESTUDIOS GENERADOS POR LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO.....	94
EN MATERIA DE MITIGACIÓN:	94
EN MATERIA DE ADAPTACIÓN:.....	95
6.2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA Y DEL IPCC	98

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EL CONTEXTO SOCIAL Y EL MARCO EUROPEO COMO REFERENCIA

El presente documento constituye la estrategia regional de mitigación y adaptación al cambio climático. Tiene su origen en los mandatos de la Asamblea Regional y del Consejo de Gobierno. Tras su formulación por el departamento competente en materia de cambio climático, fue sometida a la consideración por el Observatorio Regional del Cambio Climático¹ y a la consulta a los departamentos del gobierno regional.

Su configuración final ha estado precedida de movimientos ciudadanos² e importantes iniciativas institucionales. El 28 de noviembre de 2019 el Parlamento Europeo declaró la emergencia climática³. Con esta declaración, el Parlamento pide a la Comisión Europea que se asegure de que todas las propuestas presupuestarias y legislativas se alinean con el objetivo de limitar el calentamiento global por debajo de 1,5 °C.

La Unión europea, que se había marcado el objetivo de reducir el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2030 respecto a 1990, ha incluido la neutralidad climática entre las 4 grandes líneas que conforman la nueva Agenda Estratégica para 2019-2024⁴ aprobada en la reunión del Consejo de la Unión Europea de junio de 2019⁵. Esta Agenda Estratégica⁶ tiene como objetivo guiar el trabajo de las instituciones en los cinco próximos años⁷.

¹ La Orden de 19 de febrero de 2007, de la extinta Consejería de Industria y Medio Ambiente, por la que se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático establece entre sus objetivos actuar como órgano permanente de recogida y análisis de la información, promoviendo la investigación sobre los procesos de cambio y las medidas de adecuación y proponer, a partir de los datos recogidos, soluciones concretas.

² Véanse por ejemplo los movimientos espontáneos de jóvenes estudiantes (movimiento "Youth for Climate" Jóvenes por el clima) están adquiriendo cada vez más repercusión.

³ <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20191121IPR67110/el-parlamento-europeo-declara-la-emergencia-climatica>
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0078_ES.html

Resolución del Parlamento Europeo, de 28 de noviembre de 2019, sobre la situación de emergencia climática y medioambiental (2019/2930(RSP))

1. Declara la situación de emergencia climática y medioambiental; pide a la Comisión, a los Estados miembros y a todos los agentes mundiales que adopten urgentemente las medidas concretas necesarias para combatir y contener esta amenaza antes de que sea demasiado tarde, y manifiesta su propio compromiso al respecto;

2. Insta a la nueva Comisión a que evalúe plenamente el impacto climático y medioambiental de todas las propuestas legislativas y presupuestarias pertinentes y garantice que estén plenamente en consonancia con el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 °C y no contribuyan a la pérdida de diversidad biológica;

⁴ <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2019/06/20/a-new-strategic-agenda-2019-2024/>

<https://www.consilium.europa.eu/media/39964/a-new-strategic-agenda-2019-2024-es.pdf>

⁵ <https://www.consilium.europa.eu/es/meetings/european-council/2019/06/20-21/>

⁶ La estrategia política general de la UE la elaboran conjuntamente sus instituciones: el Parlamento Europeo, el Consejo Europeo, el Consejo de la Unión Europea y la Comisión Europea. En particular, el Consejo Europeo (que reúne a los dirigentes de los 28 países de la UE) ofrece orientaciones y establece las prioridades políticas generales.

⁷ Se centra en cuatro prioridades principales:

- proteger a los ciudadanos y las libertades;

La Unión Europea, como líder mundial de la política frente al cambio climático, no solo está fijando importantes compromisos de reducción de emisiones⁸ que han de cumplir los países miembros, sino que está movilizando la inversión pública⁹ en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático¹⁰. En la actualidad, dentro del vigente marco financiero plurianual (2014-2020), es obligado destinar el 20% del presupuesto de la Unión Europea a políticas relacionadas con el clima¹¹. Para el periodo 2021-2027, de los fondos europeos estructurales que llegan a los países miembros, será obligatorio que al menos el 25 % del gasto contribuya a alcanzar los objetivos climáticos.

La Unión Europea anunciaba en diciembre de 2019, durante la celebración de la COP25 en Madrid (diciembre de 2019), tres importantes compromisos: la activación del Nuevo Pacto Verde (Green New Deal)¹², el compromiso de alcanzar la neutralidad climática en 2050 y el compromiso de convertir al Banco Europeo de Inversiones (BEI) en un “Banco Climático”, lo que permitirá movilizar un billón de euros de inversión durante la próxima

- *desarrollar una base económica sólida y dinámica;*
- *construir una Europa climáticamente neutra⁷, ecológica, justa y social; promover los intereses y valores europeos en la escena mundial.*

“Conforme los efectos del cambio climático se van haciendo más visibles y se van extendiendo, hemos de intensificar nuestra actuación urgentemente a fin de gestionar esta amenaza para nuestra existencia. La UE puede y debe mostrar el camino, acometiendo una transformación en profundidad de su economía y su sociedad para alcanzar la neutralidad climática. Esto debe realizarse de una manera que tenga en cuenta las circunstancias nacionales y sea socialmente justa”.

⁸ Europa anuncia en la COP25 la primera ley de transición hacia la neutralidad climática

La primera ley de transición hacia una neutralidad climática en la que trabaja la Unión Europea "afectará a la emisión en los principales sectores", así como en "los precios de transporte", e incluirá energía limpia "a un precio justo"

⁹ Más de una quinta parte del presupuesto de la Unión Europea para 2020 (168 300 millones de euros) será destinado a actividades relacionadas con el cambio climático.

¹⁰ La programación de los fondos comunitarios (Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Fondo Social Europeo, Fondo de Cohesión, Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural y Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca) para el periodo 2014-2020 se realiza mediante el Marco Estratégico Común (MEC) que da una importancia especial al cambio climático en sus vertientes de mitigación y de adaptación.

En la Comunidad Autónoma de Murcia, el Programa Operativo FEDER (aprobado por Decisión de la Comisión Europea de Fecha 13 de mayo de 2015) contiene líneas de inversiones directamente relacionados con el cambio climático. El más importante es el “Eje prioritario 04 - EP4: Favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores” dotado, hasta 2023, con 28,2 millones de euros y estará centrado en ayudas en materia de energías renovables y eficiencia energética a gestionar desde la Consejería de Industria. También es importante la inclusión de los aspectos relacionados con el cambio climático en la Política Agraria Común (PAC).

Hay multitud de proyectos e iniciativas que permiten financiación en el ámbito local, como el Programa Operativo Estatal de Crecimiento Sostenible que incluye un tramo dirigido directa y específicamente a las entidades locales y dotado de 1500 millones de euros, divididos en dos asignaciones: proyectos singulares de economía baja en carbono y estrategias de desarrollo urbano sostenible e integrado.

La nueva programación de los fondos europeos para el periodo 2021 a 2027 incluye entre sus 5 objetivos el objetivo 2 “una Europa más verde y baja en carbono promoviendo una transición energética limpia y justa, la inversión verde y azul, la economía circular, la adaptación climática y la prevención y gestión de riesgos”

El nuevo Reglamento incluye el objetivo obligatorio de que el 25% del gasto financiado por la Unión Europea contribuya a alcanzar los objetivos climáticos. En el caso del FEDER los aspectos enmarcados en el objetivo 2 tendrán que suponer al menos el 30% del gasto.

¹¹ Por ejemplo es frecuente ver convocatorias de ayudas y subvenciones para eficiencia energética y desarrollo de energías renovables. En su inmensa mayoría estas líneas de ayuda procede de financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional y en concreto en su línea 4. Economía Baja en Carbono.

¹² Los enlaces para acceder a la Comunicación del Pacto Verde y el anexo son:

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15051-2019-INIT/es/pdf>

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15051-2019-ADD-1/es/pdf>

Y el enlace a la página de la Comisión sobre el Green Deal, todo en inglés:

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

década. Además, la Unión Europea ha anunciado que el BEI dejará de financiar proyectos relacionados con las energías fósiles en 2021.

En este marco, muchas de las medidas que en desarrollo de esta estrategia sean planificadas o proyectadas por la Administración Regional y las Administraciones Municipales deben encontrar apoyo financiero¹³.

En 2019¹⁴, en el último Eurobarómetro¹⁵ especial dedicado al cambio climático, los encuestados ya sitúan el cambio climático en segundo lugar, después de la pobreza (primero) y delante del terrorismo internacional (tercero). Se muestran mayoritariamente de acuerdo con la idea de que es urgente luchar contra el cambio climático¹⁶. Los resultados, tanto a nivel europeo¹⁷ como de España¹⁸, muestran una destacada sensibilidad de la población. Esta percepción es coherente con encuestas de ámbito local¹⁹.

También, los mercados y el mundo empresarial están acelerando su toma de posición. En el prestigioso Foro Económico de Davos, el cambio climático centra en los últimos años las preocupaciones en la encuesta empresarial sobre los riesgos para la economía²⁰. La movilización de compromisos de los diferentes sectores económicos y sociales ha sido muy importante durante el último año y especialmente en torno a la COP25²¹.

¹³ Como señala la Comisión Europea en la Comunicación “Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra” (Bruselas, 28.11.2018 COM(2018) 773 final) “La propuesta de la Comisión Europea de incrementar la integración de la dimensión climática hasta por lo menos el 25 % en el próximo marco financiero plurianual¹³ demuestra que el presupuesto de la UE continuaría actuando como catalizador para movilizar la inversión pública y privada sostenible y canalizar el apoyo de la UE para la transición a la energía limpia hacia donde más se necesita. Asimismo, constituye una parte esencial de la credibilidad de la UE, al abogar por un objetivo de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050”.

¹⁴ https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/support/docs/report_2019_en.pdf

¹⁵ Macroencuestas realizadas por la Comisión Europea

¹⁶ En concreto el Eurobarómetro (2019) señala que el 23 % del conjunto de los europeos -y el 18 % de los españoles- sitúa la crisis climática como segunda preocupación internacional, por delante del terrorismo (15 % de europeos, 7 % de españoles), con datos de abril de 2019 difundidos en septiembre de 2019.

¹⁷El 92% de los encuestados (y más de ocho de cada diez en cada Estado miembro) están de acuerdo en que las emisiones de gases de efecto invernadero deben reducirse al mínimo y compensar al mismo tiempo las emisiones restantes, a fin de que la economía de la UE sea climáticamente neutra de aquí a 2050. El 79% opina que tomar medidas en materia de cambio climático hará que las empresas de la UE sean más innovadoras y competitivas. Una gran mayoría está de acuerdo en que reducir las importaciones de combustibles fósiles procedentes de fuera de la UE puede aumentar la seguridad energética y beneficiar a la UE desde el punto de vista económico (72%). Siete de cada diez encuestados (70%) están de acuerdo en que la adaptación a los efectos adversos del cambio climático puede tener resultados positivos para los ciudadanos de la UE.

¹⁸ -Nueve de cada diez encuestados en España consideran el cambio climático un problema “muy serio” (89%). Y lo que es más importante, el 95% de los encuestados (por encima del 92% de media de la UE) apoya el objetivo de lograr que la UE no tenga ningún impacto climático para 2050.

¹⁹ Véase la realizada por el Ayuntamiento de Murcia en el marco de su estrategia municipal de cambio climático.

²⁰ Cada año, el Foro Económico Mundial, conocido como “Foro de Davos” por la ciudad Suiza donde se celebra, solicita a una extensa red de empresas líderes, gobiernos, sociedad civil y grandes personalidades que identifiquen los mayores riesgos mundiales, y aquellos que con mayor probabilidad sucederán en un plazo de 10 años. Desde hace varios años, tal como muestran ‘The Global Risks Report 2018 y The Global Risks Report 2019’ los líderes mundiales encuestados han señalado que el clima extremo, los desastres naturales y el fracaso de la mitigación y la adaptación al cambio climático son los riesgos más importantes y más propensos a ocurrir.

²¹ Durante el segundo semestre de 2019 se ha duplicado el número de fondos de inversión que se han comprometido a que sus carteras sean neutras en emisiones tan pronto como sea posible, pasando de carteras que suman 2,4 billones

Por las razones anteriores, la estrategia que se describe en las siguientes páginas trata de tener muy presente el contexto social y como referencia el marco europeo.

1.2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO, OBJETIVOS Y LÍNEAS MAESTRAS DE INTERVENCIÓN

La Estrategia propuesta se dirige hacia la mitigación y adaptación. La mitigación y adaptación son soluciones complementarias para reducir los riesgos asociados al impacto del cambio climático.

La mitigación y adaptación a los efectos²² del cambio climático son por tanto las dos grandes áreas de intervención. En este mismo sentido se había planteado la línea política de la Unión Europea denominada Unión de la Energía y el Clima, que obligaba a los Estados Miembros a presentar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para el período 2021-2030 en 2019 y que deberá actualizarse en 2024. El Ministerio para la Transición Ecológica hizo público el proyecto antes de su remisión a la Comisión Europea el 28 de febrero de 2019. En coherencia con este planteamiento integrador, en la Región de Murcia, el apartado de energía estaría representado por el Plan Energético de la Región de Murcia 2016-2020 y en relación con el clima la presente Estrategia de Mitigación y Adaptación. Por esta razón, no se contemplan en esta Estrategia acciones en materia de eficiencia energética y energías renovables, que ya vienen contempladas en el citado Plan Energético.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima es, junto a la normativa europea de la que deriva, un elemento esencial que marca el camino hacia una economía baja en carbono. En general, las obligaciones de reducción de emisiones vendrán en muchos casos y para muchos sectores como consecuencia del cumplimiento de la normativa impuesta por la Unión Europea²³. En consecuencia, el primer gran reto para la Región

de dólares durante la Cumbre del Clima de Nueva York (septiembre de 2019) a 4 billones en la COP25 (diciembre de 2019).

El número de multinacionales comprometidas a ser neutras en carbono en 2050 se ha duplicado, pasando de 90 en la Cumbre del Clima de Nueva York a 177 en la COP25. En tamaño, estas empresas emplean a más de 5,8 millones de personas.

Una veintena de bancos españoles, algunos de los cuales tienen un peso global destacado, acordaron alinearse con el Acuerdo de París.

La cifra de grandes ciudades comprometidas con la neutralidad climática en 2050 ha pasado de 100 en la cumbre de Nueva York a 398 durante la COP25.

²² Mitigación: acciones llevadas a cabo para reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Adaptación: acciones llevadas a cabo para prever los efectos adversos del cambio climático, prevenir o minimizar el daño que puede provocar o aprovechar las oportunidades que puedan surgir.

Las políticas de mitigación contribuyen a reducir la concentración de gases de efecto invernadero, GEI, en la atmósfera, lo que supone menores impactos y, por consiguiente, una inferior necesidad de adaptación.

²³ Por ejemplo, el Real Decreto 235/2013. Este Real Decreto incorpora a derecho interno la obligación establecida por la Directiva 2012/27/UE de "Edificios de consumo de energía casi nulo" para todos los edificios nuevos. Esta obligación ya es aplicable a los inmuebles públicos construidos a partir del 31 de diciembre de 2018 y todos los edificios nuevos de titularidad privada a partir del 31 de diciembre de 2020.

Otro ejemplo de obligaciones establecidas desde la Unión Europea es la referida a la reducción de emisiones en el transporte ejemplo La Comisión Europea - Comunicado de prensa Bruselas, 17 de mayo de 2018 ha dejado claro que la reducción de emisiones afectará a todos los sectores económicos. En este sentido se puede citar al anterior comisario responsable de Acción por el Clima y Energía: "*Todos los sectores deben contribuir a la consecución de nuestros compromisos climáticos asumidos en el marco del Acuerdo de París. Por eso, por primera vez en la*

consistirá en preparar la transición a esta economía baja en carbono de forma ecoeficiente, es decir de la forma más rentable económica y ambientalmente posible.

Por otra parte, dado que la tendencia al calentamiento va a continuar aun cuando se reduzcan drásticamente las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero²⁴ y dado que en el área mediterránea la temperatura está creciendo muy por encima de la media mundial²⁵, se hace especialmente importante la adaptación. La adaptación se ha convertido en inevitable.

En consecuencia, el segundo gran reto para la Región consistirá en preparar la adaptación a los impactos para reducir nuestra vulnerabilidad.

Frente a la mitigación, que requiere una respuesta conjunta y coordinada a nivel internacional, dado que las emisiones independientemente de su lugar de procedencia contribuyen por igual al efecto invernadero, se reconoce que una buena parte de la adaptación debe ser definida e implementada a nivel regional, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

La concentración de competencias de intervención administrativa (planificación, autorización inspección y control) en los diversos sectores y materias²⁶ y de planificación territorial y urbanística hacen especialmente apropiada a la Administración Regional para impulsar la mitigación y adaptación al cambio climático. En este sentido, en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se valora el papel fundamental que han de desempeñar las Comunidades Autónomas, detectando vulnerabilidades y definiendo políticas de adaptación.

Como respuesta organizativa, la Administración Regional creó, en 2011, el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático como órgano técnico de la Administración destinado a gestionar las competencias en materia cambio climático, tras haber creado en 2007, como órgano consultivo y de participación, el Observatorio Regional del Cambio Climático (ORCC)²⁷.

Sin embargo, como es lógico, la Administración Regional está organizada y tiene repartidas sus competencias en departamentos especializados (Administración Sectorial). Por tanto, y dado que el cambio climático es transversal y afecta a la mayoría de los sectores de actividad, la consecución de los objetivos de esta Estrategia dependerá en gran medida de las actuaciones desarrolladas y de los compromisos que los diferentes departamentos consigan, en colaboración con el departamento de cambio climático, con las empresas y organizaciones pertenecientes a cada sector de actividad.

Así, el departamento de cambio climático de la Administración Regional concentra las competencias de autorización, inspección, control y propuesta de sanción en la aplicación de la normativa europea sobre el comercio de derechos de emisión que

historia, proponemos normas de la UE para incrementar la eficiencia del consumo de combustible y reducir las emisiones de los vehículos pesados nuevos”.

²⁴ como resultado del lento proceso de eliminación del CO₂ en la atmósfera, la mitad del CO₂ emitido tardaría un siglo en eliminarse de la atmósfera, mientras que cerca del 20% se mantendría durante varios milenios, ya que el ciclo biogeoquímico del carbono y los mecanismos que dan lugar al clima se comportan con una gran inercia.

En este sentido ya se pronunciaba el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*), cuando en su Cuarto Informe de Evaluación señalaba: “Las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono continuarán contribuyendo al calentamiento y al aumento del nivel del mar durante más de un milenio, debido a las escalas de tiempo requeridas para eliminar este gas de la atmósfera”.

²⁵ En este sentido se pronuncian los trabajos:

Guiot16_ClimateChange_Mediterranean_Science.pdf

https://ufmsecretariat.org/wp-content/uploads/2019/10/MedECC-Booklet_FR_WEB.pdf

²⁶ Sectores y materias (Administración Sectorial): Transporte, Agricultura, Ganadería, Pesca, Industria, Infraestructuras, Turismo, Salud, Gestión Forestal... etc.

²⁷ <http://cambioclimaticomurcia.carm.es/>

alcanza a una buena parte del conjunto de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, 50% de las emisiones de la Región de Murcia.

El comercio de derechos de emisión está regulado por una estricta normativa europea que se aplica por los Estados miembros y Comunidades Autónomas que no deja margen para incrementar los niveles de exigencia.

Para el resto de sectores de actividad que representan el otro 50% de las emisiones, conocidos como sectores difusos (transporte, urbanismo, edificación, agricultura, ganadería, industria) tenemos muchas más posibilidades de intervención. Para estos sectores difusos, el departamento de cambio climático de la Administración Regional interviene proponiendo medidas en nuevos planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental (ya que es considerada Administración Pública Afectada en el marco del procedimiento regulado por la ley 21/2013 de evaluación ambiental). Sin embargo, el grueso de las emisiones y necesidades de adaptación en relación con los sectores difusos corresponde a actividades ganaderas, industriales, infraestructuras y tejidos urbanos ya desarrollados o implantadas hace años sobre los que es más adecuado intervenir desde la colaboración de la Administración Regional sectorial y especializada (de agricultura, de ganadería, de transportes, de infraestructuras, de industria, etc.) y desde los Ayuntamientos.

Por esta razón, para orientar la intervención administrativa de los departamentos sectoriales de la Administración Regional y el resto de administraciones y organizaciones de la economía y la sociedad la Estrategia definida en este documento concreta dos grandes objetivos:

Objetivo 1: Reducir emisiones de los sectores difusos en un 26% en 2030.

Objetivo coherente con los compromisos asumidos por la Unión Europea que vincula al Reino de España y que debemos contemplar como límites de obligado cumplimiento para los nuevos planes y proyectos y de referencia para empresas y organizaciones en funcionamiento.

Además de reducir las emisiones es necesario adoptar medidas de adaptación para hacer frente a los efectos climáticos y reducir los costes económicos y ambientales que estos acarrearán. En consecuencia, el segundo gran objetivo de esta Estrategia es:

Objetivo 2: Conseguir una región menos vulnerable al cambio climático.

Para conseguir dichos objetivos, en el apartado 4 de este documento, se desarrollan quince grandes líneas estratégicas de actuación²⁸:

1. Incorporar medidas de la adaptación y mitigación en los nuevos planes y proyectos a través del procedimiento de evaluación ambiental.
2. Impulsar acuerdos ambientales (acuerdos voluntarios) para la adaptación y mitigación.
3. Identificar y difundir acciones de mitigación y adaptación que sean ecoeficientes es decir, que además de ambientalmente favorables, son ventajosas económicamente.
4. Focalizar esfuerzos en mitigación hacia la fuente de emisiones de gases de efecto invernadero más importante de la región mediante la reducción del uso del vehículo privado y la electrificación de la movilidad.
5. Aprovechar la obligación legal del “edificio de consumo de energía casi nulo” para incorporar a través de las licencias de obras, medidas de mitigación y la adaptación.
6. Fomentar que las empresas y sectores empresariales desarrollen análisis estratégicos de adaptación al cambio climático y fomentar desde las instituciones la

²⁸ si bien este listado es susceptible de ser ampliado como fruto de los procesos de participación pública y de aplicación de la propia Estrategia.

generación de conocimiento sobre los efectos y medidas de adaptación al cambio climático de los sectores clave en la economía regional.

7. Fomentar la comunicación de la huella de carbono y esfuerzos voluntarios en mitigación y adaptación, en especial entre el tejido exportador.

8. Aplicar los escenarios futuros de subida del nivel del mar en la toma de decisiones urbanísticas en la costa e iniciar la adaptación de espacios urbanos e infraestructuras previsiblemente afectados.

9 Impulsar la adaptación al cambio climático del medio natural en sus aspectos relacionados con la conservación de la biodiversidad y áreas protegidas.

10 Impulsar la adaptación al cambio climático del medio natural en sus aspectos relacionados con la gestión forestal.

11. Fortalecer la salud pública actuando frente al cambio climático.

12. Impulsar una administración pública regional de cero emisiones, y desarrollar acciones formativas y de concienciación en todos los ámbitos con especial referencia al ciudadano como consumidor en su contribución al cambio climático.

13. Impulsar la adaptación y mitigación a nivel municipal a través de los planes de acción para el clima y la energía sostenible (paces) de la iniciativa europea Pacto de Alcaldes.

14. Revisión de la planificación de inversiones FEDER, a iniciativa de la Comunidad Autónoma, para incluir actuaciones en el objetivo temático n^o 5.

15. Iniciar el camino para que en la asignación de fondos europeos se contemple la vulnerabilidad de la Región de Murcia ante el cambio climático.

Definidos los objetivos y las líneas de actuación, el siguiente nivel de concreción y elemento fundamental son las medidas de actuación específicas que en el plazo de un año desde la aprobación de esta estrategia debe, con la colaboración del departamento de cambio climático de la Administración Regional, proponer cada departamento para alcanzar, de la forma más ecoeficiente posible, los objetivos establecidos en esta Estrategia, concretando los tiempos de ejecución y en su caso el presupuesto necesario.

Esta Estrategia es por tanto un documento que señala objetivos y líneas estratégicas de intervención pero que se ejecutará con la colaboración de los diferentes departamentos mediante la concreción y desarrollo de las “medidas específicas”. El acto de aprobación de este documento por el Consejo de Gobierno da comienzo al plazo de un año en que los departamentos y consejerías del Gobierno Regional deben desarrollar “medidas específicas”. Transcurrido este plazo, se inicia la evaluación periódica del grado de ejecución y cumplimiento de los objetivos establecidos, misión que corresponderá al departamento de cambio climático de la Administración Regional.

Para impulsar la mitigación y adaptación en las industrias y actividades en funcionamiento, se propone como una de las posibles líneas de trabajo los acuerdos voluntarios y, en especial, los celebrados con los sectores empresariales de aquellas actividades más vulnerables. Este tipo de acuerdos fueron utilizados con éxito en la Región de Murcia a finales de los años noventa para la adecuación progresiva de las empresas a la normativa ambiental.

De la misma forma, se propone la colaboración con la Administración Local y en el marco de la iniciativa “Pacto de los Alcaldes sobre el clima y la energía” que promueve la Comisión Europea y que impulsa en la Región de Murcia el Instituto de Fomento. El ámbito municipal es básico para las políticas de mitigación y adaptación tanto para nuevos planes de urbanismo y los nuevos proyectos a través de la licencia municipal de

obras y la de actividad como para la ciudad construida por medio de la rehabilitación y la reintroducción de infraestructuras de drenaje sostenible y medidas basadas en la naturaleza. Así mismo, la gestión municipal del tráfico es una pieza fundamental para la mitigación a través de la promoción de la movilidad sostenible.

De los nueve millones de toneladas de gases de efecto invernadero (medidos como CO₂ equivalente, CO₂eq) con los que, como media, la Región de Murcia contribuye anualmente al cambio climático, un 50% son emitidas por 21 grandes instalaciones industriales que están sometidas al comercio de derechos de emisión, regulado por una estricta normativa europea.

La Administración Regional es la encargada de aplicar esta normativa a las 21 grandes instalaciones industriales a las que se les asignan derechos de emisión cada vez más reducidos. En los últimos años los derechos de emisión asignados solo cubren alrededor del 50% de las emisiones reales producidas lo que les supone una importante factura anual de más de 40 millones de euros en la adquisición de derechos de emisión. Este es un claro ejemplo de aplicación del principio de quien contamina paga.

La normativa europea del comercio de derechos de emisión (definida a través de Reglamentos y Decisiones) no permite la más mínima variación o reconsideración de las reglas de intervención y su alcance. Sin embargo, para el otro 50% de las emisiones, aportadas por los denominados sectores difusos (transporte, ganadería, agricultura, edificación, gestión de residuos y depuración de aguas, comercio...), tenemos la responsabilidad de cumplir con los objetivos de reducción marcados por la Unión Europea (26% a 2030). Pues bien, de este 50% el principal sector emisor es el transporte²⁹ por carretera y dentro de este, con diferencia, el turismo o vehículo privado. Por esta razón, una de las líneas estratégicas se centra en reducir la contribución del uso de carburantes de automoción.

La decisión del ciudadano en relación con las posibilidades de éxito de las políticas de reducción del vehículo privado es, como es obvio, fundamental. La contribución que supone el consumo de las familias y las personas al conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero es su huella de carbono. La huella de carbono es el reflejo del consumo de energía y otros bienes y servicios. La huella de carbono por habitante a nivel regional se sitúa en algo más de 6 toneladas de CO₂eq/año. Para mantener el nivel de consumo de cada persona o familia se emiten, directa o indirectamente, una media de 0,6 kilogramos de CO₂ equivalente por cada euro empleado³⁰.

De la huella de carbono del ciudadano de la Región de Murcia, las emisiones que mayor interés tienen para esta estrategia son, por sus efectos colaterales para la salud, las derivadas del consumo de carburantes de automoción. También, son una pieza clave porque tienen su reflejo en el inventario regional de emisiones y son emisiones de directa responsabilidad del ciudadano, es decir que es él quien, en gran medida, puede decidir sobre estas emisiones³¹.

²⁹ El transporte supone casi un 30% de las emisiones totales regionales. Crece en sus emisiones a una tasa interanual superior a la del crecimiento del Producto Interior Bruto de la Región.

³⁰ La huella de carbono generada por el consumo familiar (paginas 67-75) en "Competitividad y Cambio Climático". Cuadernos del Consejo Económico y Social de la Región de Murcia. 2016.
<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=497>

³¹ Las emisiones de directa responsabilidad (emisiones de alcance 1) son emisiones sobre las que el ciudadano tiene el control (por ejemplo, puede decidir si utiliza el vehículo para pequeños desplazamientos o los hace andando). Las emisiones de alcance 1 de la huella de carbono de las familias son emisiones básicamente derivadas del consumo de combustibles fósiles (carburantes, gas ciudad y gasoil de calefacción.) Dentro de éstas, las asociadas al consumo de carburantes de automoción son las más importantes. Las emisiones de alcance 1 del ciudadano como las emisiones de alcance 1 de cualquier empresa radicada en la región forman parte de las emisiones que se contabilizan a la Comunidad Autónoma en el Inventario Nacional de Emisiones.

El consumo de carburantes para los vehículos de clase turismo, mayoritarios en el tráfico urbano, suponen más emisiones de gases de efecto invernadero que la suma de la agricultura, la ganadería, la depuración de aguas y la gestión de residuos del conjunto de la Región (más de 1,5 millones de toneladas de CO₂eq/año por el consumo de carburantes de automoción).

Además, el tráfico presenta una doble contribución. Los vehículos de gasoil y gasolina emiten dos tipos de gases, unos de efecto invernadero que no tienen repercusión sobre la salud pero que contribuyen al cambio climático, y otro gran grupo de gases, que no contribuyen al cambio climático, pero que son peligrosos contaminantes que afectan a la salud. Por esta razón, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero lleva aparejados beneficios directos para la salud³². A diferencia de los grandes focos de emisión industriales, el tráfico urbano emite los contaminantes en el centro de las ciudades y cerca de donde respira la población y muy especialmente la población infantil³³.

Una reducción de emisiones de CO₂ del tráfico urbano en un 10 %, llevaría asociada una reducción del 10% y 17% en partículas finas menores de 2,5 y 10 micras (PM2.5 y PM10) respectivamente, así como una reducción del 15% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Si a esta reducción de emisiones se les aplicase el rango monetario asociado a los daños evitados a la salud (disminución de la mortalidad y enfermedades asociadas, así como del gasto sanitario derivado de los tratamientos médicos y el coste de las bajas laborales), se obtendrían unos beneficios importantes. En la Región de Murcia, reducir el 10% de las emisiones de CO₂ del tráfico implicaría un ahorro en el gasto sanitario, del orden de 15 millones de euros/año.

El objetivo asignado a España por la Unión Europea es reducir con el horizonte 2030 un 26% y seguramente del orden de 3 veces más a 2050. Si estas reducciones se aplican en esta proporción a los vehículos contaminantes, los episodios de contaminación atmosférica en nuestras ciudades desaparecerán.

Por esta razón, el tráfico urbano es el nexo de unión de dos grandes problemas ambientales del momento: la contaminación atmosférica y el cambio climático.

El resto de emisiones que forman la huella de carbono son las llamadas emisiones indirectas. Son las emisiones que otros producen para que los ciudadanos podamos tener un determinado nivel de consumo. Dentro de las indirectas las emisiones por consumo de electricidad se denominan emisiones de alcance 2 (son bastante reducidas). Las emisiones por consumo de electricidad como ya han sido computadas en los inventarios nacional y regional a los correspondientes productores de electricidad, Iberdrola, ENDESA, etc. no tienen a efectos de esta estrategia tanto interés como las de alcance 1. El alcance 3 agrupa al resto de emisiones indirectas (alimentos y demás bienes y servicios que utilizamos). Más del 90% del presupuesto familiar se dedica a bienes y servicios cuya huella de carbono supone alrededor del 70% de la huella total³¹. Las emisiones que otros producen para que los ciudadanos podamos tener un determinado nivel de consumo son muy importantes, aunque muchas de ellas, por fabricarse en otras regiones o en otros países, no computan en la contabilidad regional de emisiones (por ejemplo, ropa y aparatos electrónicos fabricados en China). En todo caso, se realicen donde se realicen las emisiones, el alcance 3 es la parte más destacada de la contribución indirecta del ciudadano al calentamiento global. El alcance 3 como el caso del alcance 2 no tiene un interés prioritario a efectos de esta estrategia porque sus emisiones son de responsabilidad de otros.

³² Es conocido que los niveles actuales de contaminación atmosférica tienen una responsabilidad directa sobre la factura de los servicios públicos de salud y de la Seguridad Social, suponiendo un importante porcentaje de visitas a centros hospitalarios y centros de salud, y de la necesidad de medicación y bajas laborales. En la región, como en el resto de Europa, los mayores costes están relacionados con la contaminación por partículas.

³³ Los niños sufren más los efectos de la contaminación del aire. al respirar más intensamente y absorben más contaminantes. Además, por su estatura, están más cerca del suelo, donde algunos contaminantes que emiten los vehículos alcanzan concentraciones máximas. Todo esto en un momento en que su cuerpo y su cerebro aún se están desarrollando.

"Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" (páginas 45 y siguientes) [Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

Para hacer que disminuyan las emisiones en el sector transporte, con independencia de fomentar el transporte sostenible de mercancías³⁴, reducir la flota de vehículos contaminantes en circulación en las ciudades es una apuesta inteligente para conseguir un menor daño para la salud, una menor contribución al efecto invernadero, un mayor ahorro en la factura de los servicios de salud y una mayor reducción del déficit comercial por la importación de petróleo.

Para la reducción de emisiones en el resto de sectores difusos, se requiere un cambio sustancial en los modos de producción y consumo.

Para la viabilidad de estos cambios nos podemos apoyar en las posibilidades que ofrece la ecoeficiencia. Una acción es ecoeficiente si, además de ambientalmente favorable, es ventajosa económicamente. Tanto en la mitigación como la adaptación las medidas que seleccionar deben ser las que consigan reducir las emisiones y evitar daños reduciendo el gasto en acciones de respuesta.

La transición hacia una economía baja en carbono necesita de la ecoeficiencia para producir con menos consumo de materiales y energía y, en consecuencia, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre los nuevos modelos de producción y consumo basados en la ecoeficiencia destaca la economía circular, que persigue cerrar el ciclo de los residuos, los materiales, el agua y la energía. La economía circular se presenta, por tanto, como un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción, la reutilización y el reciclaje de los elementos. En la práctica, la economía circular aplicada a la lucha contra el cambio climático consistiría en minimizar el consumo de nuevo suelo, y nuevos recursos y cerrar el ciclo de los materiales y la energía reutilizando, reciclando y valorizando. Un ejemplo sería aprovechar el potencial energético de los residuos agroalimentarios produciendo biogás³⁵ a partir de los residuos.

El biogás y en general la autogeneración de energías renovables son un ejemplo de lo que denominamos “emisiones evitadas”, aplicables para compensar las emisiones que no se pueden reducir.

También, la Estrategia apuesta por las “Soluciones Basadas en la Naturaleza”³⁶ como soluciones para mitigar los impactos derivados del cambio climático y favorecer la adaptación. Abarcan soluciones a nivel de edificio, como pueden ser cubiertas o fachadas vegetales o las captura y aprovechamiento del agua de las cubiertas. Igualmente, incluyen soluciones a mayor escala utilizables en grandes proyectos de actividades e infraestructuras o en el espacio público en planes de urbanismo. Son ejemplos la aplicación de pavimentos permeables y otras medidas de los sistemas de drenaje sostenible para controlar y aprovechar el agua de escorrentía o las destinadas a sombrear y evitar la insolación y reverdecer el espacio no edificado y las infraestructuras, creando otras utilidades sociales complementarias y cobeneficios como en el caso de los jardines de agua o los huertos urbanos.

³⁴ El transporte de mercancías por ferrocarril es mucho más ecoeficiente que la carretera. En concreto tres veces más económico y supone tres veces menos emisiones.

³⁵ La implantación de plantas de biogás a pequeña escala supone ventajas como disponibilidad energética (puede garantizar el autoconsumo) y la reducción de las emisiones de metano con 25 veces más efecto invernadero que el CO₂. Este tipo de instalaciones posibilita que los residuos puedan ser digeridos, en el mismo lugar en el que se produce. En la imagen se muestra el digestor de la planta de aprovechamiento del biogás a partir de residuos de la empresa agrícola murciana Kernel Export. El Fondo Estatal de Carbono (gestionado por el Ministerio para la Transición Ecológica) compra las emisiones evitadas de esta planta (9,7 euros por cada tonelada de CO₂ equivalente que deja de emitirse por que se aprovecha para producir energía.

³⁶ Se utiliza este término para identificar aquellas que se inspiran y utilizan los procesos naturales, adaptados a las condiciones locales, como los sumideros de carbono o como los que regular el flujo de agua. Son soluciones ecoeficientes con poco consumo de energía y recursos y viables en términos económicos.

La aplicación de las Soluciones Basadas en la Naturaleza a la mitigación y adaptación al cambio climático, además de eficientes en la lucha contra el cambio climático, representan ventajas económicas en sus costes de inversión y funcionamiento, lo que las convierte en ecoeficientes.

Por todas estas razones, las soluciones de mitigación y adaptación al cambio climático que participan de la ecoeficiencia a través de la economía circular o mediante soluciones basadas en el funcionamiento y los procesos de la naturaleza, permiten optimizar recursos, ahorrar costes y obtener cobeneficios.

La aplicación de soluciones ecoeficientes de mitigación y adaptación al cambio climático es compleja en las actividades ya implantadas y en los tejidos urbanos consolidados. Sin embargo, esta aplicación es más sencilla en los nuevos proyectos y en las nuevas figuras de planeamiento urbanístico. Los nuevos proyectos y planes sometidos a evaluación ambiental representan una buena parte de las decisiones que conforman la actividad de esta región, que pasarán a incrementar las emisiones y la vulnerabilidad de la economía si no han reducido o compensado sus emisiones y no han integrado medidas adaptación. Son una gran oportunidad para integrar en una fase tan temprana como es su diseño la mitigación y adaptación al cambio climático desde la óptica de la ecoeficiencia.

