

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PATRIMONIO CULTURAL

Máster Universitario en Conservación y Restauración
de Bienes Culturales (2020-2021)

Universitat Politècnica de València

Olga Boyero Tarín

Tutoras:

Dra. Juana Cristina Bernal Navarro

Dra. Esther Nebot Díaz



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES



departamento
Conservación
Restauración
Bienes
Culturales



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PATRIMONIO CULTURAL

Impacte del canvi climàtic en el patrimoni cultural

Impact of climate change on cultural heritage

Máster Universitario en Conservación y Restauración
de Bienes Culturales (2020-2021)

Universitat Politècnica de València

Olga Boyero Tarín

Tutoras:

Dra. Juana Cristina Bernal Navarro

Dra. Esther Nebot Díaz



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES



departamento
Conservación
Restauración
Bienes
Culturales

“Necesitamos soluciones humanas a problemas humanos”

Andrew Potts, (2019). COP25 Madrid, Jornada de Cambio Climático y Patrimonio

RESUMEN

En los últimos tres años, tras el Acuerdo de París (2016), distintos países de todo el mundo están reconociendo la declaración de una emergencia climática globalizada. La movilización de los países para hacer frente a dicha emergencia ha versado sobre la creación de planes y protocolos de actuación para frenar la incidencia, sobre todo, en ámbitos de la salud y del medio ambiente. Pero, no solo esos ámbitos se encuentran amenazados, el cambio climático ha alterado prácticamente todos los factores que conforman la vida tal y como se conoce, incluidos los factores encargados de la estabilidad y el bienestar del patrimonio cultural.

En este trabajo se ha pretendido entender y esclarecer la situación del patrimonio cultural frente a la emergencia climática y el grado de afección de los distintos tipos de patrimonio: material e inmaterial; mueble o inmueble; ubicado en el exterior y/o en el interior. Mediante la revisión de los efectos que el cambio climático está ocasionando, en la actualidad y a largo plazo, junto con la revisión de las medidas protocolarias de actuación establecidas por entidades competentes en la materia, se ha establecido un razonamiento y una valoración de la peligrosidad que supone realmente la fluctuación del estado climático para el patrimonio cultural.

Palabras clave: estado de emergencia climática, calentamiento global, patrimonio cultural, adaptación, mitigación.

RESUM

En els últims tres anys, després de l'Acord de París (2016), diferents països de tot el món estan reconeixent la declaració d'una emergència climàtica globalitzada. La mobilització dels països per a fer front a aquesta emergència ha versat sobre la creació de plans i protocols d'actuació per a frenar la incidència, sobretot, en àmbits de la salut i del medi ambient. Però, no sols aqueixos àmbits es troben amenaçats, el canvi climàtic ha alterat pràcticament tots els factors que conformen la vida tal com es coneix, inclosos els factors encarregats de l'estabilitat i el benestar del patrimoni cultural.

En aquest treball s'ha pretés entendre i esclarir la situació del patrimoni cultural enfront de l'emergència climàtica i el grau d'afecció dels diferents tipus de patrimoni: material i immaterial; moble o immoble; situat en l'exterior i/o a l'interior. Mitjançant la revisió dels efectes que el canvi climàtic està ocasionant, en l'actualitat i a llarg termini, juntament amb la revisió de les mesures protocol·làries d'actuació establides per entitats competents en la matèria, s'ha establert un raonament i una valoració de la perillositat que suposa realment la fluctuació de l'estat climàtic per al patrimoni cultural.

Paraules clau: estat d'emergència climàtica, calfament global, patrimoni cultural, adaptació, mitigació.

ABSTRACT

In the last three years, following the Paris Agreement (2016), different countries around the world are recognizing the declaration of a globalized climate emergency. The mobilization of countries to address this emergency has focused on the creation of action plans and protocols to curb the impact, especially in the areas of health and environment. But it is not only these areas that are threatened; climate change has altered practically all the factors that make up life as we know it, including the factors responsible for the stability and well-being of cultural heritage.

This paper has sought to understand and clarify the situation of cultural heritage in the face of the climate emergency and the degree to which different types of heritage are affected: tangible and intangible; movable or

immovable; located outdoors and indoors. Through the review of the effects that climate change is causing, at present and in the long term, together with the review of the protocolary measures of action established by competent entities in the matter, a reasoning and an evaluation of the danger that the fluctuation of the climatic state really supposes for the cultural heritage has been established.

Keywords: state of climate emergency, global warming, cultural heritage, adaptation, mitigation.

ÍNDICE

1. Introducción.....	7
2. Objetivos.....	9
2.2. Objetivo principal o general.....	9
2.3. Objetivos secundarios o específicos.....	9
3. Metodología.....	9
4. Estado de la cuestión.....	10
BLOQUE I. Cambio climático. Generalidades.....	12
5. Consideraciones previas.....	13
5.1. Cambio climático.....	13
5.2. Calentamiento global.....	13
5.3. Efecto invernadero.....	13
6. Estado actual y previsiones del cambio climático.....	14
6.1 Estado actual.....	14
6.2. Previsiones.....	16
7. Principales precursores del cambio climático.....	16
7.1. Gases de efecto invernadero.....	17
7.2. Aerosoles.....	17
7.3. Fuentes de emisión.....	19
8. Sociedad y cambio climático.....	20
BLOQUE II. Patrimonio y cambio climático.....	21
9. Patrimonio y cambio climático, contexto.....	22
10. Patrimonio inmueble.....	24
10.1. Patrimonio natural.....	24
10.1.1. Glaciares.....	25
10.1.2. Biodiversidad marina y terrestre.....	26
10.1.3. Corales.....	28
10.2. Patrimonio cultural.....	29
10.2.1. Patrimonio arqueológico.....	29
10.2.2. Patrimonio monumental.....	31
11. Patrimonio mueble.....	33
11.1. Ubicación de los bienes.....	33
11.2. Daños.....	34
12. Patrimonio inmaterial.....	36
13. Turismo.....	38
BLOQUE III. Cambio climático. Medidas.....	40
14. Medidas de adaptación y mitigación.....	41
15. Conclusiones.....	44
16. Bibliografía.....	46