En España, como consecuencia de la incorporación de la normativa europea, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 de 11 de diciembre de 2013) obliga a tener en cuenta los efectos del cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental. Gracias a la aplicación de esta ley en la Región de Murcia cada año entre 100 y 150 grandes proyectos de nuevas industrias y actividades, infraestructuras y planes de urbanismo son autorizados con la obligación de que introduzcan medidas de adaptación y también, de mitigación compensando sus emisiones en coherencia con las obligaciones establecidas por la Unión Europea a España.

Junto a las emisiones producidas (normalmente debidas al consumo de carburantes por la maquinaria) para dar lugar a las obras, un aspecto destacado de la incidencia en el cambio climático del plan o proyecto en la fase de obras es el efecto que tiene el cambio de uso del suelo al pasar de terrenos agrícola o forestal a suelo artificial (el cambio de uso del suelo va a liberar la mayor parte del carbono secuestrado en suelo y vegetación y va a suponer la pérdida de la capacidad de secuestro o remoción de carbono).

Si utilizamos para los nuevos proyectos de actividades y desarrollo urbano nuevo suelo, que está dedicado a actividad agrícola, emitimos el carbono que durante décadas e incluso siglos ha sido retenido en el suelo (entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea). Además, si el cultivo destruido es un cultivo leñoso (olivo, almendro, viñedo, agrios, frutales..) emitimos adicionalmente la reserva de carbono presente en la vegetación, es decir el carbono contenido en la masa viva por encima y por debajo del suelo (entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea).

Sobre la importancia cuantitativa de la reserva de carbono contenida en la vegetación de los cultivos leñosos la Comunidad Autónoma lanzó hace 10 años una potente campaña “La agricultura murciana como sumidero de CO₂”. Esta campaña, “La agricultura murciana como sumidero de CO₂”, contó con la implicación de universidades, centros de integración, productores y exportadores. Su objetivo era comunicar las posibilidades que ofrecía la agricultura murciana para la mitigación del cambio climático³⁷.

³⁷ Spot publicitario LessCO2 (presentado por el Presidente de la Comunidad Autónoma el 4 de febrero de 2010 en Berlín): [Español](#) · [Inglés](#) · [Alemán](#)

La agricultura, como actividad basada en la fotosíntesis, al tiempo que produce alimentos y genera empleo, retira CO₂ de la atmósfera. El CO₂ retirado de la atmósfera es el material con el que se forma y crece año a año el tronco, ramas y raíces de las decenas de millones de árboles frutales de la Región. Los frutales, agrios y demás cultivos y, en general, la eficiente agricultura del Mediterráneo retira más CO₂ del que emite, ya que las emisiones para dar lugar a los poco o nada transformados son muy reducidas. Por esta razón, cada hectárea de arbolado agrícola representa en la Región de Murcia un almacenamiento acumulado en todo el ciclo de vida del arbolado de unas 100- 150 t de CO₂. Esta acumulación en la vegetación se mantiene constante a lo largo de decenas de años ya que cuando los árboles existentes son sustituidos por nuevos árboles comienza un nuevo ciclo de acumulación de carbono que lleva a la misma cantidad.

En consecuencia, la transformación de un suelo agrícola y destrucción de la vegetación arbolada supone emitir el carbono acumulado en suelo y vegetación, cuya suma representa entre 200 y 300 toneladas de CO₂ por hectárea.

Por esta razón, ocupar menos suelo aumentando la densidad es un buen objetivo de mitigación. Se calcula que se libera tres veces más carbono al ampliar las ciudades hacia la periferia que al densificar las zonas urbanas³⁸.

Los espacios urbanos periféricos y de baja densidad producen, con independencia de la movilidad obligada, una mayor emisión de GEI para la prestación de los servicios mínimos que la que producen los núcleos tradicionales o “ciudad compacta”. La baja densidad supone un coste ambiental y costes económicos. En la prestación de servicios la ciudad dispersa formada por viviendas aisladas y adosadas (baja densidad) es mucho más ineficiente que la ciudad compacta (media y alta densidad), conformada preferentemente por bloques compactos. En este mismo sentido se pronuncia el más reciente documento estratégico del Ministerio de Fomento³⁹: la Agenda Urbana Española 2019.

En consecuencia, los proyectos y los planes sometidos a evaluación ambiental deberían considerar el objetivo de limitar al máximo la ocupación de nuevo suelo⁴⁰ (terrenos agrícolas o naturales) para transformarlos en suelos sellados (viales, aceras, aparcamientos, edificios). Deberían reutilizar suelo anteriormente usado, reducir el sellado del ocupado y, cuando estas dos opciones no sean posibles, compensar los efectos de la ocupación de nuevo suelo (incorporar el objetivo de mitigación de

³⁸ Comisión Europea. Los costes ocultos del Sellado del Suelo. Página 17

³⁹ <https://www.fomento.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/agenda-urbana-espanola>

⁴⁰ En el documento estratégico de 2011 «Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos» <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:ES:PDF>, la Comisión Europea propone que las políticas de la UE deben tener en cuenta su impacto directo e indirecto en la ocupación del suelo, con el objetivo de que en 2050 no exista ocupación neta de suelo.

Con este objetivo, el documento desarrolla una jerarquía de medidas en tres niveles: limitar – mitigar – compensar.

1. La mejor opción: limitar el sellado del suelo a terrenos que ya fueron ocupados en el pasado, por ejemplo reutilizar los terrenos industriales abandonados.
2. Cuando no sea posible evitar la ocupación de nuevo suelo, se puede intentar dentro de los objetivos del plan o proyecto destinar la mayor superficie posible a vegetación e intercalando pequeñas zonas verdes.
3. La tercera opción, “de último recurso” como señala el documento, consistiría en compensar cada sellado con una actividad de recuperación del suelo en otro lugar. En este último caso parece coherente que si no son posibles las opciones anteriores, al menos se compense la capacidad de sumidero de carbono destruida o alterada.

compensar el 100% de la destrucción de la capacidad de sumidero del suelo y de la vegetación presente en los suelos transformados).

Podemos compensar nuestras emisiones mediante absorción de CO₂ mediante la creación de nuevos espacios arbolados⁴¹ o mediante emisiones evitadas, emisiones que dejarían de producirse gracias a actuación contemplada por el plan o proyecto. Si podemos, tenemos que apostar por aquellas formas de compensación que sean más ecoeficientes.

Una opción de emisiones evitadas más interesantes y ecoeficientes es la relacionada con el agua de suministro. En el sur y levante de nuestro país, con una creciente escasez de agua y elevadas tarifas de los servicios municipales de suministro, la captura y aprovechamiento del agua de lluvia es una posibilidad de compensación que podemos utilizar todos y muy especialmente los grandes planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.

La captura y utilización de un metro cubico de agua de lluvia supone emisiones evitadas, ya que se evita su producción y suministro y en su caso el saneamiento y depuración. Además, reducimos la factura por suministro y contribuimos a reducir los daños por escorrentía.

Cada metro cubico de agua suministrada por los servicios municipales supone para su potabilización y distribución unas emisiones de 0,4 kg de CO₂/m³. Ahorrar en el consumo de agua de la red o aprovechar la capturada de la lluvia supone evitar 0,4 kg de CO₂ por cada m³ no consumido.

También, junto a los anteriores, uno de los ejemplos clásicos de compensación por emisiones evitadas es el de las energías renovables.

Para producir un kWh en España se emiten como media del mix eléctrico peninsular 0,331 kg de CO₂⁴².

Cada metro cuadrado de panel para energía solar fotovoltaica produce cada año en el levante español 195 kWh. En consecuencia, cada metro cuadrado de panel compensa cada año 64,5 kg es decir 0,06 toneladas de CO₂. El coste de la instalación de un metro cuadrado de panel de energía solar fotovoltaica se sitúa en unos 144 euros. Con esta opción, al tiempo que se compensan las emisiones se reduce la factura eléctrica por cada metro cuadrado de panel en 29,4 euros cada año.

En definitiva, el objetivo de compensar las emisiones o poner en marcha medidas ecoeficientes de adaptación, además de necesario, puede ser económicamente rentable y esto es plenamente alcanzable debido al avance en el conocimiento científico y las nuevas tecnologías. Así, disponiendo de la referencia de buenas prácticas y

⁴¹ En la práctica una de las limitaciones para generar nuevas masas arboladas es la disponibilidad de terreno, el largo período de tiempo necesario (30-40 años) y reducida tas de absorción de la vegetación forestal en los climas semiáridos.

⁴²

https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf

En este documento elaborado en 2016 conjuntamente por los Ministerios de Industria y Energía y el de Fomento se proponen como representativos los siguientes factores de emisión (Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento):

Sistema Peninsular 331 g CO₂/kWh. Baleares 932 g CO₂/kWh. Canarias 776 g CO₂/kWh. Ceuta y Melilla 721 g CO₂/kWh. Muy parecido es el dato estimado por la Oficina Catalana de Cambio Climático para el mix eléctrico peninsular de 2018. Producir un kWh en España en 2018 supuso, como media peninsular, emitir 0,321 kg de CO₂.

experiencias de éxito, se facilitaría la introducción de criterios ambientales en la actividad económica⁴³.

Asimismo, especialmente importante para una economía baja en carbono a medio plazo en una región como Murcia, eminentemente exportadora, es el trasvase del transporte de mercancías de la carretera al ferrocarril. Impulsar el transporte de mercancías con menos emisiones por tonelada de CO₂eq, como el tren o las autopistas del mar, es un reto para garantizar la competitividad de la economía de la Región de Murcia. El proyecto estrella es, sin duda, el "corredor mediterráneo"⁴⁴.

Los clientes de nuestros productos agroalimentarios son principalmente consumidores de los países del norte y centro de Europa, especialmente sensibles con el cambio climático, con los que se hace necesario conectar, demostrando esfuerzos para reducir la huella de carbono que supone poner un kg de nuestro productos en estos países. Dentro de esta huella de carbono el transporte es una parte fundamental, y quedaría notablemente reducida si se pudiera utilizar el ferrocarril. Además, el transporte de mercancías por ferrocarril es mucho más ecoeficiente⁴⁵ que la carretera. En concreto tres veces más económico y supone tres veces menos emisiones.

Otras medidas destacadas en relación con el transporte son el fomento del teletrabajo para reducción de desplazamientos y las derivadas de un incremento en la movilidad cooperativa.

En el sector agrícola, son importantes las medidas destinadas a reducir las emisiones de óxido nitroso (N₂O), optimizando el abonado nitrogenado. Entre las medidas más rentables para la reducción de emisiones de CO₂eq destacan la aplicación de técnicas de agricultura de conservación (menos labranza) y el aprovechamiento de los restos de poda como biomasa.

Otro ejemplo de ecoeficiencia es reducir el desperdicio en la cadena alimentaria: "menos desperdicios menos CO₂". Así, cabe destacar que por cada tonelada evitada de desperdicio se consigue, según datos de la Oficina Española de Cambio Climático, un ahorro por la comida que ya no se tira de 3.545 € por tonelada. También, existe ahorro en la gestión del residuo, que supone 76 € por tonelada.

La iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂ y la marca *lessCO₂* registrada a nombre de la Comunidad Autónoma sirvió hace más de diez años para iniciar entre el tejido exportador la cultura de la cuantificación de la huella de carbono. El sector agrícola de la Región podría poner en valor, además de la cuantificación de sus emisiones y esfuerzos voluntarios para reducir las, la ventaja competitiva que supone su capacidad de sumidero de CO₂.

⁴³ Consejo Económico y Social. Región de Murcia. "Competitividad y Cambio Climático" Página 77 y siguientes <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=497>

⁴⁴ Está incluido por la Unión Europea en la red básica intraeuropea de transportes, con un trazado de 1300 kilómetros desde el puerto de Algeciras hasta la frontera España-Francia por Portbou. Este corredor debe ofrecer una eficiente salida exportadora, tanto económica como en el aspecto medioambiental a todo el litoral mediterráneo, donde se genera el 40% del PIB español. A este eje, además, deben tener acceso los puertos del mediterráneo español, entre ellos Cartagena, que, unidos en red, pueden captar una parte sustantiva del flujo de mercancías que llegan desde Oriente por el canal de Suez y que se dirigen al potente sistema portuario Rotterdam-Rin.

⁴⁵ En cuanto al aspecto económico se considera un coste de 0,1 euros/tonelada/km. recorrido para la carretera (Ministerio de Fomento) y 0,04 euros/tonelada/km. recorrido para el ferrocarril (Observatorio del Ferrocarril). En cuanto a la parte ambiental hay que señalar que las emisiones son de 75 gr. por tonelada de CO₂eq /tonelada/km. recorrido para el transporte por carretera (OECC) y 25 gr por tonelada de CO₂eq /tonelada/km para el transporte por ferrocarril en tracción diésel (Observatorio Español del Ferrocarril), el porcentaje de electrificación del ferrocarril considerado sería del 75% (RENFE).

El modelo M3E estima que por cada 350 000 € de inversión para incrementar el transporte de mercancías por ferrocarril, el ahorro en energía final sería de 277 148 kWh/año y -265 euros el coste que requiere reducir 1 t por tonelada de CO₂eq.

Como se ha señalado, para poder tomar decisiones sobre políticas de adaptación es fundamental recabar información sobre los principales cambios que se esperan, a consecuencia del calentamiento global. Uno de estos cambios es la subida del nivel medio del mar. En relación con este aspecto una de las líneas de trabajo a corto plazo debe ser la destinada a determinar el efecto sobre la línea edificada.

El departamento de cambio climático de la Administración Regional, en el marco del Plan de Impulso al Medio Ambiente PIMA ADAPTA COSTAS, del Ministerio para la Transición Ecológica, con la financiación asignada por el Consejo de Ministros, está elaborando con el apoyo del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria⁴⁶ un diagnóstico de precisión sobre la vulnerabilidad y riesgo, y las posibles medidas de adaptación de todo el litoral de la Región de Murcia.

La Manga del Mar Menor es considerada una de las áreas vulnerables del litoral mediterráneo español a efectos del calentamiento global. El objetivo a corto plazo debe ser cuantificar la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo y proponer las medidas de adaptación y prevención frente al cambio climático. En los próximos dos años debemos estar en disposición de contar con el Informe de vulnerabilidad de todo el litoral y plan de adaptación al cambio climático de la Manga del Mar Menor debe comprender al menos el prediseño de medidas de adaptación y prevención.

Junto a la preparación de los sectores empresariales, infraestructuras y espacios urbanos se hace necesario preparar la adaptación del medio natural a los futuros escenarios climáticos.

En este sentido, es importante continuar trabajando en la definición de la respuesta que los territorios y ecosistemas van a ir dando a los diferentes escenarios climáticos, diseñar las correspondientes medidas de regeneración de los ecosistemas y promover la conectividad entre ecosistemas que facilite la migración de especies en las condiciones cada vez más adversas, etc.

Los montes de la Región de Murcia se encuentran en constante cambio. El actual escenario climático con temperaturas medias más altas de lo habitual y escasas precipitaciones está incidiendo enérgicamente sobre los montes, provocando episodios de plagas forestales inusuales e incendios forestales cada vez más peligrosos debido a la sequía del combustible. Así, para cumplir con los objetivos de esta Estrategia es necesario realizar sobre las masas forestales, una serie de actuaciones de gestión adaptativa que mejoren las condiciones de estas masas ante las elevadas temperaturas y escasas precipitaciones ocasionadas por el cambio climático.

Como hemos señalado, el cambio climático amenaza directamente la salud por el aumento de las temperaturas y las olas de calor. Así, son destacables los incrementos en las alergias como consecuencia de los cambios fenológicos de la vegetación y la mayor incidencia de contaminantes atmosféricos, que no son eliminados por la escasez de precipitaciones, así como por resuspensión de contaminantes procedentes de un suelo cada vez más seco.

Además, un efecto inducido por el cambio climático y la globalización de la economía es la modificación de la distribución de distintas enfermedades infecciosas de transmisión vectorial. Este es el caso del mosquito tigre (*Aedes albopictus*), responsable, entre otras, de la transmisión de virus como el Dengue y el Zika.

Por todo lo anterior, la lucha contra el cambio climático puede tener positivas repercusiones en algunos de los determinantes más importantes de la salud. En regiones como la Región de Murcia, donde el automóvil es el medio de transporte

⁴⁶ EL Instituto de Hidráulica es uno de los centros de mayor especialización de España en esta materia y tiene como una de sus líneas estratégicas de I+D+i el estudio de los riesgos del cambio climático en la costa, así como la definición de posibles estrategias de adaptación.

predominante, desplazarse a pie o en bicicleta permitirá reducir las emisiones de CO₂, el sedentarismo, los traumatismos y las muertes relacionadas con el tráfico rodado, y la contaminación. El Servicio Murciano de Salud⁴⁷, a través de sus profesionales, podría impulsar la educación sanitaria enfocada a reducir las enfermedades no transmisibles combatiendo el uso innecesario del vehículo privado⁴⁸.

Una de las líneas de trabajo será impulsar una Administración Pública Regional de cero emisiones en alcance 1⁴⁹ a largo plazo, así como una Administración Pública que reduzca un 26% de las emisiones de alcance 1 en el horizonte 2030. En la práctica, se pueden adquirir compromisos en relación con el parque móvil regional y la sustitución de combustibles fósiles por energías renovables en las instalaciones.

En paralelo a todo lo anterior, es importante desarrollar acciones formativas para funcionarios, empresas y profesionales sobre las posibilidades de la mitigación y las necesidades y oportunidades de la adaptación. Así, se debe continuar con la incorporación de jornadas, cursos y seminarios sobre cambio climático en los planes de formación de las Administraciones Públicas, fomentar la actualización de conocimientos y la formación del personal docente de la Administración Regional, impulsar la formación sobre cambio climático para empresas y profesionales, etc.

En este sentido, se hace necesario incorporar entre las líneas maestras de intervención una dedicada a desarrollar acciones divulgativas en relación con la huella de carbono del ciudadano medio de la Región de Murcia. Con esta línea de trabajo se pretende concienciar sobre la importante contribución del ciudadano al cambio climático, sus causas y las respuestas que pueden plantearse para reducir esta contribución.

Un aspecto directamente relacionado con la concienciación del ciudadano y con actividades como la restauración, ya comentado dentro de las prácticas ecoeficientes, es la necesidad de reducir el desperdicio alimentario.

Otra línea de trabajo es implicar y apoyar a las autoridades locales a la hora de actuar para mitigar y adaptarse al cambio climático. A corto plazo se propone, como actuación piloto y proyecto de demostración, ensayar la cooperación entre la Administración Regional (Instituto de Fomento y la Administración Ambiental responsable de Cambio Climático) y los municipios de Cartagena, Lorca y Águilas. Estas actuaciones se aprobaron en junio del 2017, como integrantes del proyecto LIFE ADAPTATE.

La implicación de la Administración Regional permitirá, como señala el documento de la iniciativa "Pacto de los Alcaldes sobre el clima y la energía", proporcionar orientación estratégica y apoyo técnico para el desarrollo, la aplicación y el seguimiento de los planes de acción y de las medidas conexas y ayudar a promover la cooperación y los enfoques conjuntos para emprender acciones más eficaces e integradas. En este sentido, es importante desarrollar actuaciones en materia de formación a técnicos municipales y jornadas, seminarios y reuniones técnicas bilaterales con los Ayuntamientos.

Por último, se incluye entre las líneas estratégicas de intervención de esta Estrategia la necesidad de luchar para que en el futuro se contemple, a la hora de distribuir los fondos

⁴⁷ Como está haciendo el Servicio de Salud del Reino Unido.

⁴⁸ Véase página 73 y siguientes en "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" [Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

⁴⁹ El alcance 1 de la huella de carbono del funcionamiento anual de la Administración Pública Regional es casi en su totalidad consecuencia del uso de carburantes para el parque móvil y en menor medida otros combustibles fósiles consumidos para calefacción e instalaciones de generación de calor.

Europeos, la vulnerabilidad ante el cambio climático. Un elemento esencial para incluir esta línea estratégica es la elevada vulnerabilidad de nuestra región⁵⁰.

Los cambios en el clima, como consecuencia del incremento de la temperatura, no van a ser uniformes en toda Europa, variarán de una región a otra. Esta variación se debe, a una distribución desigual del calor solar, a las respuestas individuales de la atmósfera, los océanos y a las características físicas de las regiones.

En cuanto a la desigual distribución del calor solar, sabemos, por los trabajos de la comunidad científica que *“La zona mediterránea se calienta más que la media del planeta”* y esto tiene una enorme trascendencia para las regiones que formamos parte del entorno mediterráneo y es saber que, aunque se logre el objetivo de París de que la temperatura media del planeta quede, a final de siglo, por debajo de los 2 °C, hay zonas como la nuestra que se situarán bastante por encima.

En consecuencia, en la Región de Murcia y en buena parte de España, nuestra economía, nuestros recursos naturales, las actividades que se desarrollan y los nuevos planes y proyectos, debido a nuestra situación geográfica, pueden considerarse especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático. Los trabajos elaborados en 2018 por el Centro Común de Investigación de la Unión Europea se expresan en este mismo sentido y predicen que *“El sur sufrirá ocho veces más las consecuencias de los impactos que el norte”*.

Como en el caso de un plan o proyecto concreto, el potencial de una región y su economía para hacer frente a estos impactos es su capacidad de adaptación. La combinación de todos estos factores determina la vulnerabilidad de esa región. En este sentido, el proyecto ESPON Climate, realizado por la Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial de la Unión Europea, ha permitido caracterizar a las regiones europeas en función de las posibilidades de adaptación, destacando las regiones del sur y las regiones del Mediterráneo por una baja capacidad para resistir y adaptarse. Las regiones de Murcia, Valencia, Baleares y Andalucía, junto con un buen número de regiones del sur de Europa, están entre las que presentan una mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.

Esta diferente capacidad de adaptación para hacer frente al cambio climático que tienen las regiones del sur frente a las del norte de Europa será, como predicen los trabajos citados, a medio plazo, un importante motor de desigualdades. Por ello, hay que incrementar el esfuerzo para trasladar esta idea a las instituciones europeas y en todos los foros en los que sea posible.

⁵⁰ Como muestran los trabajos terminados en 2013 por el proyecto ESPON Climate, en el marco del Programa ESPON de la Comisión Europea.

2. DIAGNÓSTICO

2.1 CAMBIO CLIMÁTICO. SITUACIÓN ACTUAL

2.1.1 INFORMACIÓN SOBRE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El planeta ha pasado por varios cambios en el clima a lo largo de su historia, algunos no tan lejanos en el tiempo y siempre han tenido su origen en causas naturales, como variaciones en el eje de giro de la tierra o grandes y documentadas erupciones volcánicas⁵¹.

Los drásticos cambios del clima condicionaron la evolución humana. Estas alteraciones climáticas generaron enormes movimientos de población hoy conocidos como “refugiados climáticos” y cambiaron en numerosas ocasiones el curso de la historia. Cientos de publicaciones y una buena parte de la investigación actual sobre el clima son concluyentes en el sentido de que *el clima determina la historia, siempre lo ha hecho y siempre lo hará*⁵².

Como sabemos, el origen del cambio climático actual (con clara diferencia con los otros cambios climáticos del pasado) está en el incremento del llamado “efecto invernadero”. El 1% de los gases que componen la atmósfera, como el dióxido de carbono CO₂, el metano CH₄, el óxido nitroso N₂O y otros gases, tienen la característica de atrapar y devolver hacia la tierra parte de la radiación infrarroja que ésta emite al exterior en forma de calor, se denominan gases de efecto invernadero (GEI).

Este proceso, semejante al que se origina en un invernadero agrícola, ha mantenido durante varios miles de millones de años la temperatura de la superficie terrestre en niveles adecuados para la vida, ya que se estima que sin este efecto la temperatura media del planeta sería 30°C inferior⁵³.

El gas que más contribuye al efecto invernadero, con gran diferencia, es el CO₂. La concentración de CO₂ en la atmósfera⁵⁴ sigue un ritmo claramente ascendente. Era de 280 partes por millón (ppm) en 1750. Se incrementó a 320 ppm en 1960 y a 410 en noviembre de 2019 en el Mauna Loa Observatory de Hawai⁵⁵.

⁵¹ Las perforaciones en hielos profundos, la información recopilada en glaciares y sedimentos han servido para documentar con precisión la causa de estos cambios climáticos que se produjeron en el pasado.

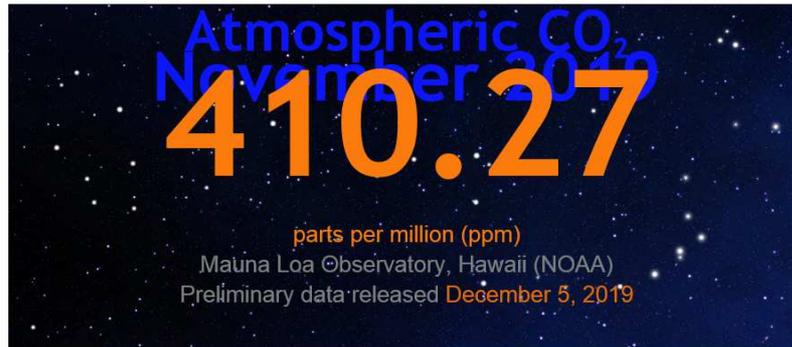
⁵² Una interesante producción de la televisión pública alemana, titulada “*Cómo el clima determinó la historia*” nos muestra cómo la evolución del clima, generando catástrofes económicas y alimentarias, ha influido en los principales acontecimientos históricos de nuestro planeta. “*Toda la vida en la tierra está sujeta al poder del clima. Las condiciones favorables ayudan al nacimiento de grandes imperios y las desfavorables con frecuencia a guerras y epidemias*”

Cómo el clima determinó la historia 01 - Documental
<https://www.youtube.com/watch?v=xbQ3jfkfVw>
Cómo el clima determinó la historia 02 - Documental
https://www.youtube.com/watch?v=GwvXahCBp_4

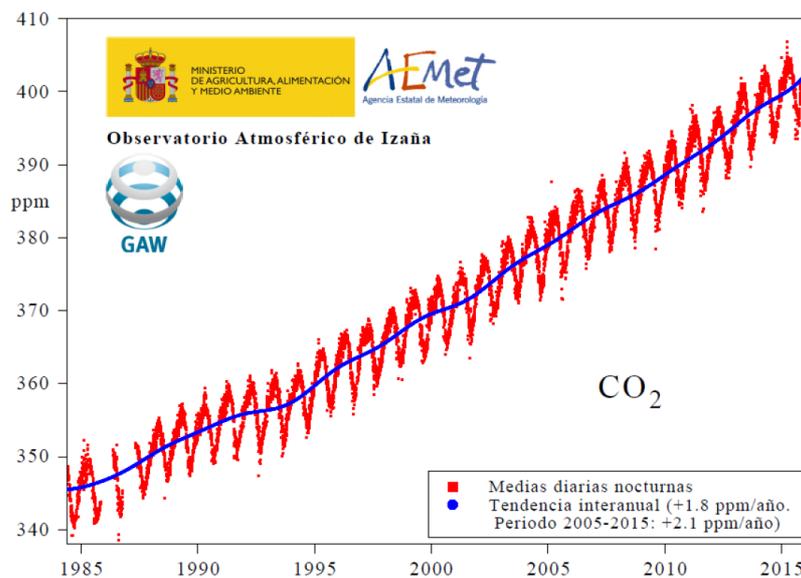
⁵³ La Tierra en ausencia de GEI tendría una temperatura media de -18°C (Peixoto&Oort, 1992). Los GEI suben la temperatura unos 33 °C (hasta 15 °C aprox). Este es el efecto invernadero natural. Las emisiones antropogénicas de GEI están incrementando el efecto invernadero.

⁵⁴ La concentración de CO₂ en la atmósfera empezó a medirse con precisión de forma sistemática a partir de los trabajos de Keeling desde 1958, primero en California y más tarde en el Observatorio de Mauna Loa en las islas Hawai.

⁵⁵ <https://www.co2.earth/>



En España se mide en la estación de Izaña, en Tenerife, donde como muestra la gráfica se puede ver el continuo incremento desde los primeros años de la década de los ochenta⁵⁶.



Como sabemos, el ciclo del carbono en la naturaleza se comporta con gran inercia necesitando como mínimo un siglo para eliminar la mayor parte de las emisiones que realizamos por lo que, aunque paráramos drásticamente estas emisiones la tendencia al calentamiento, la alteración del clima y la subida del nivel del mar seguirá produciéndose durante décadas.

Los posibles efectos que el calentamiento global tiene sobre la economía, la sociedad y los ecosistemas son diversos. En el caso de la Región de Murcia, se vienen considerando de especial interés los derivados de la elevación de la temperatura y alteración de las estaciones, los derivados de fenómenos climatológicos extremos como la torrencialidad de las precipitaciones, los efectos sobre la salud, la subida del nivel del mar y la alteración en la cantidad y distribución y de las lluvias.

La temperatura ha aumentado en todas las zonas y regiones del mundo en los últimos 100 años y especialmente en las últimas décadas. Los últimos 30 años presentan un periodo de calentamiento sin precedentes en 2000 años de historia⁵⁷.

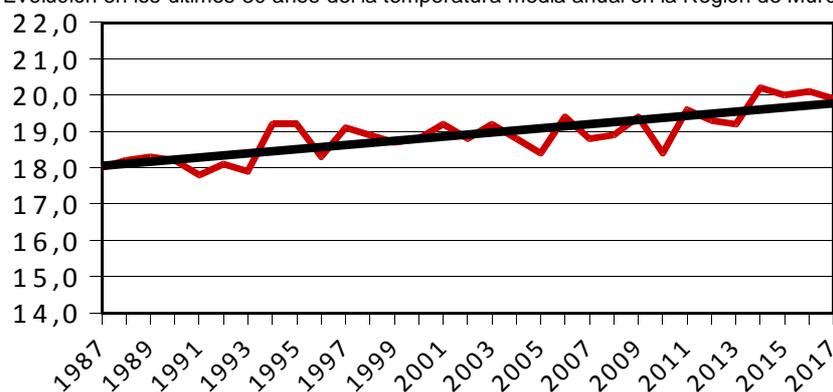
⁵⁶ https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/detalle_noticias.aspx?tcn=tcm:30-496908

⁵⁷ <https://public.wmo.int/en/media/news/april-high-co2-low-sea-ice-and-extreme-weather>

La Región de Murcia tiene un comportamiento semejante al del resto del país, especialmente en su parte este. El cambio climático está aumentando la temperatura en verano y está suavizando las temperaturas de otoño e invierno.

En la gráfica siguiente se muestra la media anual de la temperatura del conjunto de la Región de Murcia (Fuente: AEMET)

Evolución en los últimos 30 años de la temperatura media anual en la Región de Murcia



El incremento de la temperatura no tiene la misma intensidad en todas las regiones. El calentamiento no es homogéneo, algunas zonas están ya siendo más afectadas que otras. Este sería el caso de la amplia zona geográfica formada por los países del Mediterráneo y su entorno⁵⁸.

En octubre de 2016 la revista *Science* publicó un artículo firmado por los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS)⁵⁹, en el que se afirmaba que *“Desde inicios de la Revolución Industrial, mientras el ascenso térmico global (como media de todo el planeta) ha sido de 0,85 °C, en los países de la cuenca mediterránea ha alcanzado como media, los 1,3 °C”*.

En sentido parecido se pronuncian los trabajos⁶⁰ desarrollados tres años después por la Red de expertos mediterráneos en cambio climático y Medio Ambiente creada en 2015

⁵⁸La Región de Murcia tiene un comportamiento semejante a la del resto de territorios del entorno mediterráneo, con un incremento constante en la temperatura media anual.

⁵⁹ Guiot16_ClimateChange_Mediterranean_Science.pdf

El artículo, firmado por los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS), se basa en estudios realizados sobre polen depositado en el pasado en hielo y en sedimentos. De esta manera han obtenido una imagen de la vegetación y del cambio sufrido en el Mediterráneo durante los últimos 10 000 años y han modelado cómo serán los distintos paisajes mediterráneos al acabar el siglo. Los autores aplicaron esta información obtenida del pasado a los modelos del clima futuro.

Guiot y Wolfgang Cramer, en su trabajo, en *Science* muestran que la Región Mediterránea se calienta más que la media del planeta y señalan que *“Por encima de 1,5°C de aumento de la temperatura global -marcado en el Acuerdo de París como el límite ideal de incremento para final de siglo al que habría que tender, aunque el límite oficial sean los 2°C de incremento- los ecosistemas de la región mediterránea sufrirían cambios nunca vistos durante el Holoceno, es decir, en los últimos 10 000 años”*.

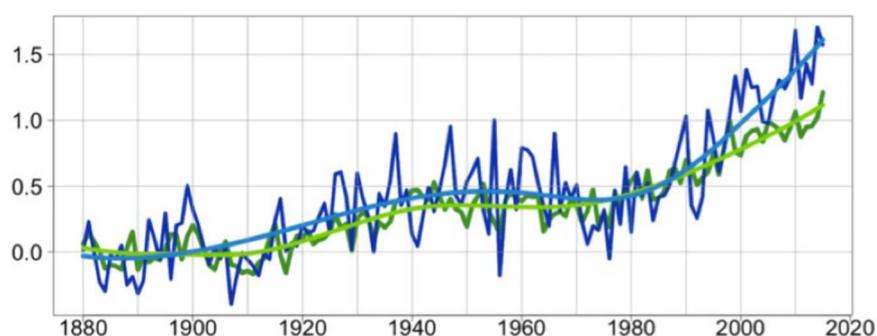
SCIENCE sciencemag.org 28 OCTOBER 2016 • VOL 354 ISSUE 6311 465

⁶⁰ https://ufmsecretariat.org/wp-content/uploads/2019/10/MedECC-Booklet_FR_WEB.pdf

<https://www.nature.com/articles/s41558-018-0299-2>

en el marco del Convenio de Barcelona para la Protección del Mediterráneo y la COP 21 de París. En octubre de 2019, se hicieron públicos los trabajos con el título: “Riesgos relacionados con cambios climáticos y medioambientales en la región mediterránea. Una evaluación preliminar por la red MedECC. La interfaz de los creadores de ciencia – 2019”.

Este trabajo señala como se muestra en la gráfica siguiente que en la región mediterránea (línea azul), la temperatura media anual se sitúa alrededor 1,5 °C por encima de los promedios anteriores a la revolución industrial (1880-1899) y se incrementan con una tendencia superior al del conjunto del planeta (1,1 °C, línea verde).



Evolución de la temperatura media anual del conjunto de la región mediterránea (línea azul) frente a la del conjunto del planeta (1,1°C) línea verde. Fuente: Red Med ECC.

En las ciudades de la Región de Murcia y de muchas zonas de España la intensidad en el incremento de la temperatura es aún más elevada que la señalada para el conjunto del Mediterráneo.

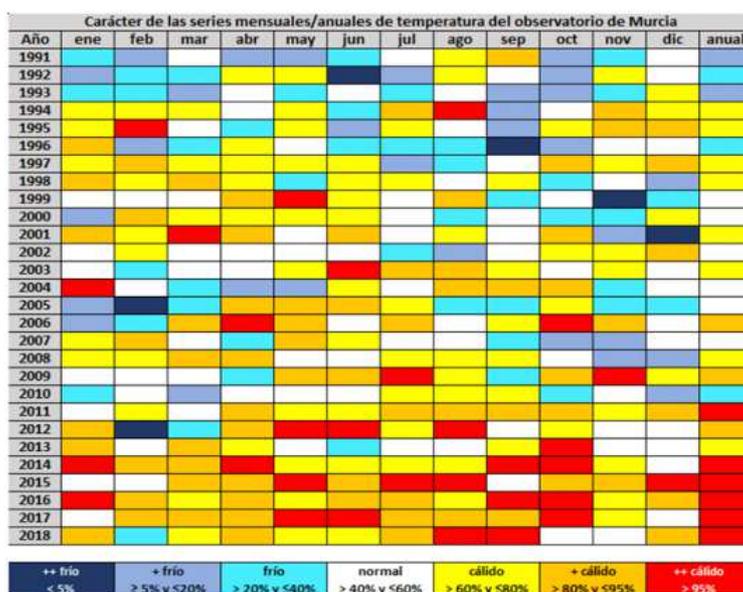
En marzo de 2019, difundidos desde la Oficina de Prensa de la Moncloa, se hicieron públicos los resultados de un extensísimo estudio⁶¹ de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en el que se ha constatado⁶² que la temperatura en las ciudades españolas en los últimos 50 años ha aumentado el doble que la media mundial. Los mayores incrementos se han producido en la mitad este de la península, con subidas de en torno a los 2 grados.

La mayoría de los años más cálidos desde 1941 se han ido concentrando en la última década. En la actualidad, la mayor parte de los años en esta década están siendo calificados como muy cálidos. En la ciudad de Murcia, como muestra la gráfica siguiente, los últimos 5 años han sido muy cálidos.

⁶¹ Se han estudiado los datos generados durante 50 años en la mayor parte de los observatorios meteorológicos de toda España (58 analizados por AEMET).

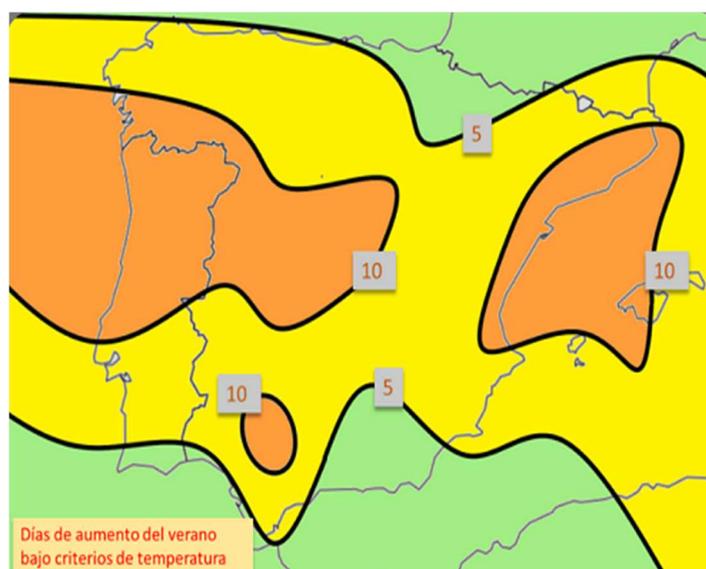
⁶² Open Data Climático. AEMET. 2019
[http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos del cambio climatico en espanha](http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos%20del%20cambio%20climatico%20en%20espanha)
Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019
<http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2019/Caracterizacion1991.pdf>

MURCIA



Carácter térmico mensual en relación a la distribución normal del periodo de referencia (1981-2010) Murcia. Fuente: Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019

El cambio climático está aumentando la temperatura en verano y está suavizando las temperaturas de otoño e invierno. En los últimos 40 años, el verano, cada vez más caluroso, se ha alargado en España un total de cinco semanas. Las temperaturas veraniegas se han extendido hacia junio y hacia septiembre un promedio de 9 días por década.



Número de días de alargamiento del periodo estival por década. Open data climático. Fuente: Agencia Estatal De Meteorología 2019

El incremento de la temperatura provoca, además, una mayor evaporación de la humedad del suelo. Como consecuencia de esto, España tiene ahora 30 000 kilómetros

cuadrados más de territorio semiárido que hace 50 años —una superficie equivalente a tres veces la Región de Murcia—.

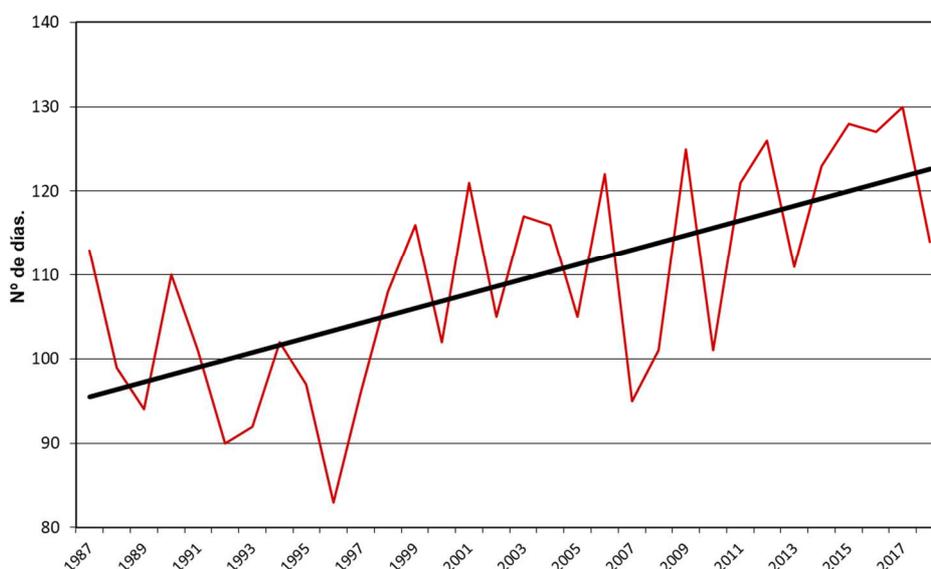
La temperatura media del mar Mediterráneo ha subido 0,34 grados centígrados por década. Este incremento de las temperaturas del agua en el Mediterráneo ha provocado un aumento destacado de las noches tropicales, en las que la temperatura no baja de 20 grados en las ciudades costeras.

Este incremento de la temperatura y, en definitiva, la alteración que induce en la maquinaria térmica que genera el clima está teniendo efectos sobre la disponibilidad de agua (mayor evaporación) y la productividad agrícola, dando asimismo lugar a la elevación del nivel medio del mar e incrementando los riesgos sobre la salud⁶³.

Especialmente importante es la situación que originan los episodios extremos como las olas de calor, al adicionarse el efecto de isla de calor urbano a los incrementos previstos por el cambio climático que, además, serán cada vez más frecuentes.

En la Región de Murcia, la tendencia marcada por los últimos 65 años es de un aumento de entre 2 y 3 días cálidos por década⁶⁴.

Evolución en los últimos 30 años del número de días con 30°C o más en la Región de Murcia



En las ciudades, donde se concentra la mayor parte de la población y es habitual el efecto de isla de calor urbano⁶⁵, el impacto en la salud y en el bienestar de los ciudadanos es mayor.

⁶³ "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" Discurso de ingreso en la Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia. Disc._Francisco_Victoria_web.pdf

⁶⁴ Ramón Garrido, J.E. Palenzuela, L.M. Bañón y J.A. García Valero. *Clima y Cambio Climático Global en Cambio Climático en la Región de Murcia. Evaluación basada en indicadores*. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, 2016. Pág... 28 y siguientes.

⁶⁵ Aunque el clima depende fundamentalmente de factores regionales como la latitud, el relieve o la distancia a las masas de agua. En las ciudades sin embargo, hay factores locales como las características del modelo urbano o el porcentaje de suelo asfaltado o la vegetación que condicionan la temperatura resultante. Entre estos factores destaca el conocido "efecto de isla de calor urbana" que se produce en las áreas edificadas respecto de la periferia. Los materiales artificiales (especialmente el asfalto y edificios) que capturan la energía del sol, casi como cuerpos negros y con su elevada inercia térmica, son una de las principales causas de una temperatura más elevada durante las noches y el lento enfriamiento.

Entre los impactos que el cambio climático supone para la salud aumentando la temperatura⁶⁶ hay que considerar, también, el incremento de enfermedades infecciosas por extensión geográfica de vectores⁶⁷ ya establecidos o por la importación e instalación de nuevos vectores. Este es el caso del mosquito tigre (*Aedes albopictus*), responsable, entre otras, de la transmisión del virus del Chicunguña. El mosquito tigre es también objeto de recientes preocupaciones sanitarias por la transmisión del virus Zika⁶⁸.

La Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica ha manifestado en numerosas ocasiones que el cambio climático dispara las alergias. Señala que *“en los últimos diez años se ha duplicado el porcentaje de alérgicos a los pólenes más alergénicos. La causa parece hallarse en el efecto combinado de la contaminación y el cambio climático sobre los pólenes. Concretamente, la emisión de partículas contaminantes de los motores diésel altera la estructura del polen, haciendo que genere proteínas de estrés como mecanismo de defensa y aumentando su capacidad de inducir una respuesta alérgica en personas susceptibles. Por otro lado, el cambio climático está trastocando los ciclos de polinización de las plantas. Éstas adelantan el inicio y retrasan el final de su periodo de floración, con lo que se amplía la duración de la polinización y se eleva la exposición poblacional a los pólenes.*

Otra consecuencia aportada por del cambio climático es el aumento del nivel del mar. Las dos causas principales de esta elevación son la expansión térmica (el agua caliente ocupa más volumen que la fría) y el agua aportada por el deshielo terrestre.

En el Mediterráneo, desde los años 90, el nivel del mar ha subido a razón de 2,4-8,7 milímetros/año⁶⁹ más que el resto de los mares del mundo.

La información aportada por los mareógrafos de la Red de Puertos del Estado permite ver, en diversos puntos del mar Mediterráneo, una tendencia en la subida del nivel de alrededor de 5 milímetros/año, como media, de 20 años⁷⁰.

	Tendencia cm/año	Años considerados
Barcelona	0,631	1993-2013
Valencia	0,55	1993-2013

⁶⁶ En la Región de Murcia, la evolución de las incidencias sanitarias debidas al cambio climático se puede consultar a través del Servicio de Sanidad Ambiental, departamento responsable en el ámbito de la Administración Regional.

⁶⁷ Los vectores son organismos vivos que pueden transmitir enfermedades infecciosas. El vector recibe el organismo patógeno de un portador infectado y lo transmite a un portador intermediario, o directamente a un portador humano. En el caso de mosquitos y garrapatas, que son notables vectores de enfermedades, la transferencia ocurre directamente por picadura.

⁶⁸ El agente, similar al del dengue, puede provocar el síndrome de Guillain-Barré (un trastorno neurológico que causa debilidad, pérdida de reflejos, entumecimiento, dolor y visión borrosa, entre otros síntomas) y microcefalia (desarrollo anormal del cráneo y el cerebro) en bebés y fetos. Véase el documento: *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por el virus Zika*. Diciembre de 2015. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias.

⁶⁹ Vargas Yáñez, M et al.: Cambio climático en el Mediterráneo español. Instituto Español de Oceanografía, 2010. http://www.ma.ieo.es/gcc/cambio_climatico_reedicion.pdf

⁷⁰ La componente estérica por temperatura (baroclina) es la que aporta la variabilidad regional que se observa en la tendencia obtenida en los mareógrafos. <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

Tendencia en la subida del nivel medio del mar que se puede observar en 20 años en mareógrafos de los puertos de Barcelona, Valencia. Fuente: Red de Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.

En la Región de Murcia, la preocupación se centra en la Manga del Mar Menor y su entorno, al presentar una topografía muy llana que apenas se eleva del mar 30 o 40 centímetros en muchos de sus puntos.

Una de las consecuencias destacadas de la subida del nivel del mar es la pérdida de playas por el efecto, más agresivo, de la dinámica litoral. Así pues, los temporales en invierno son más agresivos con cada incremento del nivel del mar, aunque éste sea milimétrico, con el consiguiente aumento de pérdidas de arena en las playas. Una subida del nivel del mar de 5 milímetros/año, como las que se registra en la costa mediterránea, necesita aportaciones de arena de 1,5 m³/año por cada metro lineal de playas⁷¹.

También, se prevén efectos sobre los recursos hídricos. En la cuenca hidrográfica del Río Segura, comparando los datos sobre aportaciones medias (recursos propios⁷² de la cuenca) entre los años 1940-1990 con la media de las aportaciones entre los años 1980-2005, se observa una reducción del 18%: desde los aproximadamente 1000 hectómetros cúbicos hasta los de 817 de media anual. Esta pérdida de recursos propios de la cuenca por reducción de precipitaciones y aumento de la temperatura, que llega a disparar la evaporación en el agua embalsada, ha sido descrita en el marco del Observatorio Regional del Cambio Climático por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica⁷³.

En relación con la gestión del medio natural, se han documentado numerosas evidencias y se han realizado multitud de trabajos que muestran un importante efecto sobre la biodiversidad provocando desplazamientos y cambios en las áreas de distribución. En general, se muestra un cambio rápido en las comunidades como adaptación al cambio climático que se manifiesta en un desplazamiento hacia el norte.

Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad se verán agravados por la enorme fragmentación de los hábitats que ha originado el desarrollo de la ocupación del suelo, y especialmente las infraestructuras de transporte. A nivel regional, se pueden consultar los trabajos del Departamento de Ecología de la Universidad de Murcia expuestos en el marco del Observatorio Regional del Cambio Climático⁷⁴. Uno de los

⁷¹ En este sentido, véase Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: *Tercera Comunicación Nacional de España. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid 2002. pág. 123.

«Si la velocidad de subida del nivel del mar es de 5 milímetros/año se necesitarían 1,5 m³/año por cada metro lineal de playas (15000 m³ de arena por cada 10 Km. de playa cada año, solamente para compensar el efecto de la subida del nivel del mar). Si no se lleva a cabo esta alimentación de arena de forma periódica la playa sumergida adoptará un nuevo equilibrio erosionando esa cantidad de arena de la playa emergida y el resultado será un retroceso muy visible de la línea de contacto arena-agua, aún con subidas muy moderadas del nivel medio del mar».

⁷² Recursos de la cuenca sin contar el trasvase Tajo Segura.

⁷³ J.L. Fraile "Propuesta de indicadores de cambio climático en las bases de datos de la Confederación Hidrográfica del Segura" en *Clima y Cambio Climático Global en Cambio Climático en la Región de Murcia. Evaluación basada en indicadores*. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, 2016. Pág... 75 y siguientes.

Actualmente es obligatorio incluir en la planificación hidrológica una previsión del impacto que ocasionará el cambio climático en las aportaciones de los cauces (Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica y Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica, que desarrolla el citado R.D.).

En este sentido, como consecuencia del cambio climático, el Plan Hidrológico de la cuenca del Río Segura, aprobado en enero de 2016, recoge una previsión de reducción en los recursos propios de un 5% en toda la cuenca del Segura en el horizonte del año 2033, similar al de otras demarcaciones hidrográficas, como la del Ebro.

⁷⁴ Esteve, M.A., Martínez, J., Hernández, I., Robledano, F., Pérez, M.A., y Lloret, F. "Cambio climático y Biodiversidad en el contexto de la región de Murcia" en *Clima y Cambio Climático Global en Cambio Climático en la Región de Murcia. Evaluación basada en indicadores*. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, 2016. Pág... 75 y siguientes.

efectos más claros sobre las masas forestales vendrá de la reducción en las precipitaciones, que desde hace años pronostican importantes daños⁷⁵.

En consecuencia, una parte destacable de la formulación de cualquier estrategia para la lucha contra el cambio climático es la determinación y estudio de los cambios observados en los bosques y en el conjunto de la biodiversidad y generar los modelos de predicción de impactos y de alerta que nos permitan introducir cambios en la gestión de la conservación del patrimonio natural.⁷⁶

También, el cambio climático está causando el calentamiento y la acidificación⁷⁷ en el medio marino. Como consecuencia del aumento en la temperatura en las aguas en el Mediterráneo (0,34 grados centígrados por década), se ha observado que el esfuerzo pesquero se desplaza hacia el norte y cada vez a mayores distancias para poder obtener los mismos recursos. Así mismo, se ha detectado la presencia, en las costas de la Región de Murcia, de peces pertenecientes a especies termófilas, características de zonas de aguas más cálidas como Canarias. El cambio climático afectará, igualmente, a la estructura de algunas comunidades marinas como la pradera de posidonia oceánica, muy sensible a los incrementos de temperatura y salinidad. Las praderas marinas, en general, tienen una importante tasa de captura de CO₂, lo que las convierte en un importante sumidero de carbono.

En la agricultura regional hay sectores que empiezan a estudiar los efectos inducidos por el cambio climático al alterar su productividad así como la maduración⁷⁸ y la calidad de sus producciones. Un ejemplo es el sector productor de vino⁷⁹. Son importantes los trabajos sobre *vulnerabilidad del viñedo y las necesidades de adaptación para 56 denominaciones de origen protegidas* desarrollados por COAG y presentado en Jumilla el 28 de abril de 2016. La agricultura de secano aparece como necesitada de medidas de adaptación pero es previsible que se vean afectadas otras modalidades, incluso los regadíos para agricultura de precisión⁸⁰.

⁷⁵ Chaparro, J. en su tesis doctoral, predecía que cuando se alcance un déficit hídrico anual de 100 mm entre un 19 y un 30 % de las masas forestales de la Región de Murcia sufrirían debilitamientos y mortandades importantes.
Chaparro, J. 1996. Distribución potencial del bosque y de sus especies arbóreas en zonas mediterráneas semiáridas: modelos y aplicaciones. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

⁷⁶ Mediante Resolución de 11 de octubre de 2016, se publica (BORM miércoles, 26 de octubre de 2016 Número 249) el convenio de colaboración entre la Administración General de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia a través de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente y la Universidad de Murcia en el desarrollo del proyecto sobre la determinación de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en la Región de Murcia: Indicadores, impactos y sistemas de alerta.
Se puede ver parte de esta información publicada en Riesgos Ambientales en la Región de Murcia. Universidad de Murcia 2017. Capítulo 8. La respuesta de los bosques de *Pinus halepensis* al cambio climático y los eventos de sequía extrema: modelos preliminares. Miguel Ángel Esteve Selma, M. Francisca Carreño Fructuoso, Juan Miguel Moya Pérez, Pablo Montoya Bernabeu, Julia Martínez Fernández, M. Ángeles Pérez Navarro y Francisco Lloret

⁷⁷ Una buena parte del incremento en las emisiones de CO₂ se disuelve en el mar. El CO₂ reacciona con el agua formando ácido carbónico y aumenta de la acidez del agua del mar. Esta alteración dificulta el funcionamiento correcto de sus procesos fisiológicos y metabólicos.

⁷⁸ Adelanto de la fecha de las cosechas.

⁷⁹ Son destacables, en este sentido, las iniciativas en cuanto a mitigación de la Federación Española del Vino difundiendo la declaración de Barcelona 2011

⁸⁰ Un ejemplo de lo que pueden ser impactos cada vez más frecuentes sobre el sector agrícola fueron las consecuencias de las altas temperaturas de invierno 2015-2016 sobre la agricultura de precisión del Campo de Cartagena. Las elevadas temperaturas provocaron un descenso de los precios de las hortalizas, causado por la alteración del ciclo vegetativo de las plantas y por el hundimiento de la demanda en el exterior, debido a que en algunos países europeos se seguían produciendo hortalizas cuando otros años la temperatura lo impedía. La caída de los precios obligó a retirar 7000 toneladas de hortalizas.

Otro efecto a tener en cuenta es la falta de horas de frío que altera la correcta evolución de algunos cultivos como la fruta de verano, los frutos secos, la viña y el olivo. Los síntomas causados por la insuficiencia de horas de frío en los cultivos son el retraso en la apertura de yemas, una brotación irregular y dispersa y un cuajado anormal, de forma que en primavera tendrán menor producción y peor calidad.

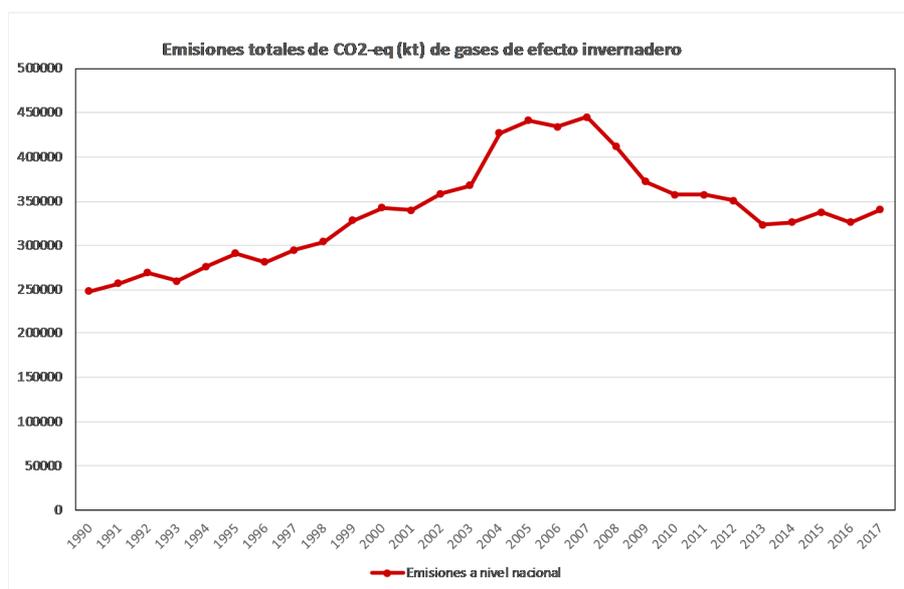
En el apartado 6.2 se recogen numerosos enlaces a fuentes de información sobre los efectos que el calentamiento global tiene sobre la actividad económica, la sociedad, los territorios y los ecosistemas.

2.1.2. LAS EMISIONES DE LOS DIFERENTES SECTORES Y DEL CONJUNTO DE LA REGIÓN

FLUJO ANUAL DE EMISIONES

El Sistema Español de Inventario (Ministerio de Agricultura, Agua y Alimentación), regulado en el art. 27 de la Ley 34/2007, 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, determina para cada año el flujo anual de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que realiza nuestro país y cada una de las comunidades autónomas.

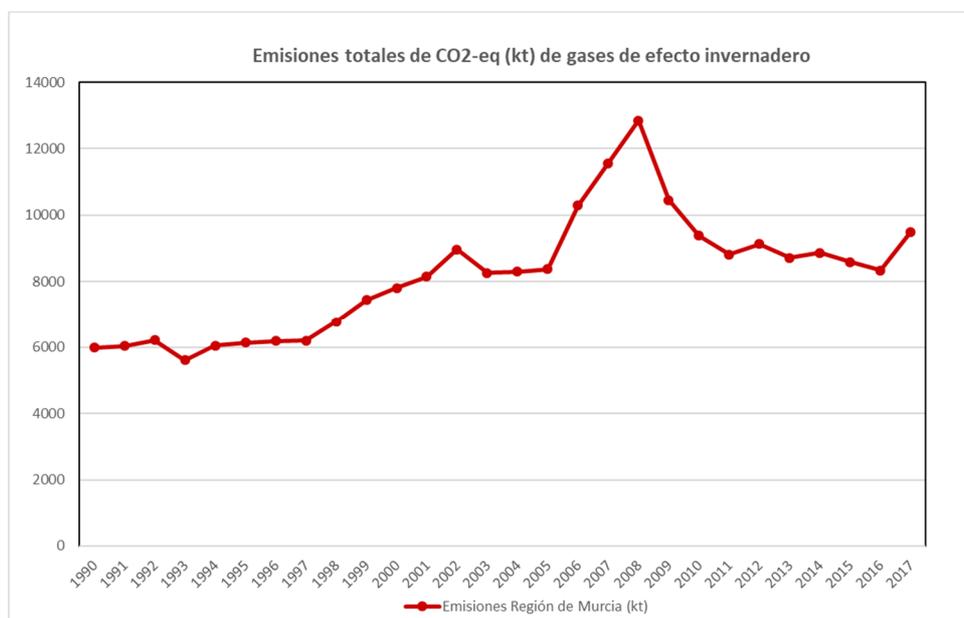
La gráfica siguiente señala las emisiones⁸¹ correspondientes al conjunto del país desde 1990 a 2017⁸². La evolución permite observar la inflexión producida por la crisis económica a partir de 2008.



⁸¹Las emisiones se expresan como CO₂ equivalente al considerar, además del CO₂, otros gases de efecto invernadero como el metano, el óxido nítrico y los gases fluorados.

⁸² https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumeninventariogei-ed2019_tcm30-486322.pdf

La gráfica siguiente muestra la evolución de las emisiones de la Región de Murcia en los últimos 27 años. Estas emisiones suponen entre el 2 y el 3% de las del conjunto del país. A partir del año 2006 se registra un incremento como consecuencia de la entrada en funcionamiento de tres potentes centrales térmicas de gas natural de ciclo combinado en el Valle de Escombreras. Desde 2008 se produce, por la crisis económica, una caída en las emisiones que no fue más acentuada por la entrada en funcionamiento en 2011 de la ampliación de la refinería de Escombreras.



La Región de Murcia realiza unas emisiones anuales de unos 8,8 millones de toneladas de CO₂eq como media de los últimos 5 años. En 2014 se emitieron 8,8 millones, 8,5 millones en 2015, 8,3 millones en 2016 y en 2017 (último dato oficial disponible de acuerdo con el Inventario Nacional) se situaron en 9,5 millones de toneladas (esta variación en las emisiones es fundamentalmente responsabilidad de las centrales térmicas de ciclo combinado de escombreras en función de la demanda de electricidad a nivel nacional).

El inventario regional de emisiones realizadas en 2017 puede verse desagregado por gases y por sectores de actividad en el cuadro siguiente⁸³.

⁸³ De acuerdo con el Sistema Nacional de Inventario (Ministerio de Transición Ecológica) durante el año 2017 la huella de carbono de la Región de Murcia en su alcance 1, es decir, las emisiones de directa responsabilidad para mantener la economía y la sociedad de la región, con su nivel de consumo, fue de 9,5 millones de toneladas. Como se puede ver en el cuadro, destaca el consumo de combustibles fósiles (casi 7,5 millones de toneladas) y dentro de estos sobresale el consumo de carburantes para el transporte que generó 2,5 millones de toneladas. Las emisiones de metano medidas como CO₂ equivalente de la ganadería suponían 829 000 toneladas mientras que las emisiones de óxido nítrico por el abonado nitrogenado de la agricultura aportaron 353 000 toneladas de CO₂equivalente

5	GASES DE EFECTO INVERNADERO	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
6	CATEGORÍAS DE ACTIVIDAD	CO2 equivalente (Kilotoneladas)						
7	Total Emisiones	7.493,91	1.239,75	532,67	225,79	0,25	8,53	9.500,89
8	1. Procesado de la energía	7.440,75	63,24	58,40				7.562,38
9	A. Actividades de combustión	6.256,45	44,32	58,40				6.359,16
10	1. Industrias del Sector Energético	2.576,55	2,16	21,03				2.599,73
11	2. Industrias manufactureras y de la construcción	483,10	16,40	2,90				502,40
12	3. Transporte	2.524,51	2,18	28,09				2.554,78
13	4. Otros Sectores	670,24	23,58	6,36				700,18
14	5. Otros	2,06	0,00	0,02				2,08
15	B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.184,30	18,92	0,00				1.203,22
16	1. Combustibles sólidos							0,00
17	2. Petróleo y gas natural	1.184,30	18,92	0,00				1.203,22
18	2. Procesos Industriales	36,86	0,00	10,77	225,79	0,25	8,53	282,20
19	A. Productos Minerales	3,64						3,64
20	B. Industria química							0,00
21	C. Producción metalúrgica	10,34						10,34
22	D. Productos no energéticos y uso de disolventes	22,88						22,88
23	E. Industria electrónica							0,00
24	F. Uso de sustitutos de los GEIs				225,79	0,25		226,04
25	G. producción y uso de otros productos			10,77			8,53	19,30
26	H. Otros							0,00
27	3. Agricultura	16,30	923,55	417,74				1.357,59
28	A. Fermentación entérica		289,08					289,08
29	B. Gestión del estiércol		539,70	64,24				603,94
30	C. Cultivo de arroz		94,68					94,68
31	D. Suelos agrícolas			353,47				353,47
32	E. Quemados planificados de sabanas							0,00
33	F. Quema en el campo de residuos agrícolas		0,09	0,03				0,12
34	G. Enmiendas calizas							0,00
35	H. Fertilización con urea	16,30						16,30
36	4. Cambios de uso del suelo y silvicultura							0,00
37	5. Tratamiento y eliminación de residuos	0,00	252,95	45,76				298,72
38	A. Depósito en vertederos		146,29					146,29
39	B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		16,82	11,96				28,78
40	C. Incineración de residuos		0,53	3,25				3,78
41	D. Tratamiento de aguas residuales		89,29	30,55				119,84
42	E. Otros		0,03					0,03

INVENTARIO DE EMISIONES CORRESPONDIENTE A LA REGIÓN DE MURCIA EN 2017.
Fuente: Sistema Español de Inventario (Ministerio de Agricultura, Agua y Alimentación)

La Unión Europea creó y reguló en 2003 un comercio de derechos de emisión para reducir los costes del cumplimiento del Protocolo de Kioto que entro en funcionamiento en 2005 (en España ley 1/2005). Se trata de un instrumento de mercado que permite financiar la adaptación empresarial a una economía baja en carbono. La Unión Europea se decantó por la creación del comercio de derechos de emisión frente a la creación de un impuesto, después de estimarse que permitiría abaratar el coste del cumplimiento de las obligaciones asumidas en Kioto⁸⁴ en 20 000 millones de euros.

En la Región de Murcia, las empresas que obligatoriamente han de participar en el régimen de comercio de derechos de emisión⁸⁵ forman parte de los que se conocen como sectores regulados, es decir, sectores obligados por Ley 1/2005 o sectores ETS⁸⁶. Representan entre el 45 y el 50% del total de las emisiones (46% en 2016 y 50% en 2017).

Los sectores y empresas no afectadas por la obligación de participar en el comercio de derechos de emisión, conocidos como sectores difusos (transporte, resto de actividades

⁸⁴ La primera fase de los compromisos asumidos por el protocolo de Kioto concluida en 2012. Prorrogado hasta 2020 en que se aplicara solo el Acuerdo de París.

⁸⁵ <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/default.aspx>

⁸⁶ Sectores ETS (Emissions Trading System: sistema de comercio de emisiones).

industriales, comercio, agricultura, gestión de residuos etc.) representan el otro 45-50% de las emisiones totales.

El comercio de derechos de emisión (ETS) es para la Comisión Europea una pieza importante dentro del conjunto de iniciativas de la Unión Europea para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero⁸⁷.

Como se ha señalado, el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero sólo es obligatorio para una parte del sector industrial. En la actualidad, 21 centros productivos de empresas en la Región de Murcia, más de mil centros a nivel nacional y unos 11 000 a nivel europeo.

Las emisiones del conjunto de empresas reguladas por el régimen de comercio de derechos de emisión suponían en la Región, en su inicio en 2005, algo menos de 3 millones de toneladas, hasta llegar a un máximo de 7,5 millones en 2008 (plena actividad de las centrales térmicas de ciclo combinado de gas natural de producción de electricidad en Escombreras) y descender posteriormente hasta situarse entre 3,5 y 4,5. En 2017 supuso 4,8 millones de toneladas. En 2018, las emisiones del sector ETS en la Región de Murcia han sido 3,6 millones de toneladas.

Desde el año 2005, las empresas afectadas por esta obligación legal deben obtener una autorización de emisión de gases de efecto invernadero de la Comunidad Autónoma, solicitar derechos de emisión al Ministerio competente en materia de medio ambiente y presentar, para su aprobación a la Comunidad Autónoma, antes del 28 de febrero de cada año, un informe anual verificado sobre las emisiones que realmente se han realizado en el año precedente. Un derecho de emisión equivale al derecho a emitir una tonelada de CO₂.

La unidad técnica responsable en la Comunidad Autónoma (Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático valora el informe y, si da su conformidad, inscribe antes del 31 de marzo en el Registro Público Europeo de Derechos de Emisión las emisiones reales producidas por cada centro de actividad. Una vez inscritas las emisiones reales realizadas, cada empresa debe entregar, en el registro europeo, antes del 30 de abril de cada año un número de derechos de emisión equivalentes al dato de emisiones verificadas (emisiones realizadas del año anterior) inscritas por la Comunidad Autónoma en el citado Registro público. Las empresas que por su eficiencia consiguen realizar emisiones inferiores a número de derechos asignados pueden vender los derechos de emisión sobrantes⁸⁸. Así, obtendrán con esta venta la financiación necesaria para avanzar en la reducción de emisiones.

En cumplimiento de la legislación europea del comercio de derechos de emisión, la Administración Española (Acuerdo de Consejo de Ministros) ha asignado para cada año del periodo 2013-2021 y de forma gratuita a cada empresa una determinada cantidad de derechos de emisión. Las modificaciones legales introducidas con la Ley 13/2010 hicieron que las empresas de producción de electricidad no pudieran recibir desde 2013 asignación gratuita de derechos de emisión y tienen que acudir a las subastas de derechos que realiza la Comisión Europea y los Estados Miembros.

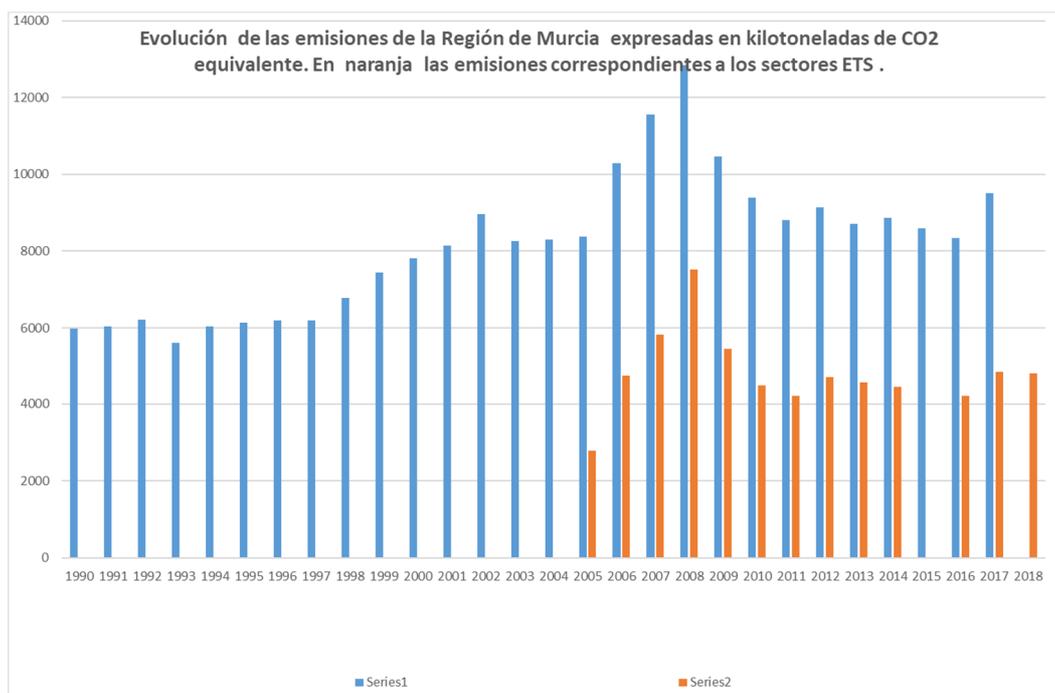
⁸⁷ http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet_ets_es.pdf

⁸⁸ Ley 1/2005. Artículo 19.8 asignación individualizada de derechos de emisión.
“En los supuestos en que, como consecuencia de mejoras tecnológicas no previstas en la asignación inicial, se produzca una modificación en las características de una instalación que determine un cambio en la autorización y una reducción significativa de emisiones, el titular de la citada instalación mantendrá la asignación inicial de derechos de emisión.”

La diferencia entre los derechos asignados y las emisiones reales para el conjunto de empresas de la Región de Murcia obligadas al comercio de derechos de emisión es importante. Los derechos de emisión asignados solo cubren, en los últimos años, alrededor del 50% de las emisiones reales producidas lo que supone una importante factura anual en la adquisición de derechos de emisión. Esta factura, en aplicación del principio de quien contamina paga, se puede estimar para las emisiones realizadas en 2018 en más de 39 millones de euros de acuerdo con la información reflejada en el siguiente cuadro.

INSTALACIONES OBLIGADAS AL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN EN 2018	ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE EMISIÓN 2018 ⁸⁹	EMISIONES REALES 2018	DIFERENCIA	COSTE ESTIMADO ⁹⁰ EN € (Considerando Precio medio 2018 : 16,17 €)
21	2 360 869,00	4 795 981,00	2 435 112	39 375 761,04

En la gráfica siguiente se representan de forma comparada la evolución del total de las emisiones (sectores ETS más sectores difusos), en azul, frente a las emitidas solo por los sectores ETS (sectores sometidos al comercio de derechos de emisión), en color naranja.



⁸⁹ A las Plantas de producción de electricidad no se asignan desde 2013 derechos de emisión gratuitos.

⁹⁰ Utilizando los datos de emisión de 2018 que el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático ha anotado en el Registro Europeo de Derechos de Emisión y que son públicos en el sitio web de la Unión Europea (https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/registry/docs/verified_emissions_2018_en.xlsx) así como los datos de asignación obtenidos en esa misma fuente, podemos estimar el déficit de derechos que para el año 2018 tenían las empresas sometidas al comercio de derechos de emisión en la Región de Murcia.

A ese déficit le hemos aplicado el precio a plazo de los derechos de emisión de la Unión Europea, DEUE, para el año 2018, que ha utilizado recientemente el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la Orden por la que se convoca la concesión de las subvenciones dispuestas en el Real Decreto 1055/2014, de 12 de diciembre, por el que se crea un mecanismo de compensación de costes de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero para empresas de determinados sectores y subsectores industriales a los que se considera expuestos a un riesgo significativo de «fuga de carbono», modificado por el Real Decreto 655/2017, de 23 de junio, correspondientes a costes del año 2018.

Para más información puede consultarse:

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=361:emisiones-del-sector-sometido-a-comercio-de-derechos-de-emision-sector-ets-ano-2017&Itemid=303

El cuadro siguiente muestra el reparto de emisiones en la Región de Murcia en comparación con el total nacional⁹¹ así como el peso de los diferentes sectores difusos que en el total de las emisiones.

EMISIONES TOTALES DEL CONJUNTO DE LA ECONOMÍA REGIONAL COMPARADAS CON LA NACIONAL						
EMISIONES DE GEI en kilo toneladas de CO2 eq. AÑO 2017	REGIÓN MURCIA	%		TOTAL NACIONAL		%
SECTORES ETS.	4.828,74	50,9		136.318,65		40,07
SECTORES NO ETS (SECTORES DIFUSOS)	4.672,14	49,1		203.912,25		59,93
TOTAL	9500,89			340.230,9		
EMISIONES DE LOS SECTORES DENTRO DEL CONJUNTO DE SECTORES DIFUSOS						
	REGIÓN MURCIA	% entre los difusos	% del total regional (ETS * Difusos)	REPARTO NACIONAL		%
Transporte	2.554,78	54,7	26,8	88.784,50		43,5
Ganadería (fermentación entérica y estiércol)	893,02	19,1		26.011,50		12,8
Agricultura (emisiones por abonado nitrogenado)	353,47	7,6		12.420,40		6,1
Tratamiento de residuos y aguas residuales)	298,72	6,4		13.454,80		6,6
Otros sectores difusos	572,15	12,2		63.241,0		31,0
TOTAL DIFUSOS	4672,14			203.912,25		

EMISIONES TOTALES DEL LOS SECTORES ETS, DE DIFERENTES SECTORES DIFUSOS Y DEL CONJUNTO DE LA REGIÓN DE MURCIA. Fuente: Sistema Español de Inventario.

⁹¹ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/es2019-unfccc_nir_tcm30-496176.pdf

Dentro de los sectores difusos el transporte es el de mayor importancia, suponiendo un 27% de las emisiones totales regionales y un 55% dentro de los sectores difusos. Crece en sus emisiones a una tasa interanual superior a la del crecimiento del Producto Interior Bruto de la Región⁹².

Por otra parte, las emisiones de la agricultura se corresponden básicamente con las emisiones de los suelos agrícolas por la desnitrificación del abonado nitrogenado que genera emisiones de óxido nítrico (298 veces más efecto invernadero que el CO₂). Las aportaciones anuales de nitrógeno⁹³ de acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de Agricultura en su "Perfil ambiental de España 2013" se situaban como media en torno a 130 kilos de nitrógeno por hectárea en la Región de Murcia. Cada kilo de nitrógeno aportado supone unas emisiones de 3 kilos de CO₂-eq. En cuanto a la ganadería, las emisiones a considerar son las de metano y óxido nítrico por gestión del estiércol generado y las de metano a consecuencia de la fermentación entérica del ganado. A modo de ejemplo, cada plaza para cerdo de engorde supone unas emisiones de 350 kilos de CO₂-eq por animal y año, que en el caso de cerdas reproductoras se eleva a 1100.

Como se ha comentado, en octubre de 2014, la Unión Europea acordó reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990, lo que supone para los sectores difusos una reducción del 30 % en el conjunto de Europa y en España la obligación de una reducción del 26% desde 2005.