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

Titulares como “Las amenazas de origen natural causan pérdidas de 108.000 millones de dólares al sector agrícola”, “El fuerte contraste del frío y el calor registrado en febrero, la nueva normalidad del cambio climático” o “Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) rompen otro récord: un calentamiento global catastrófico amenaza el planeta” son solo una pequeña muestra de la notoria cantidad de noticias de idéntica temática, en este caso redactadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), con las que el 2021 ha comenzado el año. Es casi imposible encontrar un medio de documentación que no se haga eco de las noticias acerca del cambio climático.

En las últimas décadas, el estado del sistema climático del planeta Tierra ha sido un tema de debate recurrente y objeto de controversia. La preocupación por el cambio en dicho sistema crece conforme van pasando los años y se van descubriendo nuevos efectos que la contaminación, entre otros factores, ha causado en él. Lo cierto es que este suceso no se ha producido de la noche a la mañana, el Foro Nacional Ambiental (FNA) señala que “desde 1750 el planeta está experimentando un calentamiento neto (...), el presente siglo continuará calentándose a consecuencia de las emisiones producidas por la acción humana, en particular la procedente del consumo de petróleo y carbón”. (Rodríguez Becerra y Mance, 2009).

Es decir, el ser humano lleva aproximadamente desde la Revolución Industrial propiciando un cambio en el sistema climático, de forma no natural, debido a emisiones, vertidos y demás restos, resultado de la actividad de las industrias y una forma de vida poco comprometida con el medio ambiente. Como expertos en la materia, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, afirma en su informe de síntesis (IPCC, 2014) que:

“Las emisiones antropógenas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia. Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales (...). El calentamiento en el sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenio.”

Los efectos del cambio climático sobre la vida y salud del ser humano, así como del medio ambiente, tanto en el presente como en un futuro no tan lejano, son de sobra conocidos y comentados con frecuencia por los medios de comunicación y las autoridades competentes: aumento del nivel del mar; propagación de enfermedades; derretimiento de los glaciares; olas de calor; eventos climatológicos extremos y desaparición de especies, son los más reiterados entre un largo etcétera.

Si los daños causados por el cambio climático afectan de forma general a casi todos los ámbitos vitales del ser humano y su entorno, no es de extrañar que el que el patrimonio cultural no se encuentre exento de amenaza. Los profesionales del sector patrimonial tienen en cuenta los agentes extrínsecos del bien o bienes a la hora de abordar una propuesta de conservación preventiva o de intervención, el clima se constituye como una especialización en sí dentro de la disciplina. Pero, lo cierto, es que no hay una tendencia de considerar el cambio climático como variante o amenaza para la protección del patrimonio y, en consecuencia, (a pesar de la buena predisposición del conservador-restaurador de consumir y producir bibliografía de apoyo para los procesos de conservación e intervención) hay una bibliografía de la temática limitada y centrada en campos muy específicos del patrimonio.

El propósito de este estudio surge de la necesidad de obtener un documento, nutrido por una recopilación teórica exhaustiva de la bibliografía ya existente, que aborde la incidencia del cambio climático en el patrimonio cultural, en este caso de forma general, sin delimitar el ámbito de estudio a un solo sector del patrimonio. Y con ello, enfatizar la importancia de considerar el cambio climático como una amenaza real, en la actualidad y sobre todo a largo plazo, para el patrimonio cultural.

Estructura del cuerpo del documento

Para la correcta comprensión del estudio, éste ha sido dividido en tres bloques diferenciados, en la siguiente tabla se expone el contenido de cada bloque, así como la estructura del desarrollo.

BLOQUE I. Cambio climático. Generalidades	Breve revisión del estado climático, su afección a la vida humana y su entorno, sus causas, posibles escenarios futuros e implicación de la sociedad. Para ampliar la información aportada se puede recurrir a ANEXOS.
Consideraciones previas	Desarrollo de los siguientes conceptos introductorios para mayor entendimiento de los siguientes apartados de este bloque: cambio climático, calentamiento global y efecto invernadero.
Estado actual y previsiones	Estado actual del sistema climático en relación con el cambio (principales efectos que se pueden observar en la actualidad) y previsiones futuras contrastadas por organismos competentes en la materia.
Precusores del cambio	Desarrollo de los principales agravantes del cambio climático y la causalidad de sus fuentes.
Sociedad	Valoración de la participación, a nivel de responsabilidad y consciencia, de la sociedad en la temática mediante una revisión de datos de varias encuestas.
BLOQUE II. Patrimonio y cambio climático	Revisión y recopilación de información acerca de los efectos del cambio climático en los distintos tipos de patrimonio cultural en relación con los datos expuestos en el anterior bloque.
Patrimonio inmueble	Exposición de los datos recopilados de afección del cambio climático sobre el patrimonio inmueble. Se ha distinguido entre: <ul style="list-style-type: none"> - Patrimonio natural: glaciares, biodiversidad marina y terrestre y corales. - Patrimonio cultural: patrimonio arqueológico