En el caso de la Región de Murcia, trabajos recientes⁹⁴ basados en el informe de proyecciones para las emisiones de España 2011-2030, elaborado por la Agencia Europea de Medio Ambiente⁹⁵, estima que las emisiones esperadas del conjunto de sectores difusos seguirán creciendo, lo que haría muy difícil el cumplir con la reducción del 26%. La brecha alcanza para los sectores difusos en 2030 más de 2 millones de toneladas.

Este escenario es un reto importante para la competitividad de la economía regional, teniendo en cuenta que la reducción de emisiones va a ser cada vez más exigente. En este sentido, la Comisión Europea adoptó en 2011 la "*Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050*", que pretende una reducción del 80-95 % en 2050, con respecto a 1990, iniciativa también refrendada por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. A esta hoja de ruta se le ha unido el compromiso de trabajar para alcanzar la neutralidad climática que, como hemos señalado, se ha incluido entre los 4 grandes objetivos que conforman la nueva Agenda Estratégica para 2019-2024⁹⁶ aprobada en la reunión del Consejo de la Unión Europea de junio de 2019⁹⁷.

⁹² De las 2,215120 toneladas en 2013 ha pasado a 2,509040 con un crecimiento sostenido todos los años.

⁹³ La tesis doctoral "Evaluación de la lixiviación de nitratos en cultivos de invernadero en el campo de Cartagena", leída en la UPCT en junio de 2017, cuyo autor es Joaquín Navarro Sánchez, ha demostrado que existe una sobrefertilización que aconsejaría revisar la Orden de 3 de diciembre de 2003, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas de la Región de Murcia, que contempla unas dosis de nitrógeno muy por encima de las necesarias y que obliga a aplicarlas a las explotaciones agrícolas de las zonas designadas como vulnerables y a todos aquellos beneficiarios de ayudas agroambientales.

⁹⁴ Consejo Económico y Social. Región de Murcia. "Competitividad y Cambio Climático" Página 51 y siguientes <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=497>

⁹⁵ Trends and projections in Europe 2015. European Environment Agency, nº4/2015

⁹⁶ <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2019/06/20/a-new-strategic-agenda-2019-2024/>

⁹⁷ <https://www.consilium.europa.eu/es/meetings/european-council/2019/06/20-21/>

2.2. ESCENARIOS FUTUROS

Como se ha señalado, la determinación de la vulnerabilidad⁹⁸ se realiza partiendo de las características que se prevé que tendrá el clima en el futuro (proyecciones de los escenarios climáticos futuros) junto con elementos como la subida del nivel del mar.

En función de estas proyecciones se evalúan las consecuencias que pueden conllevar los futuros escenarios. Por ejemplo, a partir de una temperatura máxima en temporada alta es previsible que se reduzca la demanda del turismo de sol y playa, o que se pongan en riesgo la productividad y la calidad de determinados cultivos como la vid. En esta fase es importante desarrollar la investigación aplicada que permita determinar cómo responderían las actividades, las especies y los ecosistemas en cada nuevo escenario.

Partiendo de esa información se puede evaluar la capacidad de adaptación que para esos escenarios puede tener la actividad o sector de actividad, un núcleo de población o un territorio concreto o unos determinados tipos de infraestructuras. La capacidad de adaptación estará en función principalmente del conocimiento técnico y científico disponible, así como de la capacidad financiera para acometer las acciones de adaptación. Así, la generación de conocimiento es fundamental. Por ejemplo, es interesante la disponibilidad de nuevas variedades de vid más resistentes a las altas temperaturas y a la escasez de agua puestas a punto para cada denominación de origen mediante la ingeniería genética.

2.2.1. ESCENARIOS FUTUROS DE TEMPERATURA Y OTROS INDICES CLIMÁTICOS

Para estimar la evolución del clima⁹⁹ de la Región de Murcia a lo largo del siglo XXI se toman las proyecciones elaboradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)¹⁰⁰, basadas en los escenarios definidos en el Quinto Informe del IPCC de Naciones Unidas.

En el Quinto Informe se han definido cuatro escenarios de emisión. Son las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés *Representative Concentration Pathways*), RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Estas se identifican por su forzamiento radiactivo total para el año 2100 (energía que llega a la tierra) que varían desde 2,6 a 8,5 vatios/m². Debemos utilizar preferentemente¹⁰¹ para las proyecciones las Sendas Representativas de Concentración RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5 o bien los dos extremos RCP4.5 (escenario de emisiones moderado) y RCP8.5 (escenario de alta concentración de gases de efecto invernadero).

⁹⁸ Grado en que una actividad, una organización, un territorio, un ecosistema o una especie es incapaz de sobrellevar los efectos adversos del cambio climático.

⁹⁹ Los cambios en el clima como consecuencia del incremento de la temperatura no van a ser uniformes en todo el planeta, variarán de una región a otra. Esta variación se debe a una distribución desigual del calor solar, a las respuestas de la atmósfera, los océanos y a las características físicas de las regiones. La localización respecto de mares y océanos es un factor importante por la inercia que éstos mantienen amortiguando los cambios de temperatura. Por lo general, se pronostica que las zonas interiores serán más cálidas que las zonas costeras.

¹⁰⁰ La información sobre proyecciones climáticas elaborada por AEMET puede ser trasladada para un municipio o zona concreta, dado que la información de partida para alimentar los diferentes modelos se toma de un número importante de estaciones meteorológicas existentes en la Región de Murcia.

¹⁰¹ La senda RCP2.6, que prevé un forzamiento radiactivo a final de siglo de 2,6 vatios/m², se corresponde con una previsión de concentración de CO₂ en la atmósfera a final de siglo de 421 partes por millón (ppm). Sin embargo, en octubre de 2019 se han superado los 408 ppm, por lo que parece un escenario poco razonable que será previsiblemente superado. Las sendas RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5 se corresponden con 538, 670 y 936 ppm, respectivamente. Puede seguirse la información sobre la concentración de CO₂ en www.co2now.org En español <https://es.co2.earth/>

Entre las proyecciones realizadas de concentración de CO₂ se barajan como más probables, de no reducirse significativamente las emisiones, la cifra de 670 ppm a final de siglo. Por estas razones, debemos utilizar preferentemente para las proyecciones la Senda Representativa de Concentración, RCP6.0.

Las proyecciones están basadas en modelos informáticos que implican simplificaciones de los procesos físicos que dan lugar al clima. Los datos de estas proyecciones son de gran utilidad en cuanto a las tendencias, pero no son comparables, en términos de fiabilidad y resolución, con los datos observacionales (mediante medidas reales) ni con las predicciones a corto plazo.

Las tendencias que nos señalan para el conjunto de la Región de Murcia muestran una elevación gradual de las temperaturas máximas y mínimas (cambio anual de la temperatura media de las máximas diarias y cambio anual de la temperatura media de las mínimas diarias). El aumento en las temperaturas máximas con respecto a la fecha actual sería de 1 °C para mediados del siglo XXI, y entre 2,5 y 3,5 °C para finales del mismo. De igual forma, el aumento en las temperaturas mínimas alcanzaría 1 °C para el año 2050 y entre 1 y 2°C para el año 2100, variando según escenarios de emisiones elegidos y el modelo climático utilizado.

Si consideramos cómo cambiarían las temperaturas con respecto a la media que tuvieron en el periodo de referencia 1971-2000, estaríamos a mediados de siglo ante un incremento acumulado en las temperaturas máximas entre 1,5 y 3 °C y entre 2,5 y 4 °C para finales del mismo. De igual forma, el aumento acumulado en las temperaturas mínimas habría sido entre 1 y 2 °C para el año 2050 y entre 2 y 3,5 °C para el año 2100.

En el futuro, se incrementará el número de días cálidos¹⁰². De las predicciones de AEMET, tomando en consideración los escenarios climáticos del Quinto Informe del IPCC, se observa que para la Región de Murcia en 2050 se habrán incrementado en un 20%.

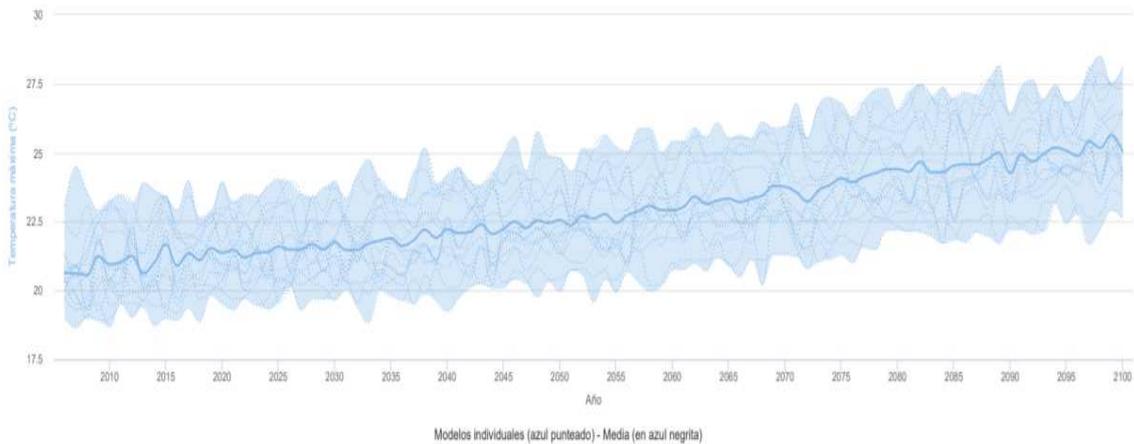
De gran utilidad es el visor de Escenarios de la plataforma AdapteCCa¹⁰³. Esta aplicación permite visualizar predicciones por municipio o por un área de territorio¹⁰⁴. Está realizada por la Agencia Estatal de Meteorología siguiendo técnicas de regionalización estadística. <http://adaptecca.es/escenarios/>

¹⁰² Cambio anual en el número de días cálidos. Un día cálido es aquel cuya temperatura máxima es superior al valor del percentil 90 obtenido de la población de valores observados para cada día del año a lo largo de un período de referencia de años. Con el fin de evitar la gran variabilidad diaria el valor de temperatura máxima para un determinado día se calcula empleando una ventana temporal de 11 días centrados en el día en cuestión.

¹⁰³ La Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático, AdapteCCa, es una herramienta para intercambiar información, conocimientos sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, desarrollada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente a través de la Fundación Biodiversidad.

¹⁰⁴ El visor de Escenarios de la plataforma AdapteCCa permite definir proyecciones para un territorio concreto delimitado por el trazado que queramos de una línea poligonal. Por ejemplo el territorio de una denominación de origen para el vino o un espacio natural protegido o área de Red Natura 2000.

Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla (media) - RCP 8.5 - Año completo - Región de Murcia



A modo de ejemplo, se muestran la evolución del incremento esperado como media para el conjunto de la Región de Murcia en la temperatura máxima anual para el escenario RCP 8.5 (escenario que supone que no se conseguirán importantes compromisos de reducción de emisiones a nivel mundial).

De forma complementaria y para la variable “precipitaciones” se puede obtener información dentro de la plataforma AdapteCCa a través del visor <http://www.adaptecca.es/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-en-espana-aplicacion-camrec>

El visor está alimentado con la información de base que sirvió para dar lugar al último trabajo sobre recursos hídricos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)¹⁰⁵ en el marco del Plan Nacional de Adaptación. La resolución espacial de los mapas es de 1000x1000 m. Los mapas de precipitación están expresados en mm/mes o mm/año según la referencia temporal. Los periodos son 1961-2000 o periodo de control¹⁰⁶ y los periodos para escenarios 2010-2040, 2040-2070 y 2070-2100. En los mapas siguientes podemos ver un considerable incremento de la superficie regional que se quedarán, en el periodo 2070-2100, por debajo de los 200mm de precipitación anual (mapa segundo con respecto a la media del periodo 1961-2000 presentada en el mapa primero), lo que unido al incremento de la evapotranspiración reducirá el agua disponible.

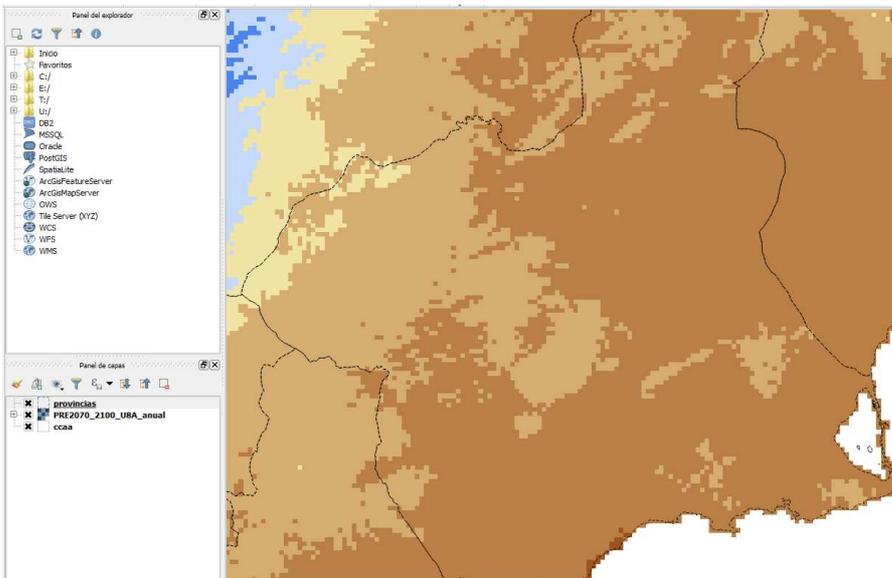
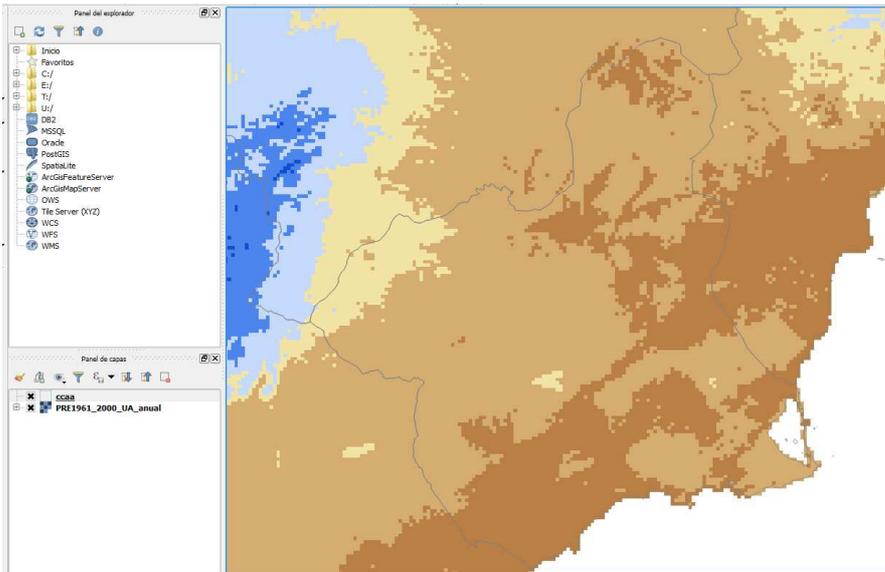
¹⁰⁵http://www.adaptecca.es/sites/default/files/editor_documentos/CEDEX_Evaluacion_cambio_climatico_recursos_hidricos_sequias_Espa%F1a.pdf

Además de precipitación se recoge información sobre otras variables hidrometeorológicas como son evapotranspiración, escorrentía, recarga de acuíferos y aportación.

En su página 298 se puede ver que para la cuenca del río Segura se predice una notable reducción de la escorrentía para los periodos siguientes:

- 7 - 9 % para el periodo 2010-2040
- 11 -23 % para el periodo 2040-2070
- 20 -38 % para el periodo 2070-2100

¹⁰⁶ Esta información de referencia representa los valores medios observacionales (reales) del periodo 1961-2000.



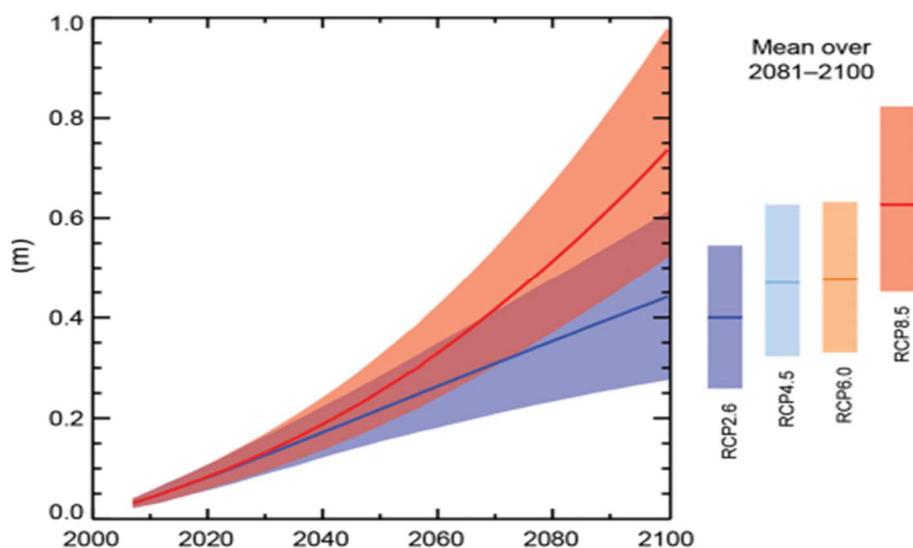
2.2.2. ESCENARIOS FUTUROS DE NIVEL DEL MAR E INUNDABILIDAD MARINA Y FLUVIAL

El cambio climático es responsable del aumento del nivel del mar¹⁰⁷. En la actualidad, el mar sube en nuestras costas medio centímetro cada año como nos indican los mareógrafos de la Red de Puertos del Estado.

Mareógrafo. Puerto de:	Tendencia cm/año	Años considerados
Barcelona	0,631	30
Valencia	0,55	30

¹⁰⁷ Una de las dos causas más importantes que dan lugar al incremento del nivel medio del mar es la temperatura del agua. El agua al estar más caliente ocupa mayor volumen. La otra gran causa es la aportación de los deshielos de glaciares y casquetes polares situados sobre los continentes.

El IPCC de Naciones Unidas, en su Quinto informe, prevé una subida del nivel medio del mar de hasta 98 centímetros para finales de este siglo.



Previsiones de aumento del nivel medio del mar. Fuente: Quinto Informe del IPCC, de septiembre de 2013. (Documento del grupo de trabajo I, GTI: Bases físicas, publicado el 27 de septiembre de 2013). Página 26 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

En la siguiente tabla, tomada del Quinto Informe IPCC, se muestran las proyecciones de aumento del nivel del mar para el periodo 2046-2065 y para diferentes escenarios¹⁰⁸.

Periodo 2046-2065	Escenario o Senda Representativa de Concentración (RCP)	Media	Rango probable
Elevación media mundial del nivel del mar (en metros)	RCP2.6	0,24	0,17 - 0,31
	RCP4.5	0,26	0,19 - 0,33
	RCP6.0	0,25	0,18 - 0,32
	RCP8.5	0,29	0,22 - 0,37

PREVISIONES DE AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR PARA EL PERIODO 2046-2065. Fuente: Quinto Informe IPCC.

¹⁰⁸ Recordemos que los escenarios de emisión, las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés) se corresponden con una hipotética concentración de CO₂ en la atmósfera a finales de siglo. RCP2.6 que prevé un forzamiento radiactivo a final de siglo de 2,6 vatios por metro cuadrado se corresponde con una concentración de CO₂ en la atmósfera de 421 ppm. RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5 se corresponden con 538, 670 y 936 ppm respectivamente.

En septiembre de 2019, el IPCC presentó el Informe Especial sobre Océanos¹⁰⁹. Posteriormente, en noviembre de 2019, el Ministerio para la Transición Ecológica presento los últimos trabajos¹¹⁰ de predicción de subida del nivel medio del mar, que contemplan para la región 40-50 centímetros de incremento a final de siglo. También, trabajos impulsados por el departamento de cambio climático de la Administración Regional¹¹¹ contemplan que el nivel medio del mar en el Levante español se situaría en 2050 entre 58 y 60 centímetros y para finales de este siglo entre 83 y 104 centímetros sobre el nivel de referencia para los instrumentos topográficos. Es decir, un incremento sobre la altura actual de entre 33 y 35 para 2050 y entre 58 y 79 para 2099.



Nivel Medio del Mar para diferentes escenarios en la Manga del Mar Menor. Termino Municipal de Cartagena. Líneas rojas y amarillas predicción para 2050. Líneas azules predicción para 2099. Fuente: Aplicación a la cartografía de precisión de las conclusiones del trabajo de UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS (*Estudio del aumento del nivel medio del mar y de los extremos marinos sobre las costas de Águilas y Cartagena considerando la información generada por los mareógrafos de Cartagena y Alicante.* Marta Marcos, Juan M.Sayol y Ángel Amores. Julio de 2018).

¹⁰⁹ <https://www.ipcc.ch/srocc/home/file:///D:/ESTRATEGIA/IPCC%20OCEANOS.pdf>

¹¹⁰ las proyecciones prevén subidas en el nivel del mar de entre 17 y 35 centímetros para 2028. En el caso de la Región, esa horquilla oscilaría entre los 10 y 15 centímetros; mientras que para final de siglo se estima que las aguas del Mediterráneo subirán entre 40 y 55 centímetros en las costas de Cartagena, La Unión, Águilas, Mazarrón, San Javier, Los Alcázares y San Pedro del Pinatar.

https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/tarea_2_informe_pima_adapta_mapama_tcm30-498855.pdf

¹¹¹ UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Estudio del aumento del nivel medio del mar y de los extremos marinos sobre las costas de Águilas y Cartagena considerando la información generada por los mareógrafos de Cartagena y Alicante. Marta Marcos, Juan M.Sayol y Ángel Amores. Julio de 2018.

Otra de las consecuencias, ya comentada, de la subida del nivel del mar es la pérdida de playas por el efecto, más agresivo, de la dinámica litoral. Así pues, los temporales en invierno son más agresivos con cada aumento del nivel del mar aunque éste sea de centímetros, con el consiguiente incremento de pérdidas de arena en las playas¹¹². De la misma forma, se produce pérdida de la superficie de playa, línea de orilla o pérdida de anchura de playa¹¹³.

El ascenso del nivel medio del mar amplifica el efecto de los temporales. Por esta razón, para la caracterización de la cota de inundación como nivel máximo del mar (no permanente) para un determinado proyecto se debe estudiar la aportación adicional que hace el oleaje o la marea astronómica y la meteorológica así como la probabilidad de que estos coincidan¹¹⁴, en su opción más desfavorable, para el conjunto de los años horizonte.

El Real Decreto 903/2010¹¹⁵ ha regulado la evaluación y gestión de riesgos de inundación, incluyendo las derivadas del cambio climático¹¹⁶ y se ha elaborado información con mapas que muestran las zonas inundables. Esta información puede consultarse en la página web del Ministerio responsable en materia de medio ambiente. La información de los mapas de inundación abarca tanto la de origen fluvial como de origen marino¹¹⁷. Encontramos la información accediendo a través de la Dirección General de Costas¹¹⁸ o a través de la Dirección General del Agua¹¹⁹. También, el acceso concreto a los mapas de peligrosidad y riesgo (tanto de origen fluvial como de origen marino) se hace a través de cada una de las demarcaciones hidrográficas¹²⁰.

Desde el punto de vista del cambio climático, los escenarios de clima futuro predicen una mayor incidencia de eventos climatológicos extremos, entre ellos, una mayor

¹¹² En este sentido, véase Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: *Tercera Comunicación Nacional de España. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid 2002. pág.123.

«Si la velocidad de subida del nivel del mar es de 5 milímetros/año se necesitarían 1,5 m³/año por cada metro lineal de playas (15000 m³ de arena por cada 10 Km. de playa cada año, solamente para compensar el efecto de la subida del nivel del mar). Si no se lleva a cabo esta alimentación de arena de forma periódica la playa sumergida adoptará un nuevo equilibrio erosionando esa cantidad de arena de la playa emergida y el resultado será un retroceso muy visible de la línea de contacto arena-agua, aún con subidas muy moderadas del nivel medio del mar».

¹¹³ Recientemente se ha determinado la pérdida de anchura de playa para las playas de Valencia entre 14 y 23 m para 2050 y entre 40 y 66 para 2100. Se ha considerado la subida del nivel del mar de 0,9 m (dentro de la banda en el año 2100 y de 0,32 m en el año 2050 (predicciones IPCC). Trabajos realizados por el CEDEX(Centro de Estudios de Puertos y Costas) en 2015 "ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN EN LA COSTA SUR DE VALENCIA (PUERTO DE VALENCIA-PUERTO DE DENIA) (Informe final)"

¹¹⁴ Dado que la marea astronómica, meteorológica y el incremento del nivel medio del mar inducido por el cambio climático no pueden considerarse independientes entre sí, existiendo una elevada correlación estadística entre ellos, ha optado por sumar los efectos correspondientes.

¹¹⁵ <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/09/903/con>

¹¹⁶ El Real Decreto 903/2010, concreta la obligación de considerar el cambio climático en la evaluación preliminar del riesgo de inundación en el artículo 6d y 6e. Presta especial atención a la integración del cambio climático en el caso del riesgo sobre las zonas costeras. En concreto en los artículos 7.3, 8c y 21.4.

¹¹⁷ Estos mapas para inundaciones de origen fluvial se han realizado para un tiempo de retorno de 10, 100 y 500 años, mientras que los de inundación de origen marino sólo para 100 y 500 años.

¹¹⁸ <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/directiva-inundaciones/default.aspx>

¹¹⁹ <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

¹²⁰ <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/default.aspx>

torrencialidad en las precipitaciones¹²¹. Según el trabajo del Ministerio para la Transición Ecológica “Inundaciones y Cambio Climático”¹²², el cambio climático producirá cambios en los patrones de inundación indicando que es necesario incorporar el cambio climático en la planificación del uso del suelo, adaptándola a las condiciones futuras.

Asimismo, la Directiva de Inundaciones¹²³ reconoce el cambio climático como uno de los factores que están contribuyendo a aumentar la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones, así como su impacto negativo, y exige que esta influencia se tenga en consideración tanto en la realización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) para la identificación de las zonas de mayor riesgo de la cuenca como en la elaboración de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

Los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación del segundo ciclo (2019) se encuentran en proceso de participación pública por la Confederación Hidrográfica del Segura¹²⁴. Como resultado de aplicar la incorporación del cambio climático en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, se han obtenido distintas zonas de cambio para las precipitaciones máximas diarias en el periodo de retorno de 100 años (T100).

Por otra parte, el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana, en su artículo 22¹²⁵ establece que el informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación. Uno de los riesgos naturales más importantes que considerar es el de inundabilidad relacionada con el cambio climático.

¹²¹ Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en las cuencas mediterráneas y del interior la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas y de crecidas relámpago.

Un estudio publicado en la revista *Nature Climate Change*, ha demostrado que el número de lluvias torrenciales se ha visto incrementado no sólo en las zonas húmedas sino que también se ha visto incrementado en las zonas secas.

<https://www.nature.com/articles/nclimate2941>

Entre las principales evidencias del cambio climático observadas en los espacios protegidos se encuentra una mayor incidencia de fenómenos climatológicos extremos como el incremento del fenómeno de la gota fría y aumento de la frecuencia de las inundaciones

http://www.redeuroparc.org/system/files/shared/Toolkit_cambioclimatico/01018_manual13_baja.pdf

¹²² https://www.miteco.gob.es/ca/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/libro-cambio-climatico-inundaciones-web-06092019_tcm34-499367.pdf

¹²³ Directiva de Inundaciones (Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 23 de octubre de 2007, relativa a la “Evaluación y la gestión de los riesgos de inundación”, traspuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio).

¹²⁴ se ha aprobado la revisión y actualización de la evaluación preliminar del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura correspondiente al segundo ciclo de planificación de la gestión del riesgo de inundación (Resolución de 12 de abril de 2019, BOE nº 126 de 27 de mayo de 2019).

¹²⁵ Artículo 22. *Evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano, y garantía de la viabilidad técnica y económica de las actuaciones sobre el medio urbano.*

1. Los instrumentos de ordenación territorial y urbanística están sometidos a evaluación ambiental de conformidad con lo previsto en la legislación de evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y en este artículo, sin perjuicio de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se requieran para su ejecución, en su caso.

2. El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación.

2.2.3. ESCENARIOS DE OBLIGACIONES EN CUANTO A REDUCCIÓN DE EMISIONES

LAS OBLIGACIONES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Como se ha indicado el cambio climático se genera como consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero con independencia de quien las produce. Las emisiones de un país una vez dispersadas en la atmósfera afectan a todo el planeta. Este carácter global convirtió en imprescindible la coordinación internacional, por lo que en 1992 en Río de Janeiro se firmó el Convenio Marco sobre el Cambio Climático. Entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y fue ratificado por 196 Estados, que constituyen las "Partes" de la Convención.

El Convenio o Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, constituye el elemento básico de la estrategia mundial para combatir el cambio climático. Su objetivo es estabilizar las concentraciones de dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero a un nivel que impida toda perturbación peligrosa del sistema climático.

Desde 1992 se han celebrado numerosas reuniones o conferencias de las partes (COP). La Conferencia de las Partes, compuesta por todos los Estados "Partes", constituye el órgano de decisión de la Convención. Se reúne anualmente en conferencias mundiales. La 18ª Reunión de las Partes del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP 18), celebrada en 2012 en Doha, prorrogó hasta 2020 el período de compromiso del Protocolo de Kioto, que expiraba en 2012. En París, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015, se celebró el número 21, de ahí el nombre de COP 21. En París, la COP 21 aprobó el nuevo Protocolo¹²⁶ que en 2020 sustituirá al de Kioto¹²⁷. Las COP desarrolladas desde 2015 han desarrollado los protocolos de aplicación del acuerdo de París. Del 2 al 13 de diciembre de 2019 ha celebrado la COP 25 en Madrid.

El Acuerdo de París fija en su artículo 2 los grandes objetivos de "mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 grados centígrados", aunque se añadió: "Y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5" respecto a la media de la era preindustrial.

"a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero,....."

La Cumbre del Clima de París supone un acuerdo histórico en la lucha contra el cambio climático, siendo fundamental para la promoción de un desarrollo bajo en emisiones,

¹²⁶ Conferencia de las Partes 21er período de sesiones. París, 30 de noviembre a 11 de diciembre de 2015. Acuerdo de París. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>

¹²⁷ El Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ha necesitado, sin embargo, la elaboración de protocolos específicos que permitan concretar los compromisos. Hasta el acuerdo de París, el más conocido de éstos ha sido el Protocolo de Kioto, adoptado en la Tercera Reunión de las Partes en diciembre de 1997, en la ciudad de Kioto. El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005, 90 días después de que fuera ratificado por 55 países que, en conjunto, suponían al menos el 55% de las emisiones totales (con la ratificación en noviembre de 2004 de Rusia, que representaba el 17,4%, se llegó al 61%, posteriormente lo hizo Australia). China, el principal emisor, aunque lo ratificó ha estado liberada, como el resto de los entonces países en vías de desarrollo, de esfuerzos concretos de reducción de emisiones. El Protocolo de Kioto no impone multas pero sí castigos, obligando a reducir en el siguiente período las emisiones no justificadas con derechos de emisión multiplicadas por 1,3.

resiliente al clima y sostenible. El Acuerdo de París¹²⁸ fue adoptado por todos los países de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

El Acuerdo ha supuesto un cambio sustancial de la estrategia establecida en el Protocolo de Kioto, que imponía un máximo de emisiones y asignaba, mediante una serie de criterios, una cuota de reducción legalmente vinculante a cada país. En esta ocasión, cada país o grupo de países, como los representados por la Unión Europea, propone la reducción de emisiones que está dispuesto a asumir en función de sus capacidades y circunstancias nacionales, denominadas “Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional”, INDC, en inglés *Intended Nationally Determined Contributions*, “Contribuciones”.

En París 187 países presentaron sus propuestas de reducción o contribución. La contribución de la Unión Europea fue presentada el 6 de marzo de 2015¹²⁹. El compromiso fue el concretado en el acuerdo de Jefes de Estado de octubre de 2014 de reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990. Es necesario destacar que en el documento presentado se expresa además una meta, señalando que el compromiso “*está en línea con el objetivo de la UE, en el contexto de las reducciones necesarias según el IPCC por los países desarrollados en su conjunto, para reducir sus emisiones 80-95% en 2050 con respecto a 1990*”.



Así, la Unión Europea acordó el objetivo vinculante de reducir el 40% de las emisiones en 2030, con respecto a las de 1990¹³⁰. El acuerdo señala que “*la UE cumplirá colectivamente el objetivo de la manera más eficaz posible en términos de coste, con reducciones en los sectores sujetos y no sujetos al régimen de comercio de derechos de emisión del 43% y del 30%, respectivamente, en 2030 en comparación con 2005*”. La distribución del esfuerzo para los diferentes Estados miembros en cuanto a los

¹²⁸ El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante destinado a establecer el marco de las actuaciones contra el cambio climático a partir de 2020.

La Embajada de España ante Naciones Unidas depositó, en diciembre de 2016, el instrumento de ratificación del Acuerdo del Clima de París. Una vez depositados sus instrumentos, España entra a formar parte con pleno derecho del Acuerdo, que incluye 190 planes nacionales para luchar contra el cambio climático.

¹²⁹ Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States. Riga, 6 March 2015 <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>

¹³⁰ Consejo Europeo (23 y 24 de octubre de 2014) Conclusiones sobre el marco de actuación en materia de clima y energía hasta el año 2030. <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/es/pdf>

sectores difusos¹³¹ ha sido concretada mediante Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo en junio de 2018, correspondiendo a España¹³² una reducción del 26%.

En consecuencia, el objetivo de reducción de emisiones que hay que introducir en las decisiones de las Administraciones y en el diseño de los planes y proyectos es, respecto a 2030, del 26% de las emisiones que generen las obras y, en su caso, el funcionamiento de las fuentes de emisión en los llamados sectores difusos.

En sintonía con la ya expuesto, una iniciativa importante del Departamento del Comisario de Energía y Clima fue “*La unión de la energía y la acción por el clima*”¹³³. En este marco, la Política Europea relativa a la Unión de la Energía y el Clima¹³⁴ obligaba a los Estados miembros a presentar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para el periodo 2021-2030 a más tardar el 1 de enero de 2019. Es decir, se establece la obligación de una planificación conjunta de la reducción de gases de efecto invernadero (descarbonización) y los aspectos de la energía como son la eficiencia energética y el fomento de las renovables.

En este sentido, el 22 de febrero de 2019 el Consejo de Ministros español aprobó el envío del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, a la Comisión Europea. En el mencionado documento se establece *el objetivo de lograr una disminución de emisiones de, al menos, el 20% de las emisiones totales de España (sectores ETS + sectores difusos) respecto a 1990 en el año 2030.*

La tendencia en los objetivos de reducción es que sean cada vez más exigentes. Como se ha señalado, ya en 2011 la Comisión Europea publicó la «Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050»¹³⁵, en la que se recomendaba adoptar un compromiso de reducción del 80% respecto a 1990, con objetivos intermedios del 40% para el año 2030 y del 60% para el año 2040.

En el citado Plan Nacional Integrado se introduce un objetivo a largo plazo en coherencia las propuestas de la Comisión afirmando que:

El objetivo a largo plazo que guía la preparación del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, es convertir a España en un país neutro en carbono en 2050, para lo que se pretende conseguir un grado de mitigación de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero en esa fecha del 90% respecto a 1990.

Previamente, la Comisión Europea había publicado en noviembre de 2018 la Comunicación “Un planeta limpio para todos. Una visión estratégica a largo plazo de la Unión Europea para una economía próspera, competitiva y climáticamente neutra”¹³⁶. Con esta comunicación, la Comisión ha iniciado el camino para que las

¹³¹ Emisiones procedentes de actividades, obras, infraestructuras, no incluidas en el ámbito del comercio europeo de derechos de emisión, tales como transporte, edificación, industria alimentaria, comercio, agricultura, etc.

¹³² REGLAMENTO (UE) 2018/842 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) 525/2013 (Diario Oficial de la Unión Europea de 19-6-2018).

¹³³ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es

¹³⁴ <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/COM-2016-759-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

¹³⁵ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:ES:PDF>

¹³⁶ A Clean Planet for All. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy” (COM 2018, 773 final), “Un planeta limpio para todos – La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra”.

instituciones europeas se comprometan a alcanzar una Europa neutra en carbono¹³⁷ a mediados de siglo, tal y como lo solicitó el Acuerdo de París.

Si tenemos en cuenta que el inventario nacional de gases de efecto invernadero señala que en España los sumideros suponen en 2017 unos 38,3 millones de toneladas, la neutralidad climática para España significa pasar de 340 a 38 millones de toneladas, lo que supone reducciones de un 89% y una importante presión sobre los diferentes sectores de la economía para reducir las emisiones.

Una de las formas más eficaces de reducir las emisiones vendrá de la mano de importantes cambios en nuestro modelo de producción y consumo: la ecoeficiencia, la economía circular y la economía colaborativa serán fuertemente impulsadas en los próximos años. El diseño de los nuevos planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental deberá introducir estos cambios¹³⁸.

Para los nuevos planes y proyectos, con una energía basada mayoritariamente en los derivados del petróleo, los compromisos internacionales hacia una economía baja en carbono representarán un gran reto, pero también una gran oportunidad y una adaptación a las exigencias crecientes de la legislación.

Muchos procesos que generan emisiones de gases de efecto invernadero emiten, a su vez, contaminantes peligrosos para la salud, como los derivados de la utilización de combustibles fósiles por el tráfico. Reducir el uso de estos combustibles fósiles¹³⁹ significa contribuir a mejorar notablemente la salud en las ciudades¹⁴⁰.

El documento presentado por la Comisión es una estrategia a largo plazo. El objetivo de esta estrategia a largo plazo es confirmar el compromiso de Europa de liderar la acción por el clima a escala mundial y presentar una visión que puede llevarnos a *“conseguir de aquí a 2050 las cero emisiones netas de gases de efecto invernadero”*. Incluso el objetivo a 2050 forma parte del borrador de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima que en cumplimiento del Reglamento (UE) 2018/1999 remitió el Gobierno Español a la Comisión Europea en febrero *“El objetivo a largo plazo que guía la preparación del Plan es convertir a España en un país neutro en carbono en 2050”*

¹³⁷ http://euroefe.euractiv.es/5941_energia-transporte-y-medioambiente/5817969_como-acabar-con-el-co2-en-la-ue-para-2050.html

¹³⁸ Se pueden consultar los capítulos 1 y 3 del libro Competitividad y Cambio Climático. Consejo Económico y Social, 2016. <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=18621>

¹³⁹ A nivel del conjunto del estado, reducir la dependencia del petróleo significa contribuir a mejorar notablemente el déficit comercial de nuestro país (una buena parte de los ingresos que genera el turismo, más de 76 000 millones de euros, se gastan en pagar las importaciones de petróleo y gas, 30 000 millones de euros).

¹⁴⁰ http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=353:discurso-reflexiones-acerca-de-los-grandes-condicionantes-ambientales-de-la-salud-vision-retrospectiva-y-perspectiva-de-futuro&Itemid=303

3. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

Objetivo 1: Reducir emisiones de los sectores difusos en un 26% en 2030

Siendo coherentes con los compromisos asumidos por la Unión Europea se establece el objetivo de reducir las emisiones de los sectores difusos de la Región de Murcia en un 26% en 2030. Como objetivo global, incluyendo los sectores ETS, se plantea la reducción del 40% de las emisiones de la Región con horizonte 2030 con respecto a 1990.

La reducción de emisiones vendrá en muchos casos y para muchos sectores como consecuencia del cumplimiento de las obligaciones normativas impuestas por la Unión Europea. El reto consistirá en preparar la transición a esta economía baja en carbono de forma ecoeficiente es decir de la forma más rentable económica y ambientalmente posible.

Por otra parte, como se ha señalado, además de reducir las emisiones es necesario preparar la adaptación a los impactos del cambio climático. Como consecuencia de los efectos retardados y de la gran acumulación de gases de efecto invernadero del pasado, es inevitable adoptar medidas de adaptación para hacer frente a los efectos climáticos y reducir los costes económicos y ambientales que estos acarrearán. Resulta más económico realizar medidas de adaptación con antelación suficiente que pagar el precio por no hacer nada. Por esta razón, y siguiendo la línea de la Estrategia Europea de Adaptación, el segundo gran objetivo de esta Estrategia será:

Objetivo 2: Conseguir una región menos vulnerable al cambio climático.

Para conseguir dichos objetivos (tanto el 1 como el 2) se plantean quince líneas estratégicas de actuación.

En el apartado 4 de este documento se desarrollan las quince grandes líneas estratégicas de actuación si bien este listado es susceptible de ser ampliado como fruto de los procesos de participación pública.

Un elemento fundamental para alcanzar los citados objetivos deben ser las medidas de actuación. De estas, unas serán desarrolladas por el Departamento técnico de la Administración Regional competente en materia de Cambio Climático. Otras, que aquí se denominan “medidas sectoriales específicas”, serán diseñadas e impulsadas con la colaboración con los distintos departamentos de la Administración Regional sectorialmente competentes. Estos departamentos concretará, con el apoyo del departamento de cambio climático, los instrumentos y las medidas prioritarias y urgentes para alcanzar los objetivos establecidos en esta Estrategia, estableciendo en su caso el presupuesto necesario a modo de Planes de Acción Sectoriales.

Una parte de las necesarias actuaciones y medidas deben ser llevadas a cabo directamente por el Departamento técnico de la Administración Regional competente en materia de Cambio Climático. Entre otras:

- la aplicación de la normativa europea sobre el comercio de derechos de emisión que alcanza a una buena parte del conjunto de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (50% de las emisiones de la Región de Murcia). Como sabemos, para la aplicación de la normativa europea sobre el comercio de derechos de emisión el departamento de cambio climático de la Administración

Regional concentra las competencias de autorización, inspección, control y propuesta de sanción en relación con los sectores ETS.

- La definición concreción y seguimiento de medidas de mitigación y adaptación en nuevos planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental (como Administración Pública Afectada en el marco de los procedimientos regulados por la ley 21/2013 de evaluación ambiental). En este sentido, destacan las herramientas y Guías desarrolladas para facilitar la integración del cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental que muestra la web del departamento¹⁴¹.

- La coordinación del Observatorio Regional del Cambio Climático, creado por Orden de 19 de febrero de 2007 por la entonces Consejería de Industria y Medio Ambiente, así como la formación y difusión.

- La generación de información. De la información que debe desarrollar directamente por el Departamento técnico de la Administración Regional competente en materia de Cambio Climático, se puede destacar la destinada a facilitar la integración del cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental así como otras enmarcadas en proyectos europeos LIFE en los que se participa o en proyectos financiados por la Administración del Estado. Se trata de actuaciones incluidas en dos proyectos LIFE¹⁴² cuya aprobación por la Comisión Europea fue formalizada en 2017 y dos proyectos financiados por la Oficina Española de Cambio Climático en el marco de los Planes PIMA-Adapta¹⁴³, en concreto del Plan PIMA-Adapta Costas¹⁴⁴ y el Plan PIMA-Adapta Ecosistemas¹⁴⁵, cuya transferencia de fondos fue aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de septiembre de 2017.

¹⁴¹ http://www.cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=337&Itemid=310

¹⁴² LIFE ADAPTATE: destinado a crear las bases metodológicas de la adaptación a través de la iniciativa Pacto de los Alcaldes.

LIFE AMDRYC4: destinado a incrementar el carbono orgánico en los suelos en la línea de la iniciativa internacional 4x1000, en el que se proponen acuerdos voluntarios con el sector de la agricultura de secano para la puesta en marcha de medidas de mitigación y adaptación.

¹⁴³ El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) ha puesto en marcha los Planes de Impulso al Medio Ambiente (Planes PIMA). Dentro de estos planes PIMA, el Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España, (PIMA-Adapta), es un Plan de actuaciones prioritarias que tiene por objeto poner en marcha proyectos que contribuyan a mejorar el conocimiento y el seguimiento de los impactos del cambio climático, y a minimizar sus riesgos en los ámbitos de los recursos hídricos, las costas, los bosques, los sistemas agrarios y la biodiversidad en España, aumentando las capacidades de adaptación y, en último término, incrementando la resiliencia global frente al cambio climático.

¹⁴⁴ El Consejo de Ministros en su reunión del 1 de septiembre de 2017 aprobó la distribución territorial definitiva de créditos presupuestarios correspondientes a los acuerdos fijados por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, celebrada el 24 de julio de 2017. Entre ellos se concretan 189 737,00 euros asignados a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el marco del Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA) Adapta Costas. Mediante este PIMA Adapta Costas se financiará la generación, adquisición y recopilación de la información necesaria para la elaboración de los estudios de detalle de vulnerabilidad de la costa a los efectos del cambio climático, la elaboración de dichos estudios y la elaboración de los planes de adaptación al cambio climático. Incluye la elaboración de un borrador de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Manga del Mar Menor.

¹⁴⁵ El Consejo de Ministros en su reunión del 1 de septiembre de 2017 aprobó la distribución territorial definitiva de créditos presupuestarios correspondientes a los acuerdos fijados por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, celebrada el 24 de julio de 2017. Entre ellos se concretan 95 540,77 euros asignados a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el marco del Plan PIMA Adapta –Ecosistemas para desarrollar actuaciones enmarcadas en la Iniciativa Internacional 4x1000 en cultivos de viñedo y olivar.

La iniciativa “4 x 1000” a la que España se adhirió en la pasada Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de París de noviembre de 2015, busca el incremento del carbono orgánico de los suelos del planeta en un 0,4%. Con la iniciativa “4 x 1000”, se persigue el aumento de su capacidad mitigadora y la adaptación al cambio climático de la agricultura. El MAPAMA está impulsando la fase de desarrollo de la iniciativa en España, siendo el Plan PIMA Adapta – Ecosistemas una de las líneas de impulso.

También, corresponde al departamento de cambio climático el impulso de la huella de carbono y la contabilidad de carbono en las organizaciones, con especial atención a los sectores exportadores así como inscripción Registro Nacional de Huella de Carbono para lo cual es punto focal¹⁴⁶.

En relación con las actividades e infraestructuras en funcionamiento¹⁴⁷, corresponde a la Administración Regional sectorial y especializada (con competencias en materia de agricultura, ganadería, transportes, infraestructuras, industria, turismo, gestión forestal y de espacios naturales, etc.) y a los Ayuntamientos en el ámbito de sus competencias, con la colaboración del departamento de cambio climático de la Administración Regional, la definición, concreción, impulso y en su caso la ejecución de las actuaciones de reducción de las emisiones y necesidades de adaptación.

En consecuencia, la mitigación y adaptación al cambio climático, como reto transversal, ha de ser impulsada y gestionada con la colaboración de departamentos competentes y especializados de las diferentes administraciones. Por esta razón, la Estrategia se diseña como un documento inicial con unos objetivos y líneas estratégicas y deja libertad a los departamentos de la Administración Regional para que concreten, en el plazo de un año, las “medidas sectoriales específicas”, con las que se permitirá cumplir con los objetivos estratégicos aquí señalados. Igualmente, anima a los municipios a hacer lo mismo en su ámbito competencial y especialmente en la ejecución del planeamiento urbanístico mediante la concesión de licencias de obra y actividad y en la gestión del tráfico urbano.

El Consejo de Gobierno, con el acto de aprobación de este documento de líneas estratégicas, mandata a los departamentos y consejerías del Gobierno Regional para que concreten, con la colaboración del departamento de cambio climático, y en su caso acuerden las “medidas sectoriales específicas” en el plazo de un año. Asimismo, encomienda al departamento de cambio climático de la Administración Regional la evaluación periódica del grado de ejecución y cumplimiento¹⁴⁸ de los objetivos establecidos.

¹⁴⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/inscripcion-registro.aspx>

¹⁴⁷ Industrias, actividades, infraestructuras y tejidos urbanos ya implantados y en funcionamiento.

¹⁴⁸ Los procesos de seguimiento y evaluación de esta Estrategia podrán contar con mecanismos de participación ciudadana y de los agentes económicos. Para la dinamización de estos procesos se podrían realizar jornadas de presentación y contraste de los avances.

4. LINEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN

4.1. INCORPORAR MEDIDAS DE LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN EN LOS NUEVOS PLANES Y PROYECTOS A TRAVÉS DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACION AMBIENTAL

La obligación de contemplar el cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental

Los proyectos y planes sometidos a evaluación ambiental representan una buena parte de las decisiones que conforman la actividad económica de una región, suponiendo una parte significativa de las emisiones que corresponden a los llamados sectores difusos y una buena parte de los planes y proyectos que pasarán a incrementar la vulnerabilidad de la economía si no han integrado medidas de adaptación.

En España, como consecuencia de la incorporación de la normativa europea¹⁴⁹, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 de 11 de diciembre de 2013) obliga a tener en cuenta los efectos del cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental¹⁵⁰.

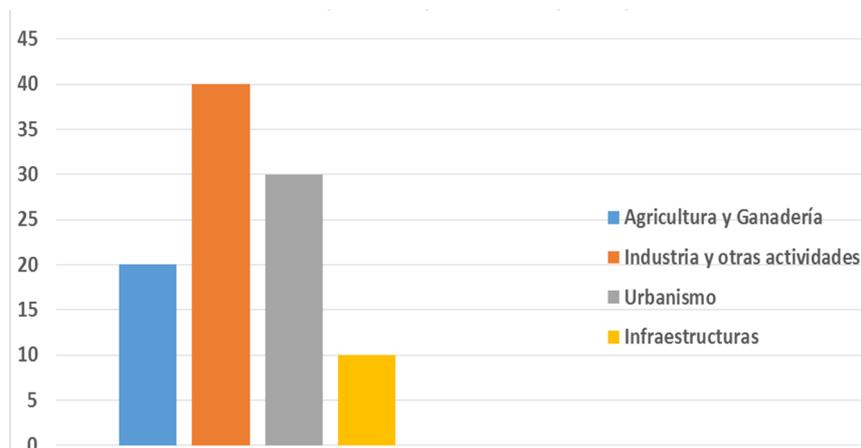
En la gráfica siguiente se muestra la proporción de planes y proyectos, según sectores de actividad, de los más de 100 expedientes anuales que se han de informar desde el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático, actuando como administración pública afectada (Administración que es consultada desde el órgano ambiental, de acuerdo con la ley 21/20013).

¹⁴⁹ La DIRECTIVA 2014/52/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, exige la consideración del cambio climático en el contenido de los documentos y en la evaluación ambiental. En su exposición de motivos realiza, entre otras la siguiente consideración:

“El cambio climático seguirá perjudicando al medio ambiente y comprometiendo el desarrollo económico. A este respecto, procede evaluar el impacto de los proyectos en el clima (por ejemplo, emisiones de gases de efecto invernadero) y su vulnerabilidad ante el cambio climático”.

¹⁵⁰ Para iniciar el procedimiento de evaluación ambiental, la documentación técnica (borrador de plan o proyecto y los documentos ambientales exigidos por la Ley) es presentada por el promotor ante el llamado órgano sustantivo, órgano competente para aprobar el plan o proyecto, que los somete a información pública y consulta a las administraciones públicas afectadas, entre éstas el órgano competente de la administración en materia de cambio climático. En base a la información aportada y el resultado de las consultas e información pública, el órgano ambiental de la administración a la que pertenece el órgano sustantivo realiza el análisis técnico y adopta la decisión (resolución) que declara (hace público) que el plan o proyecto es compatible con el medio ambiente y las medidas y condiciones en que puede llevarse a cabo. En las resoluciones que adopta el órgano ambiental se concretan las medidas necesarias, que pasan a ser de obligado cumplimiento sin las que no podrá ser autorizado o aprobado.

Las medidas que deban incorporarse en el plan o proyecto son las que en cada momento sean necesarias para garantizar que el plan o proyecto no tienen efectos negativos sobre el medio ambiente. Es decir, las que motivadamente son las más adecuadas a ese tipo de plan o proyecto y a sus circunstancias, sin que necesariamente estén previamente recogidas en la legislación sectorial en vigor.



La contribución de un plan o proyecto al cambio climático

Una de las contribuciones más claras de los proyectos y planes sometidos a evaluación ambiental sobre el cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero¹⁵¹. En este sentido, la Ley 21/2013, obliga a “una evaluación adecuada de la huella de carbono” asociada al plan o proyecto.

Como se ha señalado, en octubre de 2014, la Unión Europea acordó reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990, lo que supone para los sectores difusos, entre los que se encuentra los proyectos de obras y actividades sometidos a evaluación de impacto ambiental, la obligación de una reducción del 30% desde 2005, que tras la propuesta de reparto de esfuerzos¹⁵² se concreta para España en el 26%.

En ejecución del acuerdo señalado, los proyectos de obras y actividades sometidos a evaluación de impacto ambiental deben incorporar, entre los parámetros de diseño, una reducción o compensación del 26% para 2030 de las emisiones de alcance 1¹⁵³ respecto a las emisiones de la alternativa elegida.

¹⁵¹ En el caso de obras de urbanización (en ejecución del planeamiento urbanístico) o las de cualquier otro proyecto de obras sometido a evaluación de impacto ambiental, como por ejemplo las infraestructuras, las emisiones son, por un lado, las derivadas del consumo de combustibles fósiles utilizados para maquinaria y vehículos de excavación, relleno, transporte de materiales y residuos y transporte de mezclas bituminosas, hormigones y otros materiales.

En los proyectos de actividad (industrias) son más destacables que las emisiones originadas por las obras, las emisiones generadas por el funcionamiento. Son, con frecuencia, emisiones debidas al uso de combustibles fósiles por instalaciones de combustión fijas, para las que habitualmente se utiliza el gas natural y, en menor medida, el gasoil, o bien por las flotas de vehículos asociados al proyecto (gasoil o gasolina).

Un caso particular dentro de las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de actividad, en cuanto a emisiones de funcionamiento, es el de las instalaciones ganaderas, donde el gas de efecto invernadero de mayor importancia es el gas metano (CH₄), con un potencial de calentamiento global¹⁵¹ muy superior al CO₂. También, es el caso de la agricultura donde, con frecuencia, las emisiones de funcionamiento de mayor interés no vienen del consumo de combustible en tractores y maquinaria se deben al uso de abonos nitrogenados que generan emisiones de óxido nítrico (N₂O) un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global casi trescientas veces superior al CO₂.

La huella de carbono aplicada a un plan o proyecto representa las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) que se generarían en las obras necesarias para llevarlo a cabo o en su funcionamiento.

¹⁵² REGLAMENTO (UE) 2018/842 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.o 525/2013. Diario Oficial de la Unión Europea 19.6.2018.

¹⁵³ Para ayudar a determinar la responsabilidad en las emisiones, el “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero” introdujo el concepto de “alcance”. Con la denominación de “alcance 1” se refiere a las “emisiones directas”, en nuestro caso:

Junto a las emisiones producidas (normalmente debidas al consumo de carburantes por la maquinaria) para dar lugar a las obras, un aspecto destacado de la incidencia en el cambio climático del plan o proyecto en la fase de obras es el efecto que tiene el cambio de uso del suelo, al pasar de terreno agrícola o forestal a suelo artificial (el cambio de uso del suelo va a liberar la mayor parte del carbono secuestrado en suelo y vegetación y va a suponer la pérdida de la capacidad de secuestro o remoción de carbono).

El suelo contiene una considerable cantidad de CO₂ atrapado en forma de carbono orgánico. Un suelo agrícola en la Región de Murcia muy pobre en contenido en carbono en comparación con otras regiones (unas tres veces menos que un suelo en Galicia o en el Cantábrico) es habitual que contenga almacenadas 100 toneladas de CO₂ por hectárea en sus primeros 30 centímetros. Además, es probable que la vegetación de esa hectárea, dependiendo del tipo y cobertura, tenga almacenados si se trata de cultivos leñosos en su tronco, raíz y ramas principales una cantidad adicional equivalente a 150 toneladas de CO₂ y absorbiendo por hectárea, en un ciclo de vida del árbol, otras 100-150 toneladas de CO₂.

La ocupación física del suelo supone destruir esa capacidad de secuestro o remoción de carbono así como la pérdida del carbono almacenado. Como señala el documento¹⁵⁴ de la Comisión Europea “Los costes ocultos del sellado del suelo” de 2013: *“La destrucción de la capa superior del suelo durante las actividades de construcción hace que libere parte de su contenido en carbono orgánico en forma de gases de efecto invernadero a causa de la mineralización”*.

En este sentido se pronuncia el Ministerio de Medio Ambiente de Francia que, en su base de datos de factores de emisión *Base Carbone*¹⁵⁵, considera que *“en los cambios de usos del suelo que transforman suelos agrícolas o forestales a suelos*

emisiones que son responsabilidad del promotor del plan o proyecto (combustibles que se consumirán, emisiones previstas de metano de una granja, emisiones de óxido nitroso por abonado nitrogenado en el funcionamiento de la agricultura, etc.); en el “alcance 2”, incluye las “emisiones indirectas asociadas a la compra de electricidad” (emisiones realizadas por el productor de electricidad para generar la energía eléctrica que el plan o proyecto estimamos que consumirá) y en el “alcance 3” se relacionan el resto de emisiones indirectas “*otras emisiones indirectas*” asociadas a la adquisición de materiales o servicios necesarios (realizadas por los fabricantes y transportistas (por ejemplo áridos, agua, combustibles, etc.), servicios (por ejemplo gestión de residuos externa) que se prevé sería necesario adquirir o contratar para las obras o para el funcionamiento de la actividad, plan o proyecto.

El alcance es por tanto muy importante ya que acota la responsabilidad en cuanto a la contribución al cambio climático del promotor del plan o proyecto. El alcance que tiene mayor interés desde el punto de vista de la evaluación ambiental a los efectos de plantear las posibles compensaciones de emisiones es el alcance 1.

De la experiencia desarrollada en aplicación de la ley 21/2013 hemos podido observar la escasa contribución del alcance 2 y la enorme aportación de emisiones de alcance 3 que se concitan para poder dar lugar a una obra. El alcance 3 es entre 6 y 8 veces mayor que el alcance 1 en una obra¹⁵³. Esto nos permite hacernos una idea de las importantes emisiones que induce en la fase de obras de la construcción de edificios e infraestructuras¹⁵³. Son emisiones que se producen, por ejemplo por los fabricantes de cemento o por los fabricantes de acero estructural y cualquier otro material utilizado en la obra. Sin embargo casi con toda probabilidad las emisiones de estos ya están sujetas a la normativa del comercio de derechos de emisión y como tal están contabilizadas y formarán parte de Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero que marca el grado de contribución del Reino de España al cambio Climático y también el grado de cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones impuestos por la Unión Europea. Si exigimos algún tipo de reducción o compensación por alguna de esas emisiones de alcance 3 al promotor de las obras (que no es el fabricante de los materiales) estaríamos duplicando las responsabilidades sobre estas emisiones.

Por las razones anteriores, el alcance que tiene interés práctico desde el punto de vista de la huella de carbono en la evaluación ambiental es el alcance 1.

¹⁵⁴ http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

¹⁵⁵ Base Carbone 2016. Página 79

[http://bilans-
ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf](http://bilans-ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf)

El Ministerio en Francia considera que como media se emiten con la transformación de un suelo que pasa a ser impermeabilizado (viales, aparcamientos y edificios) 290 toneladas de CO₂/ha si son forestales y 190 toneladas de CO₂/ha si son cultivos en tierras arables.

impermeabilizados (vías, aparcamientos o edificios) se aplicará por defecto una emisión equivalente al total del stock de carbono contenido en el suelo”.

Así pues, con objeto de evaluar la pérdida de capacidad de secuestro o remoción de carbono asociada a estos cambios de uso en el suelo, así como para poder establecer posteriormente medidas de compensación, se hace necesario cuantificar el contenido de carbono orgánico que tienen esos suelos y vegetación.

Las reservas de carbono en el suelo, dependen del clima y el tipo de suelo y de la gestión de las tierras como son las labores agrícolas en ellos desarrolladas durante años (labrado y aporte de estiércol). Por ello, es posible partiendo de unos niveles de referencia medios estimar el contenido en carbono orgánico de un suelo. Para ello existen herramientas o métodos de estimación entre las que hay que destacar la contenida en la “Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo”¹⁵⁶ basada en la Guías del IPCC para inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

La Decisión permite cuantificar por un lado el carbono orgánico en suelo y por otro la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo, ambos medidos como masa de carbono por hectárea.

Aplicando la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010¹⁵⁷ a usos del suelo habituales, podemos ver que se perderían entre 324 y 111 t de CO₂/ha al transformar cada hectárea de suelo en función del uso al que se destinaba el suelo que se pretende transformar.

Uso del suelo a transformar.	Reserva de carbono orgánico en suelo t de C/ha	Reserva de carbono en la vegetación t de C/ha	TOTAL t de C/ha	TOTAL t de CO ₂ /ha
Uso agrícola de leñosas (frutales, olivares, viñedos, almendros, etc.)	38,7	43,2	81,9	245,7
Uso agrícola de regadío. Cultivos hortícolas.	41,6	0	41,6	149,7
Uso agrícola de secano. Cereal	31,0	0	31,0	111,6
Erial / matorral.	26,6	7,4	34	122,4
Forestal arbolado	38	52	90	324
Infraestructuras. (Viales, aceras aparcamientos y edificios).	0	0	0	0,00

¹⁵⁶ La DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 10 de junio de 2010 sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE (DOUE de 17 del 6 de 2010).

¹⁵⁷ La DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 10 de junio de 2010 sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE (DOUE de 17 del 6 de 2010).

Los proyectos y los planes sometidos a evaluación ambiental deberían considerar el objetivo de limitar al máximo la ocupación de nuevo suelo¹⁵⁸ (terrenos agrícolas o naturales) para transformarlos en suelos sellados (viales, aceras, aparcamientos, edificios). Deberían reutilizar suelo anteriormente usado, reducir el sellado del ocupado y cuando esto no sea posible compensar sus efectos (incorporar el objetivo de mitigación de compensar la destrucción de la capacidad de sumidero del suelo y vegetación transformados).

Si utilizamos para los nuevos proyectos de actividades y desarrollo urbano nuevo suelo que está dedicado a actividad agrícola emitimos, como hemos visto en el cuadro anterior, el carbono que durante décadas e incluso siglos ha sido retenido en el suelo. Además, si el cultivo destruido es un cultivo leñoso (olivo, almendro, viñedo, agrios, frutales..) emitimos la reserva de carbono en la vegetación es decir el carbono contenido en la masa viva por encima y por debajo del suelo.

Sobre la importancia cuantitativa de la reserva de carbono contenida en la vegetación de los cultivos leñosos la temperatura de Autónoma lanzó hace 10 años una potente campaña: “La agricultura murciana como sumidero de CO₂”. Esta campaña contó con la implicación de universidades, centros de integración, productores y exportadores. Su objetivo era comunicar las posibilidades que ofrecía la agricultura murciana para la mitigación del cambio climático¹⁵⁹.

La agricultura, como actividad basada en la fotosíntesis, al tiempo que produce alimentos y genera empleo retira CO₂ de la atmósfera. El CO₂ retirado de la atmósfera es el material con el que se forma y crece año a año el tronco, ramas y raíces de las decenas de millones de árboles frutales de la Región. Los frutales, agrios y demás cultivos y, en general, la agricultura del Mediterráneo retira más CO₂ del que emite, ya que las emisiones para dar lugar a los productos poco o nada transformados son muy reducidas. Cada hectárea de arbolado agrícola representa un almacenamiento de unas 100- 150 t de CO₂.

Por todo lo anterior, la transformación de un suelo agrícola y destrucción de la vegetación arbolada supone emitir el carbono acumulado en todo el ciclo de vida del árbol (entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea, que se mantiene constante a lo largo de decenas de años ya que cuando los árboles existentes son sustituidos por nuevos árboles comienza un nuevo ciclo de acumulación de carbono.

¹⁵⁸ En el documento estratégico de 2011 «Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos» <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:ES:PDF>, la Comisión Europea propone que las políticas de la UE deben tener en cuenta su impacto directo e indirecto en la ocupación del suelo, con el objetivo de que en 2050 no exista ocupación neta de suelo.

Con este objetivo, el documento desarrolla una jerarquía de medidas en tres niveles: limitar – mitigar – compensar.

1. La mejor opción: limitar el sellado del suelo a terrenos que ya fueron ocupados en el pasado, por ejemplo reutilizar los terrenos industriales abandonados.
2. Cuando no sea posible evitar la ocupación de nuevo suelo, se puede intentar dentro de los objetivos del plan o proyecto destinar la mayor superficie posible a vegetación e intercalando pequeñas zonas verdes.
3. La tercera opción, “de último recurso” como señala el documento, consistiría en compensar cada sellado con una actividad de recuperación del suelo en otro lugar. En este último caso parece coherente que si no son posibles las opciones anteriores, al menos se compense la capacidad de sumidero de carbono destruida o alterada.

¹⁵⁹ Spot publicitario LessCO2 (presentado por el Presidente de la Comunidad Autónoma el 4 de febrero de 2010 en Berlín):

[Español](#) · [Inglés](#) · [Alemán](#)

Ocupar menos suelo aumentando la densidad es un buen objetivo de mitigación. Se calcula que se libera tres veces más carbono al ampliar las ciudades hacia la periferia que al densificar las zonas urbanas¹⁶⁰.

Los espacios urbanos periféricos y de baja densidad producen, con independencia de la movilidad obligada, una mayor emisión de GEI para la prestación de los servicios mínimos que la que producen los núcleos tradicionales o “ciudad compacta”. La baja densidad supone un coste ambiental y costes económicos. En la prestación de servicios, la ciudad dispersa, formada por viviendas aisladas y adosados (baja densidad), es mucho más ineficiente que la ciudad compacta (media y alta densidad), constituida preferentemente por bloques compactos. En este mismo sentido se pronuncia el más reciente documento estratégico del Ministerio de Fomento¹⁶¹ la Agenda Urbana Española 2019”.



Otro objetivo, en este caso de adaptación, es reducir el sellado del suelo ocupado. Una de los impactos más claros del cambio climático es el incremento de la temperatura y la frecuencia de las olas de calor. El sellado del suelo incrementa el efecto de isla de calor urbana. Reducir el sellado del suelo ocupado, manteniendo espacios para la vegetación, contribuirá mediante la evapotranspiración y el sombreado a reducir este efecto puesto que “la temperatura del aire bajo un grupo de árboles es 5 °C más baja que a pleno sol. Las zonas suburbanas con árboles maduros son 3 °C más frescas que las de nueva construcción”¹⁶².

El sellado del suelo incrementa el daño por la torrencialidad por las precipitaciones y sobre todo la escasez futura de agua hacen imprescindible el objetivo de no solo evitar el sellado, sino aumentar la captura y utilización del agua de lluvia tanto a nivel de proyectos (captura del agua de lluvia sobre las cubiertas de los edificios industriales, comerciales y residenciales) como a nivel de planes (en el caso del planeamiento urbanístico, además de la captura de agua en edificios, es necesario contemplar

¹⁶⁰ Comisión Europea. Los costes ocultos del Sellado del Suelo. Página 17

¹⁶¹ <https://www.fomento.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/agenda-urbana-espanola>

¹⁶² Comisión Europea. Los costes ocultos del Sellado del Suelo. Página 17

sistemas de drenaje sostenible y medidas basadas en la naturaleza, que permitan capturar y utilizar la mayor cantidad posible del agua de lluvia de viales, aceras y aparcamientos, como es el caso de jardines de agua o zonas de infiltración forzada para captura y aprovechamiento del agua.

Como hemos señalado, el procedimiento de evaluación ambiental ofrece unas enormes posibilidades para la integración del cambio climático plan a plan o proyecto a proyecto. Así, se podrá reducir la transformación y ocupación de nuevo suelo¹⁶³ y mantener los depósitos de carbono y la tasa de absorción de la vegetación así como compensarla en el caso de que no sea posible. Reducir el grado de sellado del suelo incorporando vegetación (reverdecer los proyectos y los planes) para reducir los costes de adaptación a los incrementos de temperatura y capturar y utilizar el agua de lluvia son, en definitiva, objetivos para la adaptación y mitigación al cambio climático que habrá que contemplar en la concepción de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.

En síntesis, la evaluación ambiental exigida por la ley 21/2013 es el procedimiento adecuado¹⁶⁴ para contemplar la reducción o compensación de las emisiones de directa responsabilidad del promotor, así como para contemplar medidas que permitan la adaptación a los impactos futuros.

Entre las medidas que se vienen aplicando, a través de las resoluciones publicadas, podemos destacar las siguientes:

En cuanto a la adaptación al cambio climático:

- Recuperación del agua de lluvia incidente sobre los edificios y contribuir a la adaptación a su escasez: incorporar en el diseño de edificios la necesidad de que estos capturen y utilicen las aguas pluviales y aguas grises.
- Recuperación del agua de lluvia incidente sobre viales aceras y demás espacios: aumentar la permeabilidad de aceras y demás elementos de la urbanización para reducir los daños por escorrentía como elementos de adaptación a los factores climáticos y para la captura del agua de lluvia.

En cuanto a la mitigación:

- Compensación del 100% de la pérdida de reservas de carbono en suelo y de la capacidad de remoción por la vegetación.
- Compensación del 26% de las emisiones por las obras en proyectos de actividades e infraestructuras y de urbanización. Compensación del 26% de las emisiones por el funcionamiento en proyectos de industrias, actividades e infraestructuras.
- Reducción y en su caso compensación de las emisiones generadas por movilidad obligada.
- Aplicación del objetivo de “consumo de energía casi nulo” a los edificios proyectados.
- Aplicación del objetivo de cubrir mediante energías alternativas el máximo del consumo de electricidad posible, tanto de alumbrado público como de otros elementos.

¹⁶³ Las exigencias en cuanto a utilización del suelo son un elemento importante en la selección de alternativas y justificación de la solución adoptada. La explotación intensiva del suelo es uno de los elementos que el Anexo V de la ley 21/2013 señala para analizar si un plan debe someterse a evaluación estratégica ordinaria. En general en toda la documentación exigible para todo el procedimiento de evaluación ambiental, tanto de planes como de proyectos, el consumo de suelo ocupado y sellado aparece entre los contenidos de información exigibles.

¹⁶⁴ Es importante utilizar las posibilidades que ofrece la ley 21/2013 de evaluación ambiental para incorporar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en los nuevos planes y proyectos de forma ecoeficiente y no traumática aprovechando las fases tempranas de la concepción de los proyectos y planes.

- Contribución a la electromovilidad mediante el equipamiento con puntos de recarga de vehículos eléctricos, como mínimo en el 10% de las plazas de aparcamiento.

Las opciones de compensación de emisiones que se aplican a los nuevos planes y proyectos

Un aspecto de interés en relación a la integración del cambio climático en la evaluación ambiental es la compensación de emisiones. En concreto, la compensación de las emisiones generadas por destrucción de la capacidad de sumidero por ocupación y sellado de nuevo suelo y la compensación del 26% de las emisiones de alcance 1 por las obras y, en su caso, por el funcionamiento del plan o proyecto.

La compensación de una tonelada de gases de efecto invernadero constituye una reducción neta de emisiones, ya que las emisiones se mezclan uniformemente en la atmósfera, por lo que las reducciones o absorciones en cualquier lugar plan o proyecto pueden cancelar las emisiones de otro lugar plan o proyecto. La dinámica atmosférica distribuye las emisiones realizadas desde cualquier punto. Lo importante es reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en su conjunto, por lo que es indiferente desde qué punto se “remueven” (se retiran) y, por tanto, son capturadas por un sumidero o desde qué punto se evitan las que se podrían producir (emisiones evitadas).

Por esta razón, la compensación se puede plantear bien mediante emisiones evitadas, o bien mediante el incremento o manejo de la capacidad de sumidero que consiga una absorción equivalente a la reducción de emisiones necesaria, incrementando el carbono en la vegetación¹⁶⁵ o en el suelo.

Sistemas de compensación por absorción en sumideros vegetales o secuestro de carbono en el suelo.

Como hemos señalado, los árboles y cultivos agrícolas y la vegetación en general, por su capacidad fotosintética, remueven o retiran CO₂ de la atmósfera, fijándolo y almacenándolo y actuando así como sumideros. En un bosque, o en la actividad agrícola, parte del CO₂ que fija la planta queda almacenado en el suelo gracias a sus raíces o a la incorporación al suelo de restos de poda y cosecha, comportándose como un sumidero a largo plazo, mientras que el CO₂ necesario para el carbono contenido en el crecimiento del tronco, raíces y ramas principales se comporta como un sumidero a medio plazo (en el caso de árboles agrícolas como mínimo tanto como el periodo de vida del árbol, comenzando un nuevo ciclo de acumulación de carbono con el árbol que sustituye al anterior), pudiendo prolongarse si se aprovecha esta madera o en otros productos forestales como el papel). Sin embargo, el CO₂ fijado en la cosecha no se considera a efectos de compensación ya que se comporta como un sumidero a muy corto plazo¹⁶⁶.

Este último es un aspecto importante del comportamiento de los sumideros. Se trata del tiempo de permanencia¹⁶⁷ del carbono almacenado o retirado de la atmósfera, ya que

¹⁶⁵ E incluso en la vegetación marina. Por ejemplo, las posibilidades de almacenamiento de las Praderas de *Posidonia oceanica*.

¹⁶⁶ En menos de un año ha vuelto a la atmosfera a través de la digestión de los alimentos.

¹⁶⁷ Para ser útil a la mitigación del cambio climático, el carbono debe quedar secuestrado durante al menos 100 años (Houghton, 2007),

- Houghton RA. 2007. Balancing the global carbon Budget. Annual Review of Earth and Planetary sciences 35: 313-347

el CO₂ removido por un sumidero puede volver a la atmósfera por diversos mecanismos, como por ejemplo la digestión en el caso de los alimentos que componen la cosecha o los incendios de bosques.

Además, como en el caso de la determinación de la huella de carbono, en los que se utilizaban factores de emisión para multiplicar por los datos de actividad, en la compensación se utilizan factores que estiman la absorción (media anual o durante un periodo) que realiza cada especie de vegetación.

La compensación de emisiones que produce una repoblación forestal se puede estimar de forma sencilla consultando la información contenida en la “Guía de Proyectos de Absorción”¹⁶⁸ desarrollada por la Oficina Española de Cambio Climático, en el marco del Registro Nacional de Huella de carbono y Compensación de emisiones, creado por el Real Decreto 163/2014. En los cuadros finales de la guía se señala la absorción (fijación) que produciría cada unidad de una serie de especies forestales después de su crecimiento a 20, 25, 30, 35 y 40 años.

De esta forma, se pueden determinar los árboles que necesitarían para compensar una determinada cantidad de emisiones medidas como CO₂ equivalente. Es importante recordar que estas tablas solo contemplan el carbono capturado por la materia viva (vegetación aérea y raíces), no tiene en cuenta el carbono secuestrado en suelo y hojarasca que puede suponer doblar la capacidad de compensación. En este sentido es de utilidad la información aportada por el Proyecto LIFE FOREST-CO₂.

Así, en terrenos forestales de la Región de Murcia estudiados por el Proyecto LIFE FOREST-CO₂, de un total de 120,9 toneladas de carbono por hectárea, 35 correspondían al sistema aéreo, 10,5 al sistema radicular, 19,93 a la materia muerta y 55,5 al carbono retenido en el suelo. Este proyecto destaca la posibilidad de incrementar la capacidad de absorción en 36,73 toneladas de CO₂/h mediante mejoras en las masas forestales existentes en diversos lugares de la Región de Murcia. La experiencia desarrollada en 15 hectáreas supone un coste de 27.000 euros y una captura de 2020,15 toneladas de CO₂, lo que implica un coste por tonelada compensada de 13,37 euros¹⁶⁹.

Como referencias cuantitativas sobre las posibilidades que ofrecen los cultivos agrícolas leñosos para la compensación de emisiones se pueden señalar los trabajos realizados por la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).¹⁷⁰ De acuerdo con estos trabajos, se puede destacar el ejemplo del cultivo de naranjos en el que cada hectárea captura de media 20 toneladas de CO₂ al año. Suponiendo unas emisiones anuales de 5 toneladas de CO₂ al año por cultivo (emisiones óxido nitroso por abonado nitrogenado y combustibles fósiles de maquinaria agrícola, envasado y transporte a 1.000 km), concluiríamos que estos cultivos capturan de forma neta en un ciclo de vida de 10 años entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea¹⁷¹. Es decir, la transformación de un suelo agrícola y destrucción de la vegetación arbolada supone emitir el carbono acumulado en todo el ciclo de vida del árbol (100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea)

¹⁶⁸ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_pa_v2_tcm30-178911.pdf

¹⁶⁹ Más información se puede ver en la ponencia presentada por el Ingeniero de Montes D. Esteban Jordán en los seminarios técnicos desarrollados en el ámbito de este proyecto. La relación de ponencias se puede consultar en la web o como anexo en el Documento completo “Dosier de Resultados” en la web <https://cambioclimatico.ucam.edu/>

¹⁷⁰ Dinámica de captación de CO₂ por los cultivos de naranjo en la Región de Murcia. Alain Baille et al. UPCT. Páginas 141-155 del libro: [Etiquetado http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf](http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf)

Más información en http://www.lessco2.es/http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf

¹⁷¹ Estimaciones realizadas por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático en base al conocimiento generado por la iniciativa “Agricultura Murciana como sumidero de CO₂” <http://www.lessco2.es/>

que se mantiene constante a lo largo de decenas de años, ya que cuando los árboles existentes son sustituidos por nuevos árboles comienza un nuevo ciclo de acumulación de carbono.

Sistemas de compensación por emisiones evitadas

Como hemos señalado uno de los posibles métodos de compensación es el de emisiones evitadas. En nuestro caso, emisiones que dejarían de producirse gracias a actuación contemplada por el plan o proyecto sometido a evaluación ambiental. Los métodos para compensación por emisiones evitadas son diversos. Por ejemplo, las emisiones evitadas por aplicación de estiércol en la agricultura cuyo aporte sustituye la necesidad de suministrar una parte del abonado nitrogenado de síntesis que de esta forma no es necesario fabricar ni transportar hasta los cultivos. También, en sectores dedicados a la gestión de residuos la recuperación de recursos de los residuos genera emisiones evitadas¹⁷².

Sin embargo, una de las emisiones evitadas más interesantes que a su vez es una medida de adaptación es la relacionada con el agua de suministro. En la Región de Murcia con una creciente escasez de agua y elevadas tarifas¹⁷³ de los servicios municipales de suministro, la captura y aprovechamiento del agua de lluvia es una posibilidad de compensación que debe utilizarse en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.

También, junto a los anteriores, uno de los ejemplos clásicos de compensación por emisiones evitadas es el de las energías renovables pero hay otros muchos como se muestra en la Web del Ministerio para la Transición Ecológica para los “*Proyectos Clima*”¹⁷⁴ y en la web de la Oficina Catalana de Cambio Climático en su programa voluntario de reducción de emisiones¹⁷⁵. En este último caso, podemos encontrar métodos y ejemplos de estimación de emisiones evitadas muy diversos¹⁷⁶. El listado de estas metodologías para la estimación de la reducción de emisiones se extienden a diversos tipos de actuaciones en sectores como el agrícola, residencial y comercial, industrial, residuos, transporte y gases fluorados¹⁷⁷.

¹⁷² <https://asegre.com/wp-content/uploads/2017/06/Herramienta-de-Calculo.xls>
https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje_reducir_huella_carbono_estatal.pdf

¹⁷³ “Tarifas 2017. Precio de los servicios de abastecimiento y saneamiento en España”. Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua Urbana.

¹⁷⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/default.aspx>

¹⁷⁵ http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduceix_emissions/com-calcular-emissions-de-geh/Calcul-de-la-reduccio-demissions-duna-actuacio/
http://canviclimatic.gencat.cat/es/politiques/politiques_catalanes/la_mitigacio_del_canvi_climatic/programa-voluntari-de-compensacio-de-gasos-amb-efecte-dhivernacle/index.html

http://web.gencat.cat/web/shared/OVT/Departaments/TES/A_Qualitat_ambiental_TES/Documents/20467_Manual_sup_ort_promotors_compradors_credits_GEH.pdf

¹⁷⁶ <http://web.gencat.cat/es/tramits/tramits-temes/Programa-voluntari-de-compensacio-demissions-de-gasos-amb-efecte-hivernacle?category=&moda=1>

Actuaciones de implementación de energías renovables (reducción de emisiones de GEI sustituyendo tecnología que funciona con fuentes no renovables por energías renovables). -Actuaciones de movilidad eléctrica (reducción de emisiones de GEI por la sustitución de vehículos de combustión por vehículos eléctricos o por bicicletas y triciclos eléctricos). -Actuaciones de evitar el desperdicio alimentario (reducción de emisiones de GEI que supone evitar que los excedentes alimentarios se derrochen y se tengan que gestionar como un residuo).-Gestión de fertilizantes en suelos agrícolas (actuación de optimización de la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado a los suelos agrícolas)

¹⁷⁷ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/metodologias.aspx>

Se nos presentan varias opciones de compensación por emisiones evitadas:

1. Emisiones evitadas por captura y aprovechamiento del agua de lluvia

La potabilización y puesta a disposición de agua para los nuevos planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental supone un importante consumo energético y la consecuente emisión de gases de efecto invernadero. De la misma forma, la depuración de las aguas usadas o no que han entrado en el alcantarillado municipal supone notables emisiones y costes. En consecuencia, la captura y utilización de un m³ de agua de lluvia supone emisiones evitadas ya que se evita su producción y suministro y en su caso el saneamiento y depuración.

Esta es, por otra parte, una forma de compensación basada en la ecoeficiencia ya que además de los beneficios ambientales (reducción de emisiones para potabilización y distribución), supone claros ahorros económicos. Esta modalidad de compensación de emisiones es, además, una estrategia de adaptación (prevención ante la escasez futura) encuadrable en el amplio conjunto de medida basada en la naturaleza (reducción de daños por escorrentía y reducción de la isla de calor urbano por el aumento de humedad del suelo por los sistemas de captura y evapotranspiración por la vegetación utilizada).

En concreto, cada metro cubico de agua suministrada por los servicios municipales supone para su potabilización y distribución unas emisiones de 0,152 kg de CO₂ y un ahorro para el usuario de entre 2 y 3 euros. Por otra parte, cada metro cubico de agua de lluvia que por ser aprovechada no va al alcantarillado y no pasa por la depuradora municipal supone un ahorro para la Administración Municipal que gestiona la depuradora de 0,4 euros¹⁷⁸ y unas emisiones evitadas de 0,243 kg de CO₂. En total, el ciclo urbano de agua (suministro y tratamiento del agua usada) supone unas emisiones¹⁷⁹ de 0,395 kg de CO₂/m³.

2. Emisiones evitadas por generación de energía a base de energía renovable

Dentro las posibilidades de compensación de emisiones por emisiones evitadas, destaca la generación de energía a base de energía renovable. Las condiciones climáticas y las opciones tecnológicas de las energías renovables, con multitud de tamaños y potencias de los equipos individuales (desde los 5-10 kW de instalaciones solares térmicas o fotovoltaicas en entornos urbanos, hasta los 1,5 MW de los aerogeneradores eólicos), pueden favorecer su incorporación en planes y proyectos de diferentes sectores y en diferentes situaciones.

Una de las opciones de emisiones evitadas a través de energías renovables es la instalación de energía solar fotovoltaica¹⁸⁰, que permita el autoconsumo de energía eléctrica. El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones

¹⁷⁸ Costes por agua tratada. Fuente: Consorcio de Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia (ESAMUR). "Proyecto LIFE Renewat Edar (Depuradora del municipio de Archena).

¹⁷⁹ Fuente Generalitat de Cataluña. Oficina Catalana de Cambio Climático. Total m³ 0,395 kg de CO₂ (suministro: 0,152 kg de CO₂, tratamiento: 0,243 kg de CO₂). Estos datos son coherentes con los utilizados en Francia. Se puede consultar Base Carbone elaborada por la Agencia del Medio Ambiente y la Energía Total m³ 0,394 kg de CO₂ (suministro: 0,132 kg de CO₂, tratamiento: 0,262 kg de CO₂).

¹⁸⁰ Puede consultarse la ponencia desarrollada en el marco del I Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos
Sesión 2ª Compensar las emisiones utilizando los sumideros. Compensación a través de emisiones evitadas

Francisco Espín Sánchez. Docente y experto en energía solar fotovoltaica. Director de Efficiency Services Consulting, consultora de ingeniería y formación.
PONENCIA DE FRANCISCO ESPIN

administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica¹⁸¹, contribuirá a facilitar la penetración de energías renovables en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental como medida ambiental y económicamente más ventajosa que el suministro tradicional desde la red.

Cabe destacar que para producir un kWh en España se emiten como media, teniendo en cuenta el mix eléctrico peninsular, 0,331 kg de CO₂¹⁸².

Por otra parte, cada metro cuadrado de panel para energía solar fotovoltaica produce cada año en el Levante español 195 kWh. En consecuencia, cada metro cuadrado de panel compensa cada año 64,5 kg es decir 0,06 toneladas de CO₂. El coste de instalación de un metro cuadrado de panel de energía solar fotovoltaica se sitúa en unos 144 euros. Con esta opción, al tiempo que se compensan las emisiones se reduce la factura eléctrica por cada metro cuadrado de panel en 29,4 euros cada año.

3. Emisiones evitadas por sustitución de abonado de síntesis gracias a la aplicación de purines y estiércol en la agricultura

Un ejemplo de compensación por emisiones evitadas es la aplicación de purines y estiércol en la agricultura (modo de compensación que es utilizado habitualmente en los proyectos de evaluación de impacto ambiental de ganadería), cuyo aporte¹⁸³ sustituye la necesidad de suministrar una parte del abonado nitrogenado de síntesis que de esta forma no es necesario fabricar ni transportar hasta los cultivos.

La fabricación de abonos minerales supone importantes emisiones de CO₂ equivalente. Se barajan cifras de entre 5 y 10 kg de CO₂ eq/por kg de nitrógeno producido en fábrica¹⁸⁴. Lo anterior puede suponer unas emisiones evitadas¹⁸⁵ de hasta 57 kg de CO₂eq (entre 15 y 50).

El ahorro de abonado mineral supone evitar emisiones por fabricación y transporte de abonos que de esta forma no son necesarios, porque son sustituidos por la aportación¹⁸⁶

¹⁸¹ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-5089>

¹⁸²

https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf

En este documento elaborado en 2016 conjuntamente por los Ministerios de Industria y Energía y el de Fomento se proponen como representativos los siguientes factores de emisión (Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento):

Sistema Peninsular 331 g CO₂/kWh. Baleares 932 g CO₂/kWh. Canarias 776 g CO₂/kWh. Ceuta y Melilla 721 g CO₂/kWh. Muy parecido es el dato estimado por la Oficina Catalana de Cambio Climático para el mix eléctrico peninsular de 2018. Producir un kWh en España en 2018 supuso, como media peninsular, emitir 0,321 kg de CO₂.

¹⁸³ Nitrógeno aportado a la agricultura 3-5,7kg de N/m³ de purín

¹⁸⁴ http://www.unizar.es/centros/eps/doc/HuelladeCarbonoLALGranadaSept2010_d.pdf

Base Carbono (Ministerio Francés de Medio Ambiente) considera que se emiten 6,09 kg de CO₂ equivalente para producir un kg de nitrógeno en forma de amonio nitrato y 5,34 para producir un abono nitrogenado medio. Base Carbono 2016 pagina 189.

Source: Jenssen & Kongshaug (2003), Yara data (2007).

¹⁸⁵ Emisiones: 10 kg de CO₂eq/kg de N no aportado. Fuente: Calculadora de proyectos Clima. Ministerio para la Transición Ecológica.

¹⁸⁶ La sustitución del fertilizante mineral por la aplicación de purín es importante. Por cada m³ de purín gestionado correctamente como fertilizante orgánico se reduce la emisión en 16,6 kg de CO₂eq. (Ceotto, 2005). Ceotto, E. (2005). The issues of energy and carbon cycle: new perspectives for assessing the environmental impact of animal waste utilization. *Bioresource Technology* 96, 191–196.

Además de en el purín de cerdo en el estiércol de vacuno hay unos contenidos semejantes. Entre 4 y 5 veces en el caso de la gallinaza y el doble en el caso del caprino y ovino.

Es semejante en el digestato. El compost de residuos sólidos urbanos tiene también un contenido doble al del porcino y entre 3 y 4 veces los lodos de depuradora

de los mismos a través del uso agronómico de los purines y como materia prima para fabricación de compost. Estas emisiones “evitadas”, se configuran como un modo interesante de compensación de emisiones, que debe ser tenido en cuenta en la evaluación de impacto ambiental de los proyectos.

4. Emisiones evitadas por recuperación de recursos de los residuos

También, en sectores dedicados a la gestión de residuos, la recuperación de recursos contenidos en los residuos genera emisiones evitadas¹⁸⁷. Para este tipo de emisiones evitadas, se pueden tomar como factores de emisión los considerados en la base de datos oficial de la Administración Ambiental francesa “Base Carbone 2019”.¹⁸⁸

Así, por ejemplo recuperar una tonelada de metales férricos supone unas emisiones evitadas de 1273 kg de CO₂eq y si es de otros metales llega a ser 7241.

Metales férricos (con acero)	-1,273
Metales no férricos (con aluminio)	-7,241

Asimismo, deben explorarse las posibilidades de aplicación práctica de otras formas de compensación algo más rezagadas, en cuanto a la concreción técnica de sus posibilidades y la determinación de factores de compensación, como son el incremento del carbono orgánico en el suelo y el carbono secuestrado por fanerógamas marinas como la *Posidonia oceanica*¹⁸⁹.

En cuanto a las posibilidades de compensación a través de incremento en carbono orgánico en el suelo, el departamento de cambio climático de la Administración Regional ha impulsado el desarrollo de experiencias piloto en cultivos de vid y olivo en la agricultura de secano y participa en el proyecto LIFE AMDRIC4, cuyas experiencias se desarrollan en cultivos de cereales y almendros.

¹⁸⁷ <https://asegre.com/wp-content/uploads/2017/06/Herramienta-de-Calculo.xls>
https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje_reducir_huella_carbono_estatal.pdf

¹⁸⁸ Los factores de emisión se han obtenido de la base de datos BASE CARBONE, actualizada a 15/01/2019.
 Web: <http://www.bilans-ges.ademe.fr/en/accueil>. El acceso a la consulta de estos datos es gratuito previo registro.

¹⁸⁹ Un sumidero biológico de carbono es un ecosistema cuya emisión de CO₂ es inferior a sus entradas. El carbono orgánico enterrado en sus sedimentos es el principal sumidero de las praderas de *Posidonia oceanica*. Su origen es el excedente de producción de carbono orgánico producido por este ecosistema, el cual, en última instancia proviene del CO₂ atmosférico. Una parte del excedente de producción de la columna de agua, de las algas bentónicas y de la misma planta de *Posidonia*, queda enterrada en sus sedimentos. ESTUDIO DEL VALOR SOCIOECONÓMICO DE LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA DE ANDALUCÍA COMO SUMIDEROS DE CARBONO Y OPORTUNIDADES DE FINANCIAR SU CONSERVACIÓN A TRAVÉS DE FONDOS PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO. Elena Díaz Almela e-TIS Andalucía.

Es un ecosistema muy productivo: el crecimiento de las hojas, rizomas y raíces de *Posidonia* produce entre 60 y 705 gramos de carbono por metro cuadrado y año. Entre el 24 y el 44% de esta producción es remineralizada, entre el 6 y el 50% es exportada, y el 6 al 20% ingerida por los herbívoros. El resto, entre el 11 y el 47% de la producción, es el flujo potencial de carbono que puede enterrarse (Pergent et al, 2012).

Estima del potencial medio total, a corto y largo plazo, de enterramiento de carbono en los sedimentos de las praderas de *Posidonia oceanica*. Obtenido de Pergent et al, (2012). Sumidero de carbono 8 – 487 gramos de carbono por m² y año plazo (1 a 6 años). A largo plazo (más de 100 años) 6 – 175.

4.2. IMPULSAR ACUERDOS AMBIENTALES (ACUERDOS VOLUNTARIOS) PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Como se ha comentado en el punto anterior, las posibilidades de la evaluación ambiental en el proceso de autorización de planes y proyectos para integrar aspectos relacionados del cambio climático son muy importantes. Así, para los nuevos proyectos y planes sometidos al procedimiento de evaluación ambiental (ley 21/2013) pertenecientes a los sectores difusos (industria, ganadería, infraestructuras, planes de urbanismo...) las Administraciones Ambientales empiezan a exigir esfuerzos en reducción o compensación de emisiones, en coherencia con los objetivos europeos¹⁹⁰ y también medidas de adaptación.

Sin embargo, para las actividades en funcionamiento (actividades existentes) anteriores a la ley 21/2013 y para un buen número de actividades agrícolas, actividades comerciales y actividades como el transporte, que no están sometidas al trámite de evaluación ambiental, el acuerdo voluntario o acuerdo ambiental¹⁹¹ puede ser la herramienta de utilidad.

Obligaciones de mitigación para introducir en los acuerdos voluntarios

La Unión Europea acordó reducir para 2030¹⁹² el 40%. Para los sectores que deben participar en el régimen de comercio de derechos de emisión, creado en 2005 por la normativa europea, 21 instalaciones en la Región de Murcia (plantas productoras de electricidad, refinería, industria cerámica, plantas de cogeneración e instalaciones de combustión de más de 20 MW), conocidos como sectores regulados o sectores ETS (Emissions Trading System), las obligaciones (en el conjunto de Europa) se concretan

¹⁹⁰ La Ley 21/2013 posibilita que se incluya en las declaraciones de impacto ambiental la obligación de reducción y/o compensación de las emisiones de proceso y por uso de combustibles fósiles y por la pérdida del carbono secuestrado en vegetación y suelo que es destruido por el proyecto. Permite en definitiva que se vayan introduciendo los límites de emisiones establecidos por la Unión Europea para los sectores difusos, en los nuevos proyectos.

¹⁹¹ Un acuerdo voluntario se puede definir como un acuerdo suscrito entre la administración o institución y las empresas o los representantes de un sector, colectivo u organización determinada, según la cual ambas partes se vinculan voluntariamente para el cumplimiento de unos objetivos de protección ambiental. Estas iniciativas reflejan la tendencia actual en el impulso a la adopción de compromisos por parte de las empresas y otro tipo de organizaciones frente al enfoque tradicional de la reglamentación y el control establecido unilateralmente desde la Administración Ambiental.

Una de las ventajas de los acuerdos ambientales es el grado de libertad que permite a las organizaciones a la hora de asumir compromisos ambientales. Este hecho posibilita adaptar el esfuerzo ambiental a las características propias de los sectores o de los tejidos empresariales. Es por ello que, si se trata de impulsar cambios en las formas de producción y consumo para la mitigación y adaptación al cambio climático, la figura del convenio o acuerdo voluntario ofrece muchas ventajas.

La Administración ambiental del Estado y las Comunidades Autónomas gozan de experiencia en este sentido. Desde hace años han desarrollado numerosas iniciativas basadas en acuerdos voluntarios. A través de estas iniciativas se solicitan esfuerzos ambientales más allá de lo exigido por la legislación a las empresas que se adhieren, comunicando el contenido de los compromisos voluntarios adquiridos a en el marco de la página Web de la iniciativa y permitiendo el uso de una marca registrada a nombre de la institución que la impulsa.

¹⁹² Consejo Europeo (23 y 24 de octubre de 2014) Conclusiones sobre el marco de actuación en materia de clima y energía hasta el año 2030.

en un 43% a 2030, con respecto a 2005¹⁹³. Para el resto de actividades, conocidos como sectores difusos (sector residencial, agrícola, comercio, transporte, gestión de residuos), España tiene que reducir el 26% a 2030¹⁹⁴.

Para fomentar la asunción voluntaria de compromisos de reducción de emisiones, una de las posibles herramientas de utilidad son los acuerdos voluntarios. El impulso de la asunción voluntaria de compromisos debe venir de la mano de la administración sectorial y especializada.

Mediante estos Acuerdos Ambientales, las organizaciones, entidades y colectivos que se adhieren se comprometen a estimar sus emisiones de GEI, es decir su huella de carbono, y establecer medidas para reducirlas y compensar aquellas que no pueden ser reducidas.

Para que se pueda utilizar la compensación hay que determinar los tipos de proyectos o actividades a través de los que se conseguiría esta compensación y los correspondientes factores para calcular de forma sencilla la capacidad de compensación de los mismos. En esta tarea de definición del marco de la compensación, corresponderá un papel determinante al Departamento de la Administración Regional responsable en materia de cambio climático

Las medidas para reducir o compensar las emisiones deben estar basadas en la ecoeficiencia, es decir además de ambientalmente favorables deben ser rentables para quien las emprende y para el conjunto de la economía.

Interesa, para que puedan visualizarse los beneficios económicos que pueden derivarse de los esfuerzos en reducción de emisiones, crear herramientas que permitan su estimación (calculadora de beneficios ambientales, económicos y sociales derivados de la reducción de emisiones).

Como hemos señalado para la primera línea estratégica en el punto 4.1, la reducción neta de emisiones que permitiría la compensación se puede realizar mediante proyectos de energías renovables o evitar el consumo de recursos (emisiones evitadas) o mediante sumideros como absorción por vegetación o incrementando el carbono orgánico en el suelo.

La compensación tiene un carácter obligatorio en cuanto cumplimiento de medidas impuestas en el proceso de autorización de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental. En cambio, la compensación de emisiones en el marco de un acuerdo ambiental es una acción voluntaria mediante la que particulares, empresas y administraciones tratan de neutralizar el impacto en el clima de las emisiones de gases de efecto invernadero que generan con sus actividades.

Adaptación

Para la valorar la vulnerabilidad de las diferentes actividades, infraestructuras organizaciones y territorios un elemento de partida debe ser la puesta a disposición de la información más actualizada en cada momento sobre escenarios de clima futuro y de subida del nivel del mar. En esta tarea de suministro de la mejor información disponible,

¹⁹³ Se utiliza el año 2005 como referencia porque es cuando se incorpora a derecho interno en los países miembros la Directiva de 2003 con la que se inician las obligaciones del comercio de derechos de emisión para los sectores que representan, en conjunto, casi el 50% de las emisiones de toda Europa.

¹⁹⁴

REGLAMENTO (UE) 2018/842 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018. Diario Oficial de la Unión Europea 19.6.2018.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=ES>

debe desempeñar un papel destacado el Departamento de la Administración Regional responsable en materia de cambio climático.

Una de las metas dentro de esta Línea estratégica de Actuación debe ser ayudar a definir desde la Administración Regional (departamento de cambio climático y departamentos sectoriales) las medidas que permitan potenciar la mitigación y la adaptación frente al cambio climático en sectores claves¹⁹⁵ para la economía regional.

La selección definitiva de las medidas que deben llevarse a cabo para la adaptación corresponde a cada sector de actividad y cada organización, con el impulso y en su caso apoyo de la administración sectorial competente y especializada.

Para el impulso y canalización de la compensación, el departamento de cambio climático debe analizar también las opciones de creación de mercados regulados impulsados por la Administración Regional, que permitan canalizar flujos monetarios destinados a la compensación a sectores como el de entidades sociales o el mantenimiento de la población rural y la agricultura de secano entre otros.

4.3. IDENTIFICAR Y DIFUNDIR ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN QUE SEAN ECOEFICIENTES, ES DECIR QUE ADEMÁS DE AMBIENTALMENTE FAVORABLES, SON VENTAJOSAS ECONÓMICAMENTE

Más allá de la selección de medidas ecoeficientes para su utilización en potenciales acuerdos ambientales comentados en la línea estratégica 4.2, la identificación y difusión de medidas ecoeficientes es necesaria para hacer más competitiva y sostenible la economía regional en su conjunto.

La reducción de emisiones y la adaptación eficiente requiere un cambio sustancial en los modos de producción y consumo. Estos cambios pueden ser fomentados difundiendo las oportunidades que brinda la ecoeficiencia. Lograr una eficiencia económica asociada a una eficiencia ambiental es el objetivo de la ecoeficiencia. Una

¹⁹⁵ Entre los sectores clave de la economía regional que tienen una importante dependencia del clima y los fenómenos climáticos extremos, podemos destacar el turismo costero y el sector residencial asociado y la agricultura. La agricultura y la ganadería especialmente en cuanto a la mitigación, es uno de los sectores para los que interesa ir definiendo las medidas de mitigación y adaptación más ecoeficientes.

Para la agricultura, en cuanto a mitigación, deberían definirse nuevas prácticas que reduzcan las emisiones derivadas del abonado nitrogenado y disminuyan la sobrefertilización (especialmente en el entorno del Mar Menor y áreas vulnerables a la contaminación por nitratos), impulso del biogás y para la agricultura de secano fomento de prácticas que preserven e incrementen el carbono orgánico en el suelo y su capacidad de sumidero(mínimo laboreo, cubiertas vegetales, proyectos en el marco de la iniciativa 4x1000, etc.).

En cuanto a adaptación, es necesario la definición de nuevas prácticas para todo el sector primario que estén acordes con los escenarios futuros de clima, potenciando la investigación aplicada (nuevas prácticas que respondan a los retos del clima en cuanto a épocas de siembra y recolecta, investigación en materia de ingeniería genética que permita disponer de variedades resistentes a las nuevas condiciones climáticas, etc.). Puede ser de interés la constitución de grupos operativos de investigación aplicada para la definición de medidas de adaptación concretas para todos los subsectores implicados dentro de un sector o dentro de la cadena alimentaria.

En materia de adaptación, un ejemplo de sector afectado es el de la vid. En este sentido, la Oficina Española de Cambio Climático y la Coordinadora de Agricultores y Ganaderos COAG presentaron, en 2016, el documento "Cambio Climático y Viñedo en España" publicado con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

Por último, no debemos perder de vista la gran transformación a la que el cambio climático forzará a una buena parte de la agricultura especialmente la de secano por lo que se hace necesario innovar en el sentido del recientemente aprobado proyecto de Observatorio de innovación agroecológica frente al cambio climático.

acción es ecoeficiente si, además de ambientalmente favorable, es ventajosa económicamente.

Entre los nuevos modelos de producción y consumo basados en la ecoeficiencia destaca la economía circular. Entre sus estrategias podemos citar:

- Dar prioridad al uso, frente a la posesión; a la oferta de servicios, frente a la venta de productos.
- Alargar la durabilidad de los bienes producidos (ecodiseñados para facilitar la reparación de los productos estropeados).
- Incentivar el segundo uso: reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.
- Impulsar la ecología industrial, que permite en un mismo territorio una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de materiales, energía y servicios (por ejemplo, calor o frío sobrante de una empresa es aprovechado por otra).
- Diseñar los productos para la refabricación (utilizar parte del producto para crear otro objeto) y la reutilización (reutilizar materiales o partes)
- Diseñar para que, al final de su vida útil, un producto, y una vez convertido en residuo, se puedan valorizar las materias que lo componen. Con la economía circular los residuos de unos se convierten en recursos para otros. El producto debe ser diseñado para ser deconstruido.

La transición hacia una economía baja en carbono necesita de la economía circular para reducir el consumo de materiales y energía y, en consecuencia, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Un ejemplo en este sentido puede ser incentivar la utilización de subproductos para la producción de nuevos bienes. Siempre han existido una gran variedad de tipos de materiales generados involuntariamente en procesos de producción y consumo que se conocen como subproductos. Incentivar la utilización de estos subproductos para la producción de nuevos bienes es una medida estratégica de sostenibilidad ambiental de primera magnitud, ya que contribuye a reducir el consumo de materias primas y minimiza la producción de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero.

También, un ejemplo destacable es aprovechar el potencial energético de los residuos agroalimentarios. La industria agroalimentaria genera gran cantidad de residuos, como pieles de frutas, hortalizas, los deshechos de productos cárnicos, estiércol de granjas, etc. Estos pueden potencialmente ser utilizados para la producción de biogás¹⁹⁶ a partir de su degradación controlada y posterior valorización energética. Numerosas iniciativas y proyectos apoyados por la Unión Europea intentan fomentar el biogás. Una de las más interesantes es la que apuesta por plantas de pequeñas dimensiones¹⁹⁷. La implantación de plantas de biogás a pequeña escala supone ventajas como disponibilidad energética (puede garantizar el autoconsumo) y la reducción de las emisiones de metano (que presenta 25 veces más efecto invernadero que el CO₂). Este tipo de instalaciones posibilita que los residuos puedan ser digeridos para obtener biogás, en el mismo lugar en el que se produce.

¹⁹⁶ El biogás es un combustible generado gracias a la acción de microorganismos que, bajo condiciones controladas y en ausencia de oxígeno (digestión anaerobia), degradan la materia orgánica y la transforman en un gas rico en metano. Además, el material sobrante de la producción de biogás (digestato) puede aprovecharse y tratarse, para obtener nutrientes con los que producir biofertilizantes sin consumo de combustibles fósiles.

¹⁹⁷ Puede consultarse en este sentido Biogás3, proyecto coordinado por AINIA www.biogas3.eu

Otro ejemplo de posibilidades son los relacionados con los envases y embalajes. Estos son un elemento imprescindible en la cadena de distribución. Por ello, potenciar los embalajes fabricados con materias primas sostenibles es otro ejemplo de economía baja en carbono, aplicando la ecoeficiencia y economía circular.

También especialmente interesante es alargar la vida de los productos. Entre los nuevos modelos de producción y consumo basados en la ecoeficiencia destaca la estrategia de “Alargar la durabilidad de los bienes producidos” (ecodiseñados para facilitar la reparación de los productos estropeados). Uno de los enemigos de esta necesaria durabilidad es la obsolescencia programada (acortar la vida útil de un producto intencionadamente para que el consumidor tenga que comprar uno nuevo). La transición hacia una economía baja en carbono necesita la durabilidad de los productos para reducir el consumo de materiales y energía y, en consecuencia, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En definitiva, el objetivo de reducir las emisiones o poner en marcha medidas ecoeficientes de adaptación, además de necesario, puede ser económicamente rentable y esto es plenamente alcanzable debido al avance en el conocimiento científico y las nuevas tecnologías. Disponiendo de la referencia de buenas prácticas y experiencias de éxito se facilitaría la introducción de criterios ambientales en la actividad económica¹⁹⁸.

El Capítulo II, del Título VI, de la Ley 4/2009, «Economía baja en carbono y adaptación a los impactos del cambio climático», señala en el punto 3 de su artículo 119 «Generación de conocimiento para impulsar una economía baja en carbono y la adaptación a los impactos del cambio climático» que:

La Consejería competente en materia de medio ambiente impulsará los trabajos de investigación aplicada y creación de bancos de experiencias de éxito que permitan definir para las actividades económicas, el transporte y el crecimiento urbano los modelos de mayor coherencia con una economía baja en carbono y con las predicciones sobre cambio climático.

Uno de los trabajos recopilatorios para visualizar que las medidas de mitigación y adaptación pueden ser económicamente rentables fue desarrollado en 2014 por la Oficina Española de Cambio Climático, con el nombre de “*Hoja de ruta de los sectores difusos a 2020*”¹⁹⁹, una simulación de 43 medidas divididas en seis grandes sectores: residencial, transporte, agricultura, residuos, gases fluorados e industria no ETS.

Para esta hoja de ruta se desarrolló el modelo M3E, “*Modelización de medidas para la mitigación en España*”. El M3E es un modelo matemático sobre una hoja de cálculo capaz de analizar las medidas de mitigación en base a objetivos de mínimo coste económico por tonelada de CO₂eq reducida y máxima generación de empleo.

Hay medidas importantes a la hora de reducir emisiones, como la promoción del vehículo eléctrico, o la reducción de emisiones de metano en ganadería mediante plantas de biogás que, por ahora, suponen altos costes de inversión y esto hace que el coste de la tonelada reducida de CO₂eq sea relativamente elevado²⁰⁰. En cuanto al

¹⁹⁸ Consejo Económico y Social. Región de Murcia. “Competitividad y Cambio Climático” Página 77 y siguientes <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=497>

¹⁹⁹ http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Hoja_de_Ruta_2020_tcm7-351528.pdf

²⁰⁰ La sustitución de un vehículo ligero convencional por otro eléctrico representa una inversión de 11 500 € por cada vehículo sustituido, que incluye el sobre coste del vehículos eléctricos frente al vehículo convencional, (10 000 €) y el coste medio de los puntos de carga eléctrica (1500 €) con, al menos, 1,5 puntos de carga por coche eléctrico.

vehículo eléctrico, aunque la promoción y ayudas económicas corresponde a la Administración del Estado, interesa analizar el papel que podría desempeñar la Administración Regional y la Municipal. Se deben tener en cuenta las ventajas que aporta la electrificación de la movilidad en la factura sanitaria al reducir la contaminación atmosférica en el centro de las ciudades. También deben estudiarse las condiciones en que el biogás pasaría a ser ecoeficiente para la ganadería de la Región de Murcia como ya lo es para la industria hortofrutícola (véase el caso de la empresa Kernel Sport)

Con independencia de estas medidas hay otras muchas que permiten visualizar cómo la reducción de emisiones es ecoeficiente, es decir, es rentable para el conjunto de la economía. Para este tipo de medidas la reducción de una tonelada de CO₂eq no supone un coste, sino un beneficio.

Este es, por ejemplo, el caso de la inversión en infraestructura para promoción de la bicicleta (carriles bici, señalización, aparcamientos, comunicación y sistemas de préstamo) donde el modelo M3E calcula que por cada 400 000 € de inversión se genera la mitigación de 110 toneladas de CO₂eq/año. Se consigue un ahorro en energía final de 410 552,88 kWh/año y el coste para reducir una tonelada de CO₂eq es negativo, en este caso de -228 € por tonelada de CO₂eq.

Invertir en movilidad sostenible para pasar del vehículo privado a medios de transporte público colectivo y transporte colectivo de empresas es otro ejemplo interesante. En este caso, por cada 50.000 € de inversión, M3E estima que se reducen 81 toneladas de CO₂eq/año. El ahorro en energía final es de 299 942,85 kWh/año y -352 € es el coste que requiere reducir 1 por tonelada de CO₂eq.

Especialmente importante para una economía baja en carbono a medio plazo en una región como Murcia, eminentemente exportadora, es el trasvase del transporte de mercancías de la carretera al ferrocarril. Impulsar el transporte de mercancías con menos emisiones por tonelada de CO₂eq, como el tren o las autopistas del mar, es un reto para garantizar la competitividad de la economía de la Región de Murcia. El proyecto estrella es, sin duda, el “corredor mediterráneo”²⁰¹.

Como se ha comentado, los clientes de nuestros productos agroalimentario son principalmente consumidores de los países del norte y centro de Europa, especialmente sensibilizados con el cambio climático, con los que se hace necesario conectar, demostrando esfuerzos para reducir la huella de carbono que supone poner un kg de nuestro productos en estos países. Dentro de esta huella de carbono, el transporte es una parte fundamental, y quedaría notablemente reducida si se pudiera utilizar el ferrocarril.

Cada coche sustituido supone un ahorro de 1,5 toneladas CO₂eq/año y un ahorro en energía final de 6000 kWh/año. En este caso, el coste que se requiere para reducir 1 tonelada CO₂eq es de 175 €.

El tratamiento de 1 m³ de purín de porcino mediante digestión anaerobia requiere una inversión de 42 € y el coste por tonelada de CO₂eq reducida se eleva a 18€. Cada m³ de purín de porcino tratado mediante digestión anaerobia supone evitar la emisión de 130 kg de CO₂eq.

²⁰¹ Está incluido por la Unión Europea en la red básica intraeuropea de transportes, con un trazado de 1300 kilómetros desde el puerto de Algeciras hasta la frontera España-Francia por Portbou. Este corredor debe ofrecer una eficiente salida exportadora, tanto económica como en el aspecto medioambiental a todo el litoral mediterráneo, donde se genera el 40% del PIB español. A este eje, además, deben tener acceso los puertos del mediterráneo español, entre ellos Cartagena, que, unidos en red, pueden captar una parte sustantiva del flujo de mercancías que llegan desde Oriente por el canal de Suez y que se dirigen al potente sistema portuario Rotterdam-Rin.

El transporte de mercancías por ferrocarril es mucho más ecoeficiente²⁰² que la carretera. En concreto, tres veces más económico y supone tres veces menos emisiones.

Otras medidas destacadas en relación con el transporte son el fomento del teletrabajo para reducción de desplazamientos, -202 € por tonelada de CO₂eq, y las derivadas de un incremento en la movilidad cooperativa supone -540,45 € por tonelada de CO₂eq.

En el sector agrícola son importantes las medidas destinadas a reducir las emisiones de óxido nitroso, N₂O, optimizando el abonado nitrogenado. Entre las medidas más rentables para la reducción de emisiones de CO₂eq destacan la aplicación de técnicas de agricultura de conservación (menos labranza) y el aprovechamiento de los restos de poda como biomasa.

Con la aplicación de técnicas de agricultura de conservación se reducen las emisiones de los suelos agrícolas, evitando la oxidación del carbono orgánico del suelo, así como las emisiones derivadas de la utilización de gasóleo por el menor número de horas de maquinaria agrícola. La aplicación apenas requiere inversión y supone -898€ por cada tonelada CO₂eq evitada. Además, la agricultura de conservación mejora la resiliencia del suelo ante la necesaria adaptación al cambio climático.

Estos son solo algunos ejemplos de la ecoeficiencia aplicada a la mitigación y adaptación.

Otro ejemplo de ecoeficiencia es reducir el desperdicio en la cadena alimentaria: “menos desperdicios menos CO₂”. Evitar la producción de desperdicios alimentarios es una medida básica en la mitigación del cambio climático consiguiendo la prevención en la generación de residuos y el fomento de una economía circular. A nivel internacional hay multitud de iniciativas (FAO, *Preparatory study on food waste across EU27* de la Comisión Europea) y el Ministerio de Agricultura ha diseñado la Estrategia “más alimento menos desperdicio”.

Durante el proceso de comercialización cabe destacar los desechos generados ligados a las fechas límites de consumo (caducidad y consumo preferente). Más importantes son las pérdidas y el desperdicio generados en hogares y restauración.

En el sector de la restauración el Ministerio señala que, de media, un restaurante español tira 2,5 kg de desperdicio al día. En los hogares, según los datos manejados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación se cifra en el 60% los desperdicios alimentarios evitables.

Por cada tonelada evitada de desperdicio se consigue, según datos de la Oficina Española de Cambio Climático, un ahorro por la comida que ya no se tira de 3545 €/tonelada. También existe ahorro en la gestión del residuo, que supone 76 €/tonelada y una mitigación de 64 kg de CO₂eq. Esta es una de las medidas en las que por cada tonelada de CO₂ reducida se obtienen más beneficios para la economía en su conjunto: -15 700 €.

²⁰² En cuanto al aspecto económico se considera un coste de 0,1 euros/tonelada/km. recorrido para la carretera (Ministerio de Fomento) y 0,04 euros/tonelada/km. recorrido para el ferrocarril (Observatorio del Ferrocarril). En cuanto a la parte ambiental hay que señalar que las emisiones son de 75 gr. por tonelada de CO₂eq /tonelada/km. recorrido para el transporte por carretera (OECC) y 25 gr por tonelada de CO₂eq /tonelada/km para el transporte por ferrocarril en tracción diésel (Observatorio Español del Ferrocarril), el porcentaje de electrificación del ferrocarril considerado sería del 75% (RENFE).

El modelo M3E estima que por cada 350 000 € de inversión para incrementar el transporte de mercancías por ferrocarril, el ahorro en energía final sería de 277 148 kWh/año y -265 euros el coste que requiere reducir 1 t por tonelada de CO₂eq.

4.4. FOCALIZAR ESFUERZOS EN MITIGACIÓN HACIA LA FUENTE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MÁS IMPORTANTE DE LA REGIÓN MEDIANTE LA REDUCCIÓN DEL USO DEL VEHÍCULO PRIVADO Y LA ELECTRIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

Dentro de los sectores difusos el de mayores emisiones, el transporte por carretera, que supone más del 50%, debe centrar una parte más importante de los esfuerzos en mitigación (movilidad sostenible, incrementar los desplazamientos a pie, en bicicleta y apoyar el vehículo eléctrico). Dentro del transporte por carretera el de mayor responsabilidad es el vehículo privado. Y esto no solo en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero, también en cuanto a contaminantes peligrosos para la salud como las partículas en suspensión y los óxidos de nitrógeno.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero, en la Región de Murcia los turismos (el vehículo privado) representan el 60% de las emisiones totales generadas por los diferentes modos de transporte. Supone, dentro del transporte por carretera, tres veces más que el resto (vehículos de transporte ligero, pesado y autobuses). Comparado con las emisiones de la Región en su conjunto, los vehículos de clase turismo suponen más emisiones que la suma de la agricultura, la ganadería, la depuración de aguas y la gestión de residuos del conjunto de la Región (más de 1,5 millones de toneladas de casi exclusiva responsabilidad del ciudadano como consumidor de carburantes de automoción).

Las emisiones por consumo de carburantes de automoción por persona, calculadas a partir del consumo reflejado en la Encuesta de Presupuestos Familiares²⁰³, supondría entre 1,6 y 1,8 millones de toneladas de CO₂eq (el gasto medio anual en carburante por persona en la Región de Murcia se sitúa como media de los últimos 5 años en 540 €).

Por todo lo anterior, uno de los objetivos estratégicos debería ser el de focalizar los esfuerzos de mitigación en reducir el uso del vehículo privado.

Como se ha señalado, el tráfico urbano en el que el vehículo privado es el protagonista es, además de ser el más importante emisor de gases de efecto invernadero, un emisor de peligrosos contaminantes para la salud²⁰⁴.

Durante años, la normativa europea ha ido reduciendo progresivamente los límites de emisión de contaminantes con los que se autorizaba la puesta en el mercado de vehículos nuevos. Sin embargo, la mejora aportada por estos nuevos vehículos menos contaminantes ha sido neutralizada con la presencia de muchos más vehículos en nuestras ciudades. Además, hay que tener en cuenta que el tiempo de renovación del parque automovilístico es de, al menos, 10 años. A diferencia de los grandes focos de

²⁰³ La huella de carbono generada por el consumo familiar (paginas 67-75) en "Competitividad y Cambio Climático". Cuadernos del Consejo Económico y Social de la Región de Murcia. 2016.
<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=497>

Para datos hasta 2018 consúltese el siguiente enlace: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=25145&L=0>

²⁰⁴ Victoria Jumilla, F.: "El Cambio Climático en la Región de Murcia. Evidencias, impactos e iniciativas para la adaptación". *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia*. Año 2008. Vol. 83. Junio de 2009 pág... 197 a 237. Murcia.

Victoria Jumilla, F.: "Cambio climático y salud", *XI Congreso Nacional de Reales Academias de Medicina de España. Año 2010. Libro de Actas. 2011*, Cord. Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia. pág. 213 a 223.

emisión industriales el coche emite en el centro de las ciudades y cerca de donde respira la población²⁰⁵.

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero lleva, en consecuencia, aparejados beneficios directos para la salud. Es conocido que los niveles actuales de contaminación atmosférica tienen una responsabilidad directa sobre la factura de los servicios públicos de salud y de la Seguridad Social, suponiendo un importante porcentaje de visitas a centros hospitalarios y centros de salud, y de la necesidad de medicación y bajas laborales. En la Región de Murcia, como en el resto de Europa, los mayores costes están relacionados con la contaminación por partículas.

Una reducción de emisiones de CO₂ del 10 % , llevaría asociada una reducción de 10% y 17% en partículas finas menores de 2,5 y 10 micras (PM2.5 y PM10), así como una reducción del 15% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Si a esta reducción de emisiones se le aplicase el rango monetario asociado a los daños evitados a la salud (disminución de la mortalidad y enfermedades asociadas, así como del gasto sanitario derivado de los tratamientos médicos y el coste de las bajas laborales), se obtendrían unos beneficios importantes²⁰⁶.

En conclusión, reducir el 10% de las emisiones de CO₂ del tráfico en las ciudades de la Región de Murcia implicaría un ahorro en el gasto sanitario del orden de 15 millones de euros/año²⁰⁷.

El objetivo asignado a España por la Unión Europea es reducir a 2030 un 26% y seguramente del orden de 3 veces más a 2050. Siguiendo el razonamiento del párrafo anterior, si se alcanzara en 2030 una reducción del 26% en las emisiones del tráfico urbano se habrían eliminado los episodios de contaminación atmosférica.

En este sentido, un objetivo estratégico debería ser identificar o asociar la reducción de emisiones de GEI derivadas del uso de vehículo privado con la reducción de contaminantes para la salud²⁰⁸ y consumo de energía. Este último aspecto, consumo de energía, es otro cobeneficio derivado de la reducción en la importación de combustibles fósiles.

En relación con los beneficios que se generan para la sociedad con el impulso de la movilidad sostenible con el uso de la bicicleta, se puede citar el reciente estudio *“Transiciones de transporte en Copenhague: comparando el costo de los automóviles y las bicicletas”* realizado por Stefan Gössling, de la Universidad de Lund (Copenhague), y Andy S. Choi de la Universidad de Queensland. Este trabajo ha sido desarrollado para ayudar en los análisis de rentabilidad social de la construcción de nuevas infraestructuras para utilizar la bicicleta. Los autores estudiaron cuánto cuestan los automóviles a la sociedad comparados con las bicicletas en términos de contaminación

²⁰⁵ "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" Discurso de ingreso en la Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia. [Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

²⁰⁶ orden de magnitud similar a los obtenidos con estudios similares y recientes publicados por la Organización Mundial de la Salud."
OMS y OECD (2015) Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth, WHO Regional Office for Europe.

²⁰⁷ Véase pagina 54 y siguientes en "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" [Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

²⁰⁸ La Organización Mundial de la Salud en su manifiesto "LA SALUD, PILAR BÁSICO DEL ACUERDO SOBRE EL CLIMA" <http://www.who.int/globalchange/publications/didyouknow-finance-ministers-es.pdf?ua=1>
“Imputando un precio adecuado a las externalidades sanitarias de los combustibles, desaparecería la injusta ventaja competitiva de que gozan en la actualidad los combustibles más contaminantes, los combustibles más limpios serían relativamente más baratos LA SALUD, PILAR BÁSICO DEL ACUERDO SOBRE EL CLIMA y se fomentaría la eficiencia energética. Se estima que si se establecieran precios adecuados a la energía a nivel nacional, se reduciría el número de muertes debidas a la contaminación del aire aproximadamente en un tercio y disminuirían las emisiones de gases de efecto invernadero en más de un 20%”.

del aire, cambio climático, ruido, desgaste de infraestructuras, salud y congestión en Copenhague. Como conclusión, muestran que un kilómetro en automóvil cuesta 0,15 euros a la sociedad, mientras que la sociedad gana 0,16 euros por cada kilómetro recorrido si se utiliza la bicicleta.

El transporte por carretera, que en nuestra Región supone el 25% de las emisiones totales, es un sector enormemente dependiente de los productos petrolíferos (en un 98%). Además es el destino del 65% de las importaciones de crudo, de las que el 68% son consumidas por el vehículo privado.

La tendencia es que sigan aumentando las emisiones y nuestra dependencia energética por el incremento del parque de vehículos y el aumento de la movilidad (número de kilómetros recorridos por viajero). Una de las opciones, a medio plazo, en las que descansan una buena parte de las esperanzas de la economía baja en carbono aplicada al tráfico es el vehículo eléctrico.

Las estrategias que han desarrollado la mayor parte de los países europeos para el aumento de ventas de coches eléctricos son: ayudas para extender las infraestructuras de recarga, tramitación de las ayudas con celeridad por parte de la administración y fabricantes, información y campañas sobre la ecoeficiencia aportada por este tipo de vehículos, la expansión de los puntos de recarga y la aplicación de restricciones a la circulación de los coches más contaminantes en el centro de las ciudades.

Aunque las ayudas para la adquisición de vehículos eléctricos se gestionan por la Administración Central, hay un importante margen de impulso desde la Administración Regional y especialmente la Municipal²⁰⁹, que deberían ponerse en marcha por su importante contribución a la reducción de la contaminación atmosférica en las ciudades y por el reflejo positivo en el inventario regional de gases de efecto invernadero.

En definitiva, reducir la flota de vehículos contaminantes y el número de vehículos en circulación es una apuesta inteligente para conseguir menos daño para la salud, menor contribución al efecto invernadero, mayor ahorro en la factura de los servicios de salud y mayor reducción del déficit comercial por la importación de petróleo.

En el marco de esta Línea Estratégica de Actuación, la meta que perseguir es **Impulsar y apoyar los modos de transporte con menores emisiones de gases de efecto invernadero**, fomentando los desplazamientos a pie y el desarrollo de planes de movilidad sostenible a nivel empresarial y de centros de actividad y a nivel municipal así como el apoyo al vehículo eléctrico y al uso de la bicicleta a través de medidas de discriminación positiva.

De la misma forma, es necesario demandar las inversiones que permitan avanzar el corredor mediterráneo de mercancías y apoyar la implantación de plataformas logísticas que fomenten el uso del ferrocarril y el transporte marítimo de mercancías.

²⁰⁹ Por ejemplo, dificultando el tráfico urbano de vehículos contaminantes.

4.5. APROVECHAR LA OBLIGACIÓN LEGAL DEL “EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO” PARA INCORPORAR A TRAVÉS DE LAS LICENCIAS DE OBRAS, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y LA ADAPTACIÓN

La edificación constituye un sector importante y especialmente en cuanto a las emisiones asociadas a la vida útil de los edificios, que se habrán de producir al menos durante 50 años (en total tres veces más que las emisiones necesarias en la fase de construcción que suponen unos 500 kg de CO₂eq por m² construido).

Sin embargo, con la excepción de las reducidas emisiones directas (de directa responsabilidad-alcance 1 de la huella de carbono) generadas por el consumo de combustibles fósiles por la maquinaria en la fase de construcción y para calefacción en las fases de funcionamiento, el resto de emisiones ya están contabilizadas en los inventarios nacionales y en su caso regional de gases de efecto invernadero a otras instalaciones emisoras. Es el caso de las importantes emisiones para fabricar los materiales de construcción utilizados (por ejemplo instalaciones productora de material cerámico, cemento etc.) o la energía eléctrica que la vivienda consumirá a lo largo de su vida o fase de funcionamiento que lógicamente deben, para evitar doble contabilidad, asignarse a sus verdaderos responsables, los fabricantes de cemento, cerámica o producción de electricidad.

Para la fase de funcionamiento es fácil incorporar medidas para la mitigación y la adaptación si se tiene en cuenta en el diseño. Por ejemplo, un edificio eficiente energéticamente²¹⁰ por una envolvente térmica será un edificio más adaptado al incremento futuro de temperaturas extremas y en consecuencia menos vulnerable. De la misma forma, el diseño eficiente energéticamente no está reñido con la captura y aprovechamiento del agua de lluvia de las cubiertas.

Por lo tanto, una oportunidad de conectar mitigación y adaptación es a través de las licencias de obras, exigiendo junto a la compensación de las emisiones de alcance 1 por las obras de edificación, por ejemplo, entre otros aspectos, la recogida y utilización del agua de lluvia junto a las medidas relacionadas con el bajo consumo energético. Recordemos que, en cualquier caso, los aspectos de consumo de energía casi nulo ya serán exigibles gracias a lo dispuesto en el Real Decreto 235/2013. Como se ha señalado, este Real Decreto incorpora a derecho interno la obligación establecida por

²¹⁰ En el año 2007 se aprobó el Real Decreto 47/2007, por el que se regula el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética. Esta obligación de certificar energéticamente a los edificios, que afectaba sólo a los de nueva construcción o rehabilitación proyectados a partir del año 2007, con el Real Decreto 235/2013 se extiende a cualquier edificio.

Mediante la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, se actualiza el Documento Básico «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación. El nuevo documento del Código Técnico de la Edificación pone el acento en los inmuebles ya construidos, ya que entiende que la rehabilitación será el área de actuación en los próximos años.

La valoración de los edificios está en función del CO₂equivalente emitido por el consumo de energía de las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación, de acuerdo con una escala de siete letras y siete colores que van desde el edificio más eficiente (clase A) al edificio menos eficiente (clase G).

De acuerdo con este etiquetado energético, se estima que un edificio con una clase de eficiencia B tiene menos emisiones de CO₂eq como consecuencia de un menor consumo de energía, de entre el 35% y el 60% de las que tendría un edificio que cumpliera con los mínimos que fija el Código Técnico de la Edificación. Ese porcentaje llegaría a más del 60% si es certificado como clase A.

la Directiva 2012/27/UE de “Edificios de consumo de energía casi nulo²¹¹” para todos los edificios nuevos. Esta obligación es aplicable a los inmuebles públicos construidos a partir del 31 de diciembre de 2018 y todos los edificios nuevos de titularidad privada a partir del 31 de diciembre de 2020.

Con independencia de aplicar, edificio a edificio, a través de las licencias de obras, medidas para la adaptación y para reducir la contribución de la edificación a las emisiones totales de CO₂, es importante generar las bases para que el propio urbanismo esté acorde a las nuevas condiciones que impone la economía baja en carbono y con las necesarias medidas de adaptación. De las decisiones en materia de urbanismo, depende buena parte de las emisiones de un conjunto de sectores difusos, entre los que destaca el transporte. También de las condiciones del urbanismo de hoy dependerán los costes de adaptación del futuro.

Por esta razón, es imprescindible la incorporación, en la redacción de la normativa urbanística, de criterios más ecoeficientes y sostenibles.

Como se ha señalado en el punto 4.1, el procedimiento de evaluación ambiental obligado por la Ley 21/2013 es uno de los caminos para completar la introducción de criterios para un urbanismo bajo en carbono y resiliente, es decir obligaciones que contribuyan a reducir las emisiones del metabolismo de la ciudad y a prepararlas para la adaptación al cambio climático.

Así, el nuevo planeamiento urbanístico (que debe ser sometido a evaluación ambiental) debe incluir entre sus normas la obligación de condicionar las licencias de obras de los edificios a que estos incorporen medidas concretas de mitigación y adaptación, exigiendo, por ejemplo, entre otros aspectos, la recogida y utilización del agua de lluvia junto a las medidas relacionadas con el bajo consumo energético. Se hace por tanto necesario que se incorporen estas medidas, salvo justificación de inviabilidad técnica o económica, en todas las solicitudes de licencia de obras.

4.6. FOMENTAR QUE LAS EMPRESAS Y SECTORES EMPRESARIALES DESARROLLEN ANÁLISIS ESTRATÉGICOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y FOMENTAR DESDE LAS INSTITUCIONES LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO SOBRE LOS EFECTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SECTORES CLAVE EN LA ECONOMÍA REGIONAL

En los últimos años, la Administración demandaba del sector privado actuaciones orientadas a la puesta en marcha acciones para lograr una reducción de emisiones. En la actualidad, lo que debemos es pedir que a los esfuerzos en mitigación se añadan los esfuerzos en adaptación. Por esta razón, hay que solicitar que las empresas y sectores empresariales desarrollen análisis estratégicos de adaptación al cambio climático.

En este sentido, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente presentó en 2013 el proyecto ADAPTA, una iniciativa lanzada a través de la Oficina Española de

²¹¹ Real Decreto 56/2016 se establece la definición de edificio de consumo de energía casi nulo como “aquel edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I de la citada Directiva. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida «in situ» o en el entorno”.

Cambio Climático (OECC), con el objetivo de introducir la adaptación al cambio climático en el mundo empresarial²¹².

Un factor limitante para la gestión empresarial del cambio climático es la escasez de conocimiento aplicable a muchos sectores potencialmente afectados. El conocimiento se encuentra disperso en numerosos estudios, trabajos y publicaciones. En estos momentos, en los que se empiezan a desarrollar estrategias empresariales o sectoriales de adaptación, se hace necesario recopilarlos y sintetizarlos de forma que pueda servir de apoyo y como base del conocimiento.

Por otra parte, la complejidad en la realización de la investigación aplicada que exige la adaptación al cambio climático requiere de “grupos operativos” amplios e integradores en los que participen todas las actividades y subsectores relacionados con una actividad concreta. Por ejemplo, en el caso de la agricultura y la alimentación los subsectores de actividad implicados en el diseño de medidas de adaptación son numerosos: Administración Agrícola y de alimentación, investigadores, productores agrarios, viveristas, comercializadores, transporte y logística. En definitiva, los agentes que integran los eslabones fundamentales de la cadena agroalimentaria.

Siguiendo con el ejemplo de la agricultura, se trata de definir, a través de estrategias empresariales o sectoriales o a través de la investigación de grupos operativos, las medidas que permitan potenciar la mitigación y la adaptación frente al cambio climático²¹³.

La necesidad de iniciar una visión estratégica de cómo puede afectar el cambio climático a la competitividad de las actividades no es solo de aplicación a la agricultura, es de interés para todos los sectores y en especial para los que más directamente dependen del clima.

Este es también el caso del turismo. La mayor parte de los estudios e informes de las instituciones europeas señalan que España podría perder competitividad como destino turístico como consecuencia del cambio climático en favor de otros destinos del norte de Europa, que podrían tener condiciones más favorables para la práctica de actividades recreativas al aire libre. Se apunta que el turismo procedente del centro y norte de Europa podría verse disminuido, hasta en un 20% en 2080 con respecto a 2004, por el posible aumento del turismo doméstico en estos países por la mejora de condiciones para la práctica de sol y playa²¹⁴. Dentro de España, se podría producir una redistribución

²¹² <http://www.mapama.gob.es/es/prensa/noticias/el-ministerio-de-agricultura-alimentaci%C3%B3n-y-medio-ambiente-lanza-un-proyecto-para-introducir-la-adaptaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico-en-el-mundo-empresarial/tcm7-265913-16>

²¹³ En este sentido, en cuanto a minimización, deberían definirse nuevas prácticas que reduzcan las emisiones derivadas del abonado nitrogenado y disminuyan la sobrefertilización, impulso del biogás y fomento de prácticas que preserven e incrementen el carbono orgánico en el suelo y su capacidad de sumidero(mínimo laboreo, cubiertas vegetales, proyectos en el marco de la iniciativa 4x1000, etc.).

En cuanto a adaptación, es necesario la definición de nuevas prácticas para todo el sector primario que estén acordes con los escenarios futuros de clima, potenciando la investigación aplicada (nuevas prácticas que respondan a los retos del clima en cuanto a épocas de siembra y recolecta, investigación en materia de ingeniería genética que permita disponer de variedades resistentes a las nuevas condiciones climáticas, etc.).

En materia de adaptación, un ejemplo de sector afectado es el de la vid. En este sentido, la Oficina Española de Cambio Climático y la Coordinadora de Agricultores y Ganaderos COAG presentaron, en 2016, el documento “[Cambio Climático y Viñedo en España](#)” publicado con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

²¹⁴ Se pueden citar en este sentido los trabajos:
-HAMILTON, et al(2005): A simulation study” en *Global Environmental Change*, 15: pp253-256.
-HEIN, L. (2007) *The impact of Climate Change on Tourism in Spain*. CICERO Working Paper 2007:02

estacional (de la temporada estival al otoño y la primavera), con incremento de la duración de la temporada; y una redistribución²¹⁵ espacial de los flujos turísticos de las regiones del sur, a regiones del norte como consecuencia del cambio climático. El incremento de la temperatura va a ser uno de los factores esenciales del impacto del cambio climático sobre el turismo en las regiones del sur, y esto con independencia del cada vez más costoso turismo de sol y playa para la administración de costas por el necesario mantenimiento de las superficies de arena en playa actuales. Una subida del nivel del mar de 5 milímetros/año, como la que se registra cada año en la costa mediterránea, necesita aportaciones de arena de 1,5 m³/año por cada metro lineal de playa.

El anterior es solo un ejemplo de trabajos que están empezando a cuantificar los efectos del cambio climático sobre el turismo. Con toda seguridad, el conocimiento existente en este campo es insuficiente y deberá ir completándose en los próximos años por la Administración Regional, los empresarios y demás agentes implicados para que el sector turístico mantenga su competitividad, frente a las amenazas que a medio y largo plazo supone el cambio climático sobre la sostenibilidad económica, ambiental y social del sector.

En definitiva, es necesario generar conocimiento para ir concretando la adaptación de sectores clave de la economía regional a los impactos del cambio climático. En el marco de esta línea estratégica de intervención, es importante potenciar las posibilidades del Observatorio Regional del Cambio Climático como órgano canalizador de información sobre los avances que se van produciendo en esa generación de conocimiento y por otra parte desarrollar sistemas de monitoreo y seguimiento del cambio climático.

4.7. FOMENTAR LA COMUNICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y ESFUERZOS VOLUNTARIOS EN MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN, EN ESPECIAL ENTRE EL TEJIDO EXPORTADOR

Hace años que las encuestas oficiales de la Comisión Europea, como el Eurobarómetro²¹⁶, muestran que el cambio climático es uno de los problemas que más

²¹⁵ La redistribución espacial de los flujos del turismo nacional desde las Comunidades Autónomas del sur a las del norte, como consecuencia del incremento previsto de la temperatura, ha sido bastante estudiada. En trabajos de síntesis que la Oficina Española de Cambio Climático viene desarrollando en el marco del Tercer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se concluye que la mayor parte de la costa mediterránea sur española sufriría un descenso significativo de la idoneidad para la práctica del turismo de sol y playa, mientras que la costa norte española tendría muy buenas condiciones en la segunda mitad del siglo.

Algunos trabajos recientes cuantifican el impacto sobre el turismo estival de sol y playa del Mediterráneo, que se producirá sobre todo en la Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía. Entre otros, se puede citar "*Cambio climático y estacionalidad turística en España: Un análisis del turismo doméstico de costa. Estudios de Economía Aplicada*". Dialnet. 2011. Angel Bujosa Bestard. Jaume Rosello Nadal. El estudio se centra en la variación de la demanda turística (turismo nacional) hacia zonas costeras teniendo en cuenta los cambios en la temperatura.

A la vista de los resultados del estudio se aprecia que la mayoría de las provincias costeras de Mediterráneo serían las más perjudicadas, ya que la predisposición de los turistas a visitar estos destinos disminuiría tanto en temporada alta como en todas las temporadas con una subida media de 1°C de temperatura. Sin embargo, en las provincias del Norte, Barcelona y Gerona, tanto del Mediterráneo como del Cantábrico, tendría una repercusión positiva para la demanda turística.

²¹⁶ En 2019, último Eurobarómetro especial dedicado al cambio climático, los encuestados ya sitúan el cambio climático en segundo lugar, después de la pobreza (primero) y delante del terrorismo internacional (tercero) entre los problemas más graves que enfrenta el mundo. También, este Eurobarómetro muestra que:

preocupa a los ciudadanos europeos. Los ciudadanos y consumidores de los países del norte y centro de Europa valoran positivamente los esfuerzos en mitigación del cambio climático de las empresas que proporcionan desde otros países los productos que ellos consumen. Una tonelada de CO₂eq emitida en el país exportador contribuye por igual al cambio climático que la emitida en el país importador.

Las empresas habrán de conectar con las preocupaciones de los ciudadanos y para las dedicadas a la exportación se convertirá en un factor de competitividad. Para el resto de empresas, las exigencias vendrán a consecuencia de los compromisos de las administraciones y empresas para las que son proveedores

Un aspecto importante, una vez calculada la huella de carbono y realizados los esfuerzos voluntarios en reducción de emisiones o compensación, son las estrategias de comunicación que se siguen para que éstos sean conocidos por las partes interesadas. Pieza clave, en este sentido, es la existencia en España del Registro Público de Huellas de Carbono, Registro Nacional creado por el Real Decreto 163/2014.

La agricultura de la Región de Murcia de frutales, agríos y demás cultivos leñosos retiran más CO₂ que el que emiten, ya que las emisiones para dar lugar a los productos son reducidas. Gracias al clima, incluso en invierno, apenas se realizan gastos energéticos para el cultivo y son productos que, en su mayor parte, se comercializan a pie de producción en fresco, es decir, poco o nada transformados.

La iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂ y la marca lessCO₂ registrada a nombre de la Comunidad Autónoma sirvió hace más de diez años para iniciar entre el tejido exportador la cultura de la cuantificación de la huella de carbono

El sector agrícola de la Región de Murcia podría poner en valor, además de la cuantificación de sus emisiones y esfuerzos voluntarios por reducirlas, la ventaja competitiva que supone su capacidad de sumidero de CO₂.

4.8. APLICAR LOS ESCENARIOS FUTUROS DE SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN LA TOMA DE DECISIONES URBANISTICAS EN LA COSTA E INICIAR LA ADAPTACIÓN DE ESPACIOS URBANOS E INFRAESTRUCTURAS PREVISIBLEMENTE AFECTADOS

Como se ha señalado, para poder tomar decisiones sobre políticas de adaptación es fundamental recabar información sobre los principales cambios que se esperan, a consecuencia del calentamiento global.

Uno de estos cambios es la subida del nivel medio del mar. En relación con este aspecto una de las líneas de trabajo a corto plazo debe ser la destinada a determinar el efecto sobre la línea edificada.

Dentro de las estrategias de adaptación en los municipios costeros, tienen particular significación y peso las dirigidas a la gestión de los usos del suelo colindantes con la línea de costa, dado que, en el futuro, se espera la inundación permanente de parte del

-El 92% de los encuestados (y más de ocho de cada diez en cada Estado miembro) están de acuerdo en que las emisiones de gases de efecto invernadero deben reducirse al mínimo y compensar al mismo tiempo las emisiones restantes, a fin de que la economía de la UE sea climáticamente neutra de aquí a 2050.
-El 79% opina que tomar medidas en materia de cambio climático hará que las empresas de la UE sean más innovadoras y competitivas.

espacio urbano costero como consecuencia del aumento del nivel del mar, según se desprende de la previsiones elaboradas por el IPCC.

La vulnerabilidad es específica para un lugar determinado y las actividades que allí se desarrollan y dependerá de sus características. En el futuro y a consecuencia de este incremento del nivel del mar podrían ser necesarias actuaciones dirigidas a espacios urbanos concretos. Estas intervenciones son complejas, en muchos casos inviables y siempre limitadas a escalas espaciales muy reducidas.

Dado que la subida del nivel del mar es un impacto inevitable y que se incrementará con cada década que pase (se prevé que el nivel medio de subida anual se acelere a final de siglo²¹⁷), se ha de empezar a trabajar en propuestas de medidas de adaptación y prevención.

El catálogo de posibles medidas se agrupa en base a dos estrategias: la redefinición gestionada de la línea de costa y el mantenimiento de la línea de costa mediante diferentes técnicas.

Los objetivos generales de esta acción son por tanto dobles, por un lado, delimitación concreta del alcance de inundación y, por otro lado, la propuesta de las posibles medidas de adaptación y prevención ante la subida del nivel del mar en el espacio urbano.

El departamento de cambio climático de la Administración Regional, en el marco del Plan de Impulso al Medio Ambiente PIMA ADAPTA COSTAS del Ministerio para la Transición Ecológica, con la financiación asignada por el Consejo de Ministros, está elaborando con el apoyo del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria²¹⁸ un diagnóstico de precisión sobre la vulnerabilidad y riesgo, y las posibles medidas de adaptación de todo el litoral de la Región de Murcia.

En los próximos dos años debemos estar en disposición de contar con:

- un Informe de alta resolución y visor cartográfico online de exposición, vulnerabilidad y riesgo, y medidas de adaptación de recursos naturales, instalaciones, usos del suelo y actividades vulnerables al cambio climático en la Costa frente al Cambio Climático.
- Un borrador de plan autonómico de adaptación al cambio climático de los terrenos de dominio público marítimo-terrestre adscritos a la Comunidad Autónoma y de las estructuras construidas sobre ellos.
- Un informe de vulnerabilidad y borrador de plan de adaptación al cambio climático de la Manga del Mar Menor.
- Acciones para la difusión y exposición del conocimiento generado sobre la vulnerabilidad de la Región de Murcia ante la subida del nivel del mar y las medidas de adaptación necesarias.

La Manga del Mar Menor es considerada una de las áreas vulnerables del litoral mediterráneo español a efectos del calentamiento global. El objetivo a corto plazo debe ser cuantificar la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo así como proponer las medidas de adaptación y prevención frente al cambio climático. El Informe de vulnerabilidad y plan de adaptación al cambio climático de la Manga del Mar Menor debe comprender al menos los siguientes aspectos:

²¹⁷ (IPCC. Bases Físicas Grupo I. Quinto Informe, 2013).

²¹⁸ EL Instituto de Hidráulica es uno de los centros de mayor especialización de España y es

- Estudio de detalle de la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático (vulnerabilidad del territorio, las actividades y espacio edificado y el suelo urbano sin edificar).
- Análisis de riesgo sobre bienes económicos, naturales y sociales. Evaluación económica de los costes de la inacción.
- Análisis de casos a nivel internacional. Estudio de casos extrapolables y de planes y experiencias de éxito.
- Prediseño de medidas de adaptación y prevención.

En definitiva, en el marco de esta Línea Estratégica de Actuación la meta a perseguir es **identificar las zonas costeras que en el futuro se verán afectadas por la subida del nivel medio del mar y sentar las bases para definir las actuaciones de adaptación.**

4.9 IMPULSAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MEDIO NATURAL EN SUS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

Biodiversidad y áreas protegidas

Junto a la preparación de los sectores empresariales, infraestructuras y espacios urbanos, se hace necesario preparar la adaptación del medio natural a los futuros escenarios climáticos.

En este sentido, es importante continuar trabajando en la definición de la respuesta que los territorios y ecosistemas van a ir dando a los diferentes escenarios climáticos, diseñar las correspondientes medidas de regeneración de los ecosistemas, promover la conectividad entre ecosistemas que facilite la migración de especies en las condiciones cada vez más adversas, etc.

Dentro de esta Línea Estratégica, la Administración competente en materia de biodiversidad y áreas protegidas desarrollaría las siguientes medidas:

- Determinación de los hábitats y las especies más sensibles al cambio climático y elaboración de modelos sobre los posibles cambios en su estructura y composición, en relación con diversos escenarios climáticos, especialmente en las áreas protegidas y en ambientes de alta sensibilidad como bosques relictos, hábitats asociados a la presencia de agua dulce, vegetación de alta montaña, medio marino, etc.
- Identificación de las necesidades para la adaptación al cambio, entre las que cabe analizar los métodos de gestión y manejo, incluyendo acciones de restauración o conservación para el mantenimiento un estado de conservación favorable las especies y comunidades vegetales (incluyendo los hábitats de interés comunitario) con el objetivo de incrementar su capacidad de adaptación al cambio climático (resiliencia).
- Fomento de la conectividad entre ecosistemas de modo que permitan la migración de especies, priorizando la conservación de los corredores existentes y evitando la fragmentación de hábitats.

- Control de cambios fenológicos y ciclo vital, así como la posible expansión de determinadas especies exóticas invasoras para el establecimiento de planes de intervención.
- Diseño de una red de seguimiento de sobre el estado, composición y la distribución de los hábitats y las especies, con establecimiento de indicadores e implementación de tecnología SIG.
- Establecimiento de coordinación con otras CCAA, en especial las comunidades vecinas con las que estamos relacionados biogeográficamente.
- Elaboración de directrices de manejo y aprovechamiento de las especies y recursos en el medio natural con el cambio climático, así como la manera en la que pueden verse potenciados o modificados los impactos actuales (sobrepastoreo, extracción de aguas, caza, etc.).
- Evaluación y control de los impactos previsibles sobre las especies y los hábitats naturales en un escenario de cambio climático, al objeto de evitar interacciones negativas con los cambios de uso del territorio y detectar las actividades que pueden convertirse en insostenibles.
- Conocimiento del efecto del régimen de propiedad de los terrenos en que se asientan las comunidades y especies más vulnerables en la aplicación de las acciones de adaptación y mitigación.
- Programa de divulgación sobre la problemática, dando a conocer necesidades y técnicas modernas en labores de restauración y conservación, transmitiendo a la sociedad el valor de las comunidades vegetales propias y adaptadas a nuestro escenario climático actual y futuro. Esta divulgación debe tener como principales receptores aquellos sectores relacionados con la gestión y manejo de los sistemas forestales y hábitats naturales: poderes políticos, ONG, propietarios forestales, empresas del sector, técnicos de administraciones públicas, etc.

4.10 IMPULSAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MEDIO NATURAL EN SUS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN FORESTAL

Gestión forestal

Los montes de la Región de Murcia se encuentran en constante cambio. El actual escenario climático con temperaturas medias más altas de lo habitual y escasas precipitaciones está incidiendo enérgicamente sobre los montes, provocando episodios de plagas forestales inusuales e incendios forestales cada vez más peligrosos debido a la sequía del combustible.

Para cumplir con los objetivos de la Estrategia, es necesario realizar sobre las masas forestales, una serie de actuaciones de gestión adaptativa que mejoren las condiciones de estas masas ante las elevadas temperaturas y escasas precipitaciones ocasionadas por el cambio climático.

Estas actuaciones, a modo de Plan de Gestión de adaptación al cambio climático de las masas forestales, estarían compuestas por una serie de medidas y submedidas entre las que, inicialmente, se proponen las siguientes:

Medida nº 1. Selvicultura adaptativa como estrategia contra el cambio climático

- submedida nº 1: regulación de competencia sobre el estrato arbóreo
- submedida nº 2: impulso de la regeneración natural en un escenario adaptativo

Medida nº 2. Control y prevención de los daños causados por la climatología en las masas forestales

- submedida nº 1: prevención de daños causados por la sequia directa
- submedida nº 2: paliar la incidencia de perforadores y defoliadores en las masas forestales

Medida nº 3. Fomento de la resiliencia de los montes ante el cambio climático a través de la biodiversidad

- submedida nº 1: introducción de elementos de biodiversidad adaptados a escenarios adversos del cambio climático
- submedida nº 2: diversificación de las formaciones forestales arbóreas y de matorral
- submedida nº 3: gestión de los hábitats naturales para el fomento de la resiliencia
- submedida nº 4: mejora poblacional de entomofauna forestal depredadora

Medida nº 4. Gestión forestal del agua y los suelos

- submedida nº 1: infraestructuras para la retención de suelos y agua
- submedida nº 2: gestión de la humedad ambiental en las masas forestales frente a la escasez de precipitaciones
- submedida nº 3: restauración, conservación y mejora de la cubierta vegetal

Medida nº 5. Mitigación del riesgo de incendio de las masas forestales

- submedida nº 1: regulación del combustible forestal mediante aprovechamiento para bioenergía
- submedida nº 2: desarrollo de estrategia de manejo de estructura de combustible forestal para mejorar la prevención y extinción de incendios forestales

Medida nº 6. Promoción y divulgación de la contribución del sector forestal al cambio climático

- submedida nº 1: sensibilización acerca del papel de las masas forestales en un escenario de cambio climático
- submedida nº 2: divulgación de las actuaciones de adaptación de la estructura forestal de la región de Murcia al cambio climático
- submedida nº 3: formación específica de recursos humanos en el ámbito científico, técnico y desarrollo de tareas para la adaptación

Medida nº 7: Desarrollo de estudios e investigaciones sobre la adaptación del sector forestal al cambio climático

submedida nº 1: desarrollo de estudios técnicos e investigaciones relacionadas con la adaptación de las masas forestales al cambio climático a través de la gestión forestal

submedida nº 2: seguimiento de los efectos de las medidas contempladas en el plan de adaptación

4.11. FORTALECER LA SALUD PÚBLICA ACTUANDO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Ya en 2008, el Día Mundial de la Salud se centró en la necesidad de proteger la salud de los efectos negativos del cambio climático. Al elegir este tema, la Organización Mundial de la Salud reconoció que el cambio climático era ya un importante reto para la seguridad sanitaria mundial.

Como hemos señalado, el cambio climático amenaza directamente la salud por el aumento de las temperaturas y olas de calor. Así, se constatan los incrementos en las alergias como consecuencia de los cambios fenológicos de la vegetación y la mayor incidencia de contaminantes atmosféricos, que no son eliminados por la escasez de precipitaciones y por resuspensión de contaminantes procedentes de un suelo cada vez más seco.

Un efecto inducido por el cambio climático con la ayuda de la globalización de la economía es la modificación de la distribución de distintas enfermedades infecciosas de transmisión vectorial. Este es el caso del mosquito tigre (*Aedes albopictus*), responsable, entre otras, de la transmisión de virus como el Dengue y el Zika.

El mosquito tigre lleva una gran velocidad de expansión desde 2004, cuando procedente de un cargamento de neumáticos de Italia llegó a Cataluña, después en 2006 a Valencia y en 2011 a la Región de Murcia. Hoy ocupa prácticamente todo el Mediterráneo español y europeo. Además, se prevé que en los próximos años colonizará países más al norte como Reino Unido. El nivel de preocupación que genera dio un salto cualitativo en octubre de 2018, cuando dos murcianos contrajeron sin salir de España el dengue, enfermedad vírica, que transmite este mosquito.

Como en tantos otros asuntos, la investigación y desarrollo deben ayudarnos a alcanzar con éxito la adaptación al cambio climático. Así, al igual que ya se están seleccionando mediante ingeniería genética para la agricultura de secano cepas de vid resistente a las futuras condiciones de escasez de lluvias y aridez, en el caso del mosquito tigre se pueden poner de ejemplo la experimentación de nuevas técnicas como la "Técnica del Insecto Estéril"²¹⁹, utilizadas durante años por la Generalitat valenciana para controlar la mosca de la fruta y mantener los mercados de Estados Unidos. Debemos estudiar las posibilidades que ofrece esta técnica del Insecto Estéril, que se prevé como absolutamente inocua en su aplicación a la Región de Murcia²²⁰.

²¹⁹Esta técnica que está estudiando y ensayando la Generalitat Valenciana, consistirá en la suelta probablemente desde avionetas, drones o cualquier otro vehículo, de millones de mosquitos machos estériles (irradiados) criados en laboratorios que copularán con las hembras desplazando a los machos silvestres y dando lugar a huevos inviables que cortarán el ciclo reproductor del insecto.

Esta técnica se prevé como absolutamente inocua dado que como en algunas otras especies de mosquitos, solo pican las hembras, que utilizan la sangre para desarrollar los huevos. Los machos se alimentan de néctar. Por esta razón a liberación masiva de mosquitos machos no aumentara el número de picaduras. Son sólo las hembras del 6% de las especies -como el *Aedes aegypti* y el *Aedes albopictus*- las que chupan sangre humana y de animales para el desarrollo de sus huevos que después se convertirán en larvas en el agua estancada.

²²⁰ Véase página 45 en adelante y especialmente 64 y siguientes en "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro"
[Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

La OMS, en su mensaje dirigido a los profesionales de la salud²²¹ manifiesta que: *El cambio climático será una cuestión fundamental para los sistemas de salud del siglo XXI, que interactuará con todos los determinantes sociales de la salud.*

La lucha contra el cambio climático puede tener positivas repercusiones en algunos de los determinantes más importantes de la salud: la contaminación atmosférica²²². El rápido aumento de la prevalencia de enfermedades no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, la diabetes o la neumopatía obstructiva crónica presenta un desafío sin precedentes para los profesionales de la salud de todo el mundo. En regiones como la Región de Murcia, donde el automóvil es el medio de transporte predominante, desplazarse a pie o en bicicleta permitirá reducir las emisiones de CO₂, el sedentarismo, los traumatismos, las muertes relacionadas con el tráfico rodado y la contaminación. El Servicio Murciano de salud²²³, a través de sus profesionales, podría impulsar la educación sanitaria enfocada a reducir las enfermedades no transmisibles, combatiendo el uso innecesario del vehículo privado²²⁴.

El ahorro derivado de la reducción de los gastos médicos (esto es, la reducción del número de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias) y de las bajas por enfermedad suele ser igual o superior al costo de las intervenciones destinadas a combatir el problema de la contaminación del aire urbano producido por los vehículos.

²²¹ http://www.who.int/globalchange/publications/key_messages/es/
http://www.who.int/globalchange/publications/10_actions_final_es.pdf?ua=1

²²² Real Academia de Medicina de Murcia. *Sesión conmemorativa del segundo aniversario del Acuerdo de París sobre Cambio Climático*
http://www.ramemur.com/index.php?option=com_content&view=article&id=255:la-real-academia-de-medicina-y-cirugia-de-la-region-de-murcia-le-invita-a-la-sesion-cambio-climatico-y-salud-en-conmemoracion-del-dia-mundial-del-medio-ambiente-16-11-2017-te&catid=44&Itemid=334

“Pero también la lucha contra el cambio climático va a generar efectos beneficiosos sobre la salud. Es el caso de la contaminación atmosférica en nuestras ciudades que es generada casi en exclusiva por el tráfico urbano. El tráfico urbano en el que el vehículo privado es el protagonista genera emisiones de CO₂ de enormes proporciones. Es, además y sobre todo, un emisor de contaminantes que genera importantes efectos sobre la salud. La Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) sostiene que la contaminación del aire urbano causa el triple de fallecimientos que los accidentes de tráfico y «casi 10 veces más muertes» que los accidentes laborales. Además, es causa del aumento del número de ingresos hospitalarios por patologías respiratorias, la aparición de alergias, las enfermedades respiratorias tempranas en niños, la pérdida de función pulmonar en mayores e incluso el cáncer de pulmón”.

²²³ Como está haciendo el Servicio de Salud del Reino Unido.

²²⁴ Véase página 73 y siguientes en "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro" [Disc._Francisco_Victoria_web.pdf](#)

4.12. IMPULSAR UNA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA REGIONAL DE CERO EMISIONES, Y DESARROLLAR ACCIONES FORMATIVAS Y DE CONCIENCIACIÓN EN TODOS LOS ÁMBITOS CON ESPECIAL REFERENCIA AL CIUDADANO COMO CONSUMIDOR EN SU CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Impulsar una Administración Pública Regional de cero emisiones en alcance 1²²⁵ a largo plazo y una Administración Pública que reduzca un 26% de las emisiones de alcance 1 en el horizonte 2030.

En la práctica, se pueden adquirir compromisos en relación con el parque móvil regional y la sustitución de combustibles fósiles por energías renovables en las instalaciones.

Desarrollar acciones formativas para funcionarios, empresas y profesionales sobre las posibilidades de la mitigación y las necesidades y oportunidades de la adaptación.

Se debe continuar con la incorporación de jornadas, cursos y seminarios sobre cambio climático en los planes de formación de las Administraciones Públicas, fomentar la actualización de conocimientos y la formación del personal docente de la Administración Regional, impulsar la formación sobre cambio climático para empresas y profesionales, etc.

Concienciar, informar y formar a los ciudadanos sobre su contribución al cambio climático y sobre los efectos del cambio climático y la necesidad de adaptación

Las emisiones de alcance 1 (emisiones de directa responsabilidad) de las familias forman parte de las emisiones que se contabilizan a la Comunidad Autónoma en el Inventario Nacional de Emisiones. Dentro de éstas, las asociadas al consumo de carburantes de automoción son las más importantes. Comparado con el resto de emisiones en su conjunto, los vehículos de clase turismo aportan más que la suma de la agricultura, la ganadería, la depuración de aguas y la gestión de residuos. Dentro del transporte por carretera son tres veces más que el resto (vehículos de transporte ligero, pesado y autobuses), lo que representa más de 1,5 millones de toneladas de casi exclusiva responsabilidad del ciudadano como consumidor.

El alcance 3 (emisiones que otros realizan para que podamos tener un determinado nivel de consumo) agrupa el mayor volumen de gasto. En el año 2014, el 92% del presupuesto familiar se dedicó a bienes y servicios cuya huella de carbono supuso alrededor del 70% de la huella total²²⁶. Las emisiones que otros producen para que los ciudadanos podamos tener un determinado nivel de consumo son muy importantes aunque muchas de ellas, por fabricarse en otras regiones o en otros países, no computan en la contabilidad regional de emisiones. Es en todo caso, se realicen donde se realicen las emisiones, la parte más destacada de la contribución del ciudadano al calentamiento global.

²²⁵ El alcance 1 de la huella de carbono del funcionamiento anual de la Administración Pública Regional es casi en su totalidad consecuencia del uso de carburantes para el parque móvil y en menor medida otros combustibles fósiles consumidos para calefacción e instalaciones de generación de calor.

²²⁶ "Competitividad y Cambio Climático". Cuadernos del Consejo Económico y Social de la Región de Murcia. 2016.
<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/PublicacionDetail.seam?pubId=1143>

Por todo lo anterior, se hace necesario incorporar entre las líneas maestras de intervención una dedicada a desarrollar acciones divulgativas en relación con la huella de carbono del ciudadano medio de la Región de Murcia. Con esta línea de trabajo se pretende **concienciar sobre la importante contribución del ciudadano al cambio climático, sus causas y las respuestas que pueden plantearse para reducir esta contribución.**

Otro aspecto directamente relacionado con la concienciación del ciudadano y con actividades como la restauración es la necesidad de **reducir el desperdicio en la cadena alimentaria: “menos desperdicios menos CO₂”.** Este elemento está incluido en la línea estratégica de actuación destinada a la búsqueda y difusión de prácticas ecoeficientes.

4.13. IMPULSAR LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN A NIVEL MUNICIPAL A TRAVÉS DE LOS PLANES DE ACCIÓN PARA EL CLIMA Y LA ENERGÍA SOSTENIBLE (PACES) DE LA INICIATIVA EUROPEA PACTO DE ALCALDES

A nivel municipal, es fundamental el desarrollo de trabajos en materia de adaptación. La Comisión Europea (CE) lanzó oficialmente en 2008 el “Pacto de los Alcaldes” y, en 2014, como acción clave en la estrategia de la Unión Europea de la adaptación al cambio climático, la iniciativa “Mayors Adapt”. El objetivo es implicar y apoyar a las autoridades locales a la hora de actuar para mitigar y adaptarse al cambio climático.

La nueva iniciativa que engloba tanto la mitigación como la adaptación se denomina Pacto de los Alcaldes sobre el clima y la energía.

Como se ha señalado repetidamente en este documento, la mitigación y adaptación son soluciones complementarias para reducir los riesgos asociados al impacto del cambio climático. Por esta razón, el documento de la iniciativa señala:

La adaptación y la mitigación del cambio climático aportan numerosas ventajas al medio ambiente, la sociedad y la economía. Si se abordan conjuntamente, abrirán nuevas oportunidades de promover un desarrollo local sostenible que incluya la creación de comunidades e infraestructuras eficientes energéticamente, capaces de experimentar resiliencia frente a situaciones adversas relacionadas con el clima e inclusivas, la mejora de la calidad de vida, el incremento de la inversión y la innovación y el impulso de la economía local y la creación de empleos, así como el refuerzo de la participación y cooperación de las partes interesadas.

Las soluciones locales a los retos energéticos y climáticos ayudan a promover una energía segura, sostenible, competitiva y asequible para todos los ciudadanos y a contribuir, de esta forma, a reducir la dependencia energética y a proteger a los consumidores más vulnerables.

Los firmantes del Pacto de los Alcaldes se comprometen a la:

- Preparación de un inventario de referencia de las emisiones. En concreto, la iniciativa compromete a cada municipio adherido a reducir las emisiones en su territorio en al menos un 40% hasta 2030 mediante el aumento de la eficiencia energética y un mayor uso de fuentes de energía renovables;
- Preparación de una evaluación de vulnerabilidad y riesgos del cambio climático;
- Elaboración de un Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES) e integrar los aspectos relacionados con la mitigación y la adaptación en las políticas, estrategias y planes relevantes en el plazo de dos años a partir de la decisión del

ayuntamiento²²⁷.

El Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible y los documentos de planificación pertinentes se deberán ratificar mediante una resolución del ayuntamiento. Los resultados, tanto individuales como colectivos, se divulgarán en la página web del Pacto. Existirá una evaluación de los datos facilitados por los firmantes y está prevista una suspensión en caso de incumplimiento.

Para cumplir sus objetivos de mitigación y adaptación, los firmantes se comprometen a realizar una serie de pasos:	RUTA DE MITIGACIÓN	RUTA DE ADAPTACIÓN
1. Iniciación y revisión de las líneas básicas	Preparación de un inventario de referencia de las emisiones	Preparación de una evaluación de vulnerabilidad y riesgos del cambio climático
2. Definición y planificación de los objetivos estratégicos	Elaboración de un Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES) e integrar los aspectos relacionado con la mitigación y la adaptación en las políticas, estrategias y planes relevantes en un período de dos años desde la formalización del pacto.	
3. Implantación, control e información	Informar sobre los progresos cada dos años tras la emisión del PACES en la plataforma de la iniciativa.	

COMPROMISOS PARA LOS FIRMANTES DE LA INICIATIVA "MAYORS ADAPT."
Fuente: Iniciativa "Mayors Adapt"

A corto plazo se propone, como actuación piloto y proyecto de demostración, ensayar la cooperación entre la Administración Regional (Instituto de Fomento y la Administración Ambiental responsable de Cambio Climático) y los municipios de Cartagena, Lorca y Águilas. Estas actuaciones han sido aprobadas en junio del 2017, como integrantes del proyecto LIFE ADAPTATE.

La implicación de la Administración Regional permitirá como señala el documento de la iniciativa "Pacto de los Alcaldes sobre el clima y la energía" proporcionar orientación estratégica y apoyo técnico para el desarrollo, la aplicación y el seguimiento de los planes de acción y de las medidas conexas y ayudar a promover la cooperación y los enfoques conjuntos para emprender acciones más eficaces e integradas. En este sentido, es importante desarrollar actuaciones en materia de formación a técnicos municipales así como jornadas, seminarios y reuniones técnicas bilaterales con los Ayuntamientos.

El impulso a la adaptación desde el ámbito municipal, al igual que para las empresas y departamentos de la Administración Regional, plantea la necesidad de disponer de fondos. Por esta razón es de interés la revisión de la planificación de inversiones

²²⁷ La evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos se ha de realizar dentro del período de dos años. Los resultados serán la base para definir la forma de aumentar la resiliencia (capacidad de asumir alteraciones y de adaptarse al cambio climático) del territorio. La estrategia de adaptación, que debería integrarse en el Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible, y/o que se incluirá en otros documentos de planificación relevantes, se podrá reforzar y reajustar a lo largo del período. Podrán considerarse primero las acciones "con garantías" (acciones que ofrecen beneficios económicos y medioambientales inmediatos) y complementarse con otras acciones a lo largo de los años (por ejemplo, cuando se vuelva a evaluar la situación cada dos años, durante las revisiones del plan de acción). Esto permitirá ir seleccionando una adaptación progresiva y ecoeficiente. Igualmente, los firmantes se comprometen a informar regularmente sobre los progresos en el marco de la iniciativa.

FEDER, a iniciativa de la Comunidad Autónoma, para incluir actuaciones en el objetivo temático nº 5 señalado en la Línea Estratégica siguiente.

4.14. REVISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE INVERSIONES FEDER, A INICIATIVA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA, PARA INCLUIR ACTUACIONES EN EL OBJETIVO TEMÁTICO Nº 5

El Fondo Europeo de Desarrollo Regional, en su programación hasta el año 2021, incluye entre sus objetivos temáticos dos que se destinan a la lucha contra el cambio climático: el nº 4 “Fomento de la economía baja en carbono” y el nº 5 “Promover la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de riesgos”. La Región de Murcia, aunque lo contempló inicialmente²²⁸, no solicitó finalmente ayudas para invertir en relación con este último objetivo temático.

4.15. INICIAR EL CAMINO PARA QUE EN LA ASIGNACIÓN DE FONDOS EUROPEOS SE CONTEMPLA LA VULNERABILIDAD DE LA REGIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios en el clima, como consecuencia del incremento de la temperatura, no van a ser uniformes en toda Europa y variarán de una región a otra. Esta variación se debe a una distribución desigual del calor solar, a las respuestas individuales de la atmósfera y de los océanos y a las características físicas de las regiones.

En cuanto a la desigual distribución del calor solar, sabemos, como hemos señalado, por los trabajos de los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS) que “*La zona mediterránea se calienta más que la media del planeta*”. Lo anterior tiene una gran trascendencia para las regiones que formamos parte del entorno mediterráneo y es saber que aunque se logre el objetivo de París de que la temperatura media del planeta quede, a final de siglo, por debajo de los 2 °C, hay zonas del planeta como la nuestra que se situarán bastante por encima. Así, Joel Guiot y Wolfgang Cramer señalan que: “*Aunque se cumplan los objetivos del acuerdo de París, los paisajes mediterráneos cambiarán, los biomas más secos avanzarán hacia el norte*”. “*Unos paisajes que apenas han cambiado en 10 000 años, se verán alterados en lo que dura una vida humana*”.

En este mismo sentido se han pronunciado, en noviembre de 2018, científicos de numerosas universidades de los países del entorno mediterráneo publicando en la revista Nature Climate Change el trabajo “Cambio climático y riesgos interconectados para desarrollo sostenible en el Mediterráneo”, donde apuntaban que:

El reciente cambio climático acelerado ha exacerbado los problemas ambientales existentes en la cuenca del Mediterráneo que son causados por la combinación de cambios en el uso del suelo, el aumento de la contaminación y la disminución de la biodiversidad. Para cinco amplios e interconectados dominios de impacto (agua, ecosistemas, alimentos, salud y seguridad), el cambio actual y los escenarios futuros apuntan consistentemente a riesgos significativos y crecientes durante las próximas décadas.

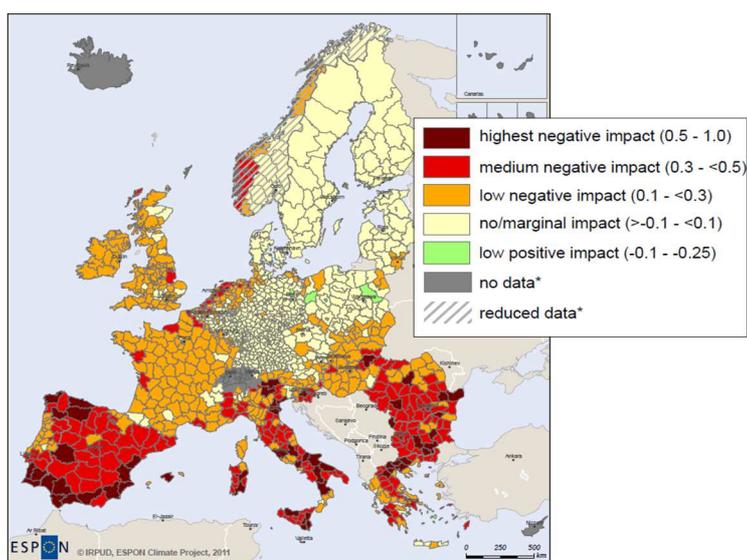
²²⁸ La ley de presupuestos de la Administración Regional para 2015 contempló más de 700 000 euros como primera anualidad por este concepto en el programa presupuestario del Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático, 442K.

En consecuencia, en la Región de Murcia y en buena parte de España, nuestra economía, nuestros recursos naturales, las actividades que se desarrollan y los planes y proyectos que desarrollar, debido a nuestra situación geográfica, pueden considerarse especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático. Los trabajos elaborados en 2018 por el Centro Común de Investigación de la Unión Europea²²⁹ se expresan, a escala de países y regiones, en este mismo sentido y predicen que "El Sur sufrirá ocho veces más las consecuencias de los impactos que el Norte".

El Centro Común de Investigación calcula, para el sur de la Unión Europea, unas pérdidas anuales de alrededor del 4,2% del PIB si se llega al escenario de incremento de los 3 °C a final de siglo, con respecto a la era preindustrial, es decir más del doble que la media de Europa.

Como en el caso de un plan o proyecto concreto, el potencial de una región y su economía para hacer frente a estos impactos es su capacidad de adaptación. La combinación de todos estos factores determina la vulnerabilidad de esa región.

El proyecto ESPON Climate, realizado por la Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial de la Unión Europea, Programa ESPON²³⁰ ha permitido caracterizar a las regiones europeas en función de las posibilidades de adaptación, destacando las regiones del Mediterráneo por una baja capacidad para resistir y adaptarse. Las regiones de Valencia, Murcia, Baleares y Andalucía, junto con un buen número de regiones del sur de Europa, son las que presentan una mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.



VULNERABILIDAD POTENCIAL POR EL CAMBIO CLIMÁTICO. Fuente: ESPON Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies Applied Research 2013/1/4 Final Report | Version 31/5/2011 Executive Summary.

²²⁹ <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii>

²³⁰ El proyecto ESPON Climate *Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies* 2013 ha sido financiado en el marco del Programa ESPON por la Comisión Europea, Fondo de Desarrollo Regional y los Estados miembros. Se puede consultar en www.espon.eu.

El Programa ESPON, Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial, fue adoptado por Decisión de la Comisión (2007) 5313 de 7 de noviembre de 2007. Es un instrumento de la Política Regional de la Unión Europea (Dirección General de Política Regional y Urbana). Es financiado por los Fondos Estructurales (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) en sus líneas de "Cooperación Territorial Europea", dotado con 45 millones de euros para el periodo 2007-2013 y con 53,8 para el 2014-2020.

ESPON es un programa de investigación aplicada para dar cobertura a las políticas territoriales y de desarrollo. Tiene un importante papel en el desarrollo de una Perspectiva Territorial Europea de Desarrollo y Cohesión. Los trabajos de investigación ESPON ofrecen una fuente de información comparable.

Esta diferente capacidad de adaptación, para hacer frente al cambio climático, que tienen las regiones del sur frente a las del norte de Europa será, como predicen los trabajos citados, a medio plazo, un importante motor de desigualdades.

Por ello, se debe realizar el máximo esfuerzo en comunicar esta idea a las instituciones europeas y debatirla en todos los foros en los que sea posible.

En estas circunstancias, con independencia de que la Unión Europea articule ayudas e inversiones que contribuyan a evitar que el desequilibrio existente entre el norte y el sur de la Unión Europea aumente debido al cambio climático, debemos prestar especial atención en las decisiones que, como administraciones, adoptamos hoy. Asimismo, habrá que sopesar adecuadamente las decisiones sobre los proyectos y planes que se adoptan hoy pero que han de durar décadas.

5. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA

1.1. La elaboración de esta Estrategia ha constado de las siguientes fases:

- Redacción del "Documento base. Líneas maestras de intervención". Para esto se partió del documento elaborado por el Servicio competente en materia de cambio climático (Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático), que fue debatido y aprobado por la Comisión de Expertos del Observatorio Regional del Cambio Climático.
- Tras la toma en consideración del "Documento base. Líneas maestras de intervención" por la Consejería competente en materia de Medio Ambiente y una vez realizada la consulta a los departamentos competentes y especializados de la Administración Regional, se procede, en diciembre de 2019, a la fase de participación pública.
- Redacción final. Una vez valoradas las aportaciones hechas en la fase de participación pública se procederá a la aprobación por Consejo de Gobierno.

6. ORIENTACIONES PARA LA INTERVENCIÓN DE CARÁCTER SECTORIAL

6.1 APLICACIÓN DEL REPARTO COMPETENCIAL Y LA ESPECIALIZACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN EN LA BÚSQUEDA Y EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS CONCRETAS DE CARÁCTER SECTORIAL PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS MARCADOS EN ESTA ESTRATEGIA

Como se ha señalado, el departamento de cambio climático de la Comunidad Autónoma tiene, en el ámbito de la mitigación, un completo abanico de competencias de intervención administrativa (autorización, control, inspección y sanción regulados por la normativa europea) respecto de las emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores de actividad obligados al comercio de derechos de emisión²³¹, que representan el 50% de las emisiones de la Región.

Para la incorporación de la mitigación y adaptación en los nuevos planes y proyectos de los denominados sectores difusos, la línea de trabajo debe ser la inclusión de medidas de mitigación y adaptación a través del procedimiento de evaluación ambiental (en aplicación de la ley 21/2013, al ser el departamento de cambio climático de la Comunidad Autónoma consultado como administración pública afectada por el departamento instructor del procedimiento, Órgano Ambiental).

Para el resto de planes y proyectos que no pasan por el procedimiento de evaluación ambiental, como son las actividades en funcionamiento y planes anteriormente aprobados, habrán de ser los departamentos especializados y sectoriales de la Administración Regional y la Administración Local los que articulen la forma más eficaz de aplicar los objetivos de esta estrategia. Por ejemplo, lo podrán llevar a cabo desarrollando acuerdos voluntarios con los diferentes sectores de actividad o, en el caso de los municipios, realizando las modificaciones oportunas del planeamiento urbanístico que permitan contemplar medidas avanzadas de mitigación y adaptación en la licencia de obras y licencias de actividad.

Como se ha señalado, la concentración de competencias de intervención administrativa (planificación, autorización inspección y control) de carácter sectorial²³² y de planificación territorial y urbanística, hacen especialmente apropiada a la Administración Regional para impulsar el logro de los objetivos concretados en la presente Estrategia.

Sin embargo, como es lógico, la Administración Regional está organizada en departamentos especializados y competentes. Por tanto, y dado que el cambio climático es transversal y afecta a la mayoría de los sectores de actividad sobre los que tienen competencias los diversos departamentos, el protagonismo para la consecución de los objetivos de esta Estrategia, entre las industrias y actividades e infraestructuras en funcionamiento, debe descansar en gran medida en los departamentos de la administración sectorial de la Comunidad Autónoma, en colaboración con el departamento de cambio climático.

²³¹ Aunque la normativa es establecida por la Unión Europea y muy concreta. El margen de maniobra desde los países y regiones es muy escaso y las funciones de autorización, control, inspección y sanción están orientadas a garantizar el funcionamiento del comercio de derechos de emisión.

²³² Transporte, Agricultura, Ganadería, Pesca, Industria, Infraestructuras, Turismo, Salud, Gestión Forestal,... etc.

Por ejemplo, si en un determinado momento se estimara prioritario reducir una buena parte de las 300 000 toneladas al año de CO₂eq que, de acuerdo con el Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero, suponen las emisiones del abonado nitrogenado²³³ de nuestra agricultura, y aceptando que pudiera existir una sobrefertilización como se ha indicado para algunos cultivos del campo de Cartagena²³⁴, y como consecuencia se aconsejara revisar la Orden de 3 de diciembre de 2003, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas de la Región de Murcia, las negociaciones concretas con el sector afectado y el conocimiento técnico especializado no competen al departamento de cambio climático sino al competente en materia de agricultura, dependiente de la actual Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente.

Esta misma lógica, sin perjuicio del papel que ha de desempeñar el departamento de cambio climático, debe aplicarse cuando se trata no solo de mitigación sino también de adaptación, al requerirse un conocimiento especializado y una relación con el sector empresarial afectado así como una capacidad de intervención administrativa. Esto ocurre, además de en la agricultura, ganadería y pesca, en sectores de actividad tan importantes para la mitigación y adaptación como el transporte, el urbanismo, la edificación, el turismo, el comercio, la sanidad, la industria, la gestión forestal y de espacios naturales protegidos, etc.

6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Un factor limitante para la gestión sectorial del cambio climático es la escasez de conocimiento aplicable a muchos sectores potencialmente afectados. El conocimiento se encuentra disperso en numerosos estudios, trabajos y publicaciones. Para trabajar en el desarrollo sectorial de la mitigación y adaptación, es necesario tomarlos como base del conocimiento. Esta es una labor en la que se debe ayudar desde el departamento competente en materia de cambio climático, con la colaboración del Observatorio Regional del Cambio Climático. Por esta razón, con carácter inicial se han seleccionado en el siguiente apartado (epígrafes 6.2.1, 6.2.2 y 6.2.3.) una muestra de enlaces a documentos y fuentes de información:

6.2.1 ENLACES A INFORMES Y ESTUDIOS GENERADOS EN EL ÁMBITO DE LA REGIÓN DE MURCIA

+Sitio web del Departamento de Cambio Climático de la Comunidad Autónoma

<http://cambioclimaticomurcia.carm.es/>

²³³ Cada kg de nitrógeno aportado a los cultivos se transforma en unos 3 kg de CO₂ equivalente mediante la emisión de óxido nítrico en el proceso de desnitrificación que tiene lugar en el suelo. El óxido nítrico es un potente gas de efecto invernadero 298 veces más potente que el CO₂.

²³⁴ La tesis doctoral "Evaluación de la lixiviación de nitratos en cultivos de invernadero en el campo de Cartagena", leída en la UPCT en junio de 2017, cuyo autor es Joaquín Navarro Sánchez, tomando como ejemplo el cultivo de pimiento ha demostrado que existe una sobrefertilización que aconsejaría revisar la Orden de 3 de diciembre de 2003, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas de la Región de Murcia, que contempla unas dosis de nitrógeno muy por encima de las necesarias y que obliga a aplicarlas a las explotaciones agrícolas de las zonas designadas como vulnerables y a todos aquellos beneficiarios de ayudas agroambientales.

+Publicación de los trabajos del Observatorio Regional de Cambio Climático

Libro “cambio climático en la Región de Murcia. Evaluación basada en indicadores. Trabajos del observatorio regional del cambio climático” año 2015

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_cc_region_murcia.pdf

Libro “Cambio Climático en la Región de Murcia. Trabajos del observatorio regional del cambio climático” año 2010

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=204:publicado-el-libro-cambio-climatico-en-la-region-de-murcia-evaluacion-basada-en-indicadores&Itemid=303

+Otras publicaciones institucionales

Cuadernos del Consejo Económico y Social. Cuaderno nº 1. “competitividad y cambio climático”. Año 2016

<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/PublicacionDetail.seam?pubId=1143>

+Reuniones del Observatorio Regional del Cambio Climático (ponencias)

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=itemlist&layout=category&task=category&id=26&Itemid=275

+Inventario oficial de gases efecto invernadero de la Región de Murcia

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=360:inventario-gases-efecto-invernadero-region-de-murcia&Itemid=303

+Emisiones de gases efecto invernadero de las empresas obligadas al comercio de derechos de emisión. Datos hasta 2018

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=361:emisiones-del-sector-sometido-a-comercio-de-derechos-de-emision-sector-ets-ano-2017&Itemid=303

+Recursos destacables (Guías, Visores..) para la integración del Cambio Climático en la Evaluación Ambiental

A modo de cuadro sintético de información de utilidad, el apartado recursos de la página web del departamento de cambio climático de la Administración Regional muestra enlaces a las Guías técnicas y herramientas en cuya elaboración ha participado (proyectos LIFE y proyectos apoyados por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica)

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=337&Itemid=310

--1.- CONDICIONES HABITUALMENTE INCORPORADAS Y Nº DE INFORMES REALIZADOS PARA EL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=363:expedientes-del-servicio-de-fomento-y-cambio-climatico&Itemid=303

--2.- GUÍAS TÉCNICAS PARA LA CONSIDERACIÓN DE LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PLANES Y PROYECTOS SOMETIDOS A EVALUACIÓN AMBIENTAL

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=365:mayo-de-2019-guias-tecnicas-para-la-consideracion-de-la-adaptacion-y-mitigacion-del-cambio-climatico-en-los-planes-y-proyectos-sometidos-a-evaluacion-ambiental&Itemid=303

--3.- CALCULO RESERVAS DE CARBONO PARA EL PROCEDIMIENTO DE EVALUACION AMBIENTAL

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=313:calculo-de-las-reservas-de-carbono&Itemid=303

--4.- VISOR SOBRE NIVEL MEDIO DEL MAR Y CAMBIO CLIMÁTICO GENERADO EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE ADAPTATE

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=346:visor-sobre-nivel-medio-del-mar-y-cambio-climatico-generado-en-el-marco-del-proyecto-life-adaptate&Itemid=303

--5.-CAPITULOS DE LIBROS

Evaluación basada en indicadores (paginas 171-187)

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=204:publicado-el-libro-cambio-climatico-en-la-region-de-murcia-evaluacion-basada-en-indicadores&Itemid=303

Competitividad y cambio climático (paginas 99-109)

<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/PublicacionDetail.seam?pubId=1143>



En 2010 y 2015 se han publicado los trabajos del Observatorio Regional del Cambio Climático. A principios de 2020 se hará público el tercer libro

6.2.2 ENLACES A INFORMES Y ESTUDIOS GENERADOS POR LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO

EN MATERIA DE MITIGACIÓN:

+Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El Inventario de GEI recopila la información relativa a las emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero según lo previsto por la Convención Marco de NNUU sobre Cambio Climático (UNFCCC, en sus siglas en inglés) y su Protocolo de Kioto, así como por el Reglamento 525/2013 de la UE de notificación de emisiones de gases de efecto invernadero.

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/default.aspx>

+Mitigación Sectores ETS. Comercio de derechos de emisión

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/default.aspx>

+Mitigación. Sectores difusos

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/definicion-difusos.aspx>

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/>

Actuaciones de reducción de emisiones

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/actuaciones-difusos.aspx#para0>

Proyectos Clima

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

Planes PIMA

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/PIMAS.aspx>

Huella de Carbono

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>

EN MATERIA DE ADAPTACIÓN:

+El Tercer Programa de Trabajo del Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC),

Elaborado para el periodo 2014-2020 desarrollado por Oficina Española de Cambio Climático la, incluye entre sus ámbitos de trabajo y líneas de actividad prioritarias la evaluación de los impactos y adaptación al cambio climático sobre diversos sectores.

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/default.aspx>

+Plataforma sobre adaptación al cambio climático ADAPTECCA

La Plataforma de intercambio y consulta de información en materia de adaptación al cambio climático, AdapteCCA, es una herramienta desarrollada por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente a través de la Fundación Biodiversidad.

<http://www.adaptecca.es/>

<http://adaptecca.es/sectores-y-areas>

+Escenarios de Cambio Climático

Mapas y gráficos de proyecciones regionalizadas de cambio climático

[Escenarios de cambio climático regionalizado para España](#)

[Nuevo Visor de Escenarios de Cambio Climático >>](#)

http://escenarios.adaptecca.es/#&model=multimodel&variable=tasmax&scenariopc85&temporalFilter=YEAR&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE

Mapas de 1000m por 1000m de proyecciones regionalizadas de cambio climático en materia de precipitación y evapotranspiración

Aplicación CAMREC: Consulta y análisis de los mapas resumen del trabajo CEDEX, 2017

Escenarios de cambio climático para la costa

[El proyecto de Evaluación al Cambio Climático en la Costa Española C3E](#)

[Visor C3E](#)

+Mapas de previsión de inundaciones fluviales y marinas

Aplicación de la Directiva de Inundaciones y del R.D. 903/2010 en la costa española

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/directiva-inundaciones/default.aspx>

Inundaciones de origen fluvial y de origen marino. Mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación de la demarcación hidrográfica del segura 2019

<https://www.chsegura.es/chs/cuenca/gestioninundacion/fase02.html>

+Información sobre impactos y adaptación en los diferentes sectores

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/Eval_sec_imp-eje_i.aspx

Recursos hídricos y sequías

[Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España](#)

Resumen del estudio

Aplicación CAMREC: Consulta y análisis de los mapas resumen del trabajo CEDEX, 2017

Zonas costeras

[Evaluación de cambios en la dinámica costera española](#)

[Evaluación de efectos en la costa española](#)

[Estrategias frente al cambio climático en la cost](#)

[Informe final Cambio Climático en la Costa Española 2014 – C3E \(NIPO: 280-14-126-3\)](#)

[VISOR cartográfico C3E](#)

Estrategia de adaptación al cambio climático de la Costa Española

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategia-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

Turismo

[Informe sectorial sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico](#)

El informe, publicado en 2016, revisa el estado de conocimiento en materia de Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico en España.

[Informe Turismo Interior](#)

Agricultura y ganadería (marco general)

["Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España"](#)

Viticultura

En 2016 COAG publica el documento "[Cambio Climático y Viñedo en España](#)" con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

Acuicultura

En 2014 el MAGRAMA edita el documento "[Impactos del cambio climático sobre la acuicultura en España](#)" elaborado por la fundación OESA (Observatorio Español de Acuicultura)

Apicultura

En 2017 el MAPAMA edita el documento "[Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la apicultura mediterránea en España](#)" elaborado por la Universitat de Vic con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

Ganadería Extensiva

En 2017 el MAPAMA edita el documento "[Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España](#)" elaborado por la Universidad Politécnica de Madrid.

Bosques y biodiversidad

[Impactos, vulnerabilidad y adaptación en el sector forestal en España](#)

[Seminario sectorial sobre cambio climático y adaptación en bosques](#)

[Informe del seminario](#)

Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España.

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/biodiversidad.aspx>

[Impactos, vulnerabilidad y adaptación en la flora y vegetación española](#)

[Impactos, vulnerabilidad y adaptación en la fauna de vertebrados española](#)

[Página Web del proyecto de Flora Vegetación](#)

[Página Web del proyecto de Fauna](#)

[Seminario sectorial cambio climático y conservación de la biodiversidad](#)

[Informe del seminario](#)

[Cambio climático y especies exóticas invasoras](#)

[CC y EEI. Documento de síntesis](#)

Otras Fuentes bibliográficas en materia de áreas protegidas

Manual 13. EUROPARC España". 2017. "Las áreas protegidas en el contexto del cambio global Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión. Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. José Antonio Atauri Mezquida, María Muñoz Santos y Marta Múgica de la Guerra http://www.redeuroparc.org/system/files/shared/Publicaciones/manual_13_planificacion_adaptacion.pdf

Suelos y desertificación

[Documento del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación](#)

[Impactos del Cambio Climático en los procesos de Desertificación en España](#)

Salud

Ministerio de Sanidad. Temperaturas extremas

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/home2.htm>

Ministerio de Sanidad. Cambio Climático

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/cambioClimatico.htm>

Observatorio Salud y Cambio Climático

Observatorio de Salud y Cambio Climático

Impactos del Cambio Climático en la Salud

Cambio global España 2020/50. Cambio climático y salud

(ISTAS), Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA), 2012
Ver ficha resumen

Centro Europeo Para el Control de las Enfermedades
Atlas of health and climate

WHO/WMO
Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009

Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Economía y Competitividad
Ver ficha resumen

Aspectos económicos. Costes y beneficios

- [Taller Técnico sobre los costes y beneficios de las opciones de adaptación](#)
- [Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente. \(Documento completo\)](#)
- [Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente. \(Síntesis\)](#)

Informe Stern. Documento de síntesis. Año: 2006

[Stern Review on the Economics of Climate Change \(2006\)](#)

6.2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA Y DEL IPCC

Dirección General de Acción por el Clima (DG CLIMA) de la Comisión Europea
https://ec.europa.eu/clima/index_es

Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)
<https://www.eea.europa.eu/es>

IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Con nivel de Agencia de Naciones Unidas, el (IPCC) creado en 1988 ha publicado cinco evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. La última en 2013.

Los cinco informes de evaluación de varios volúmenes, que se pueden consultar bajo el apartado [Publicaciones](#).

http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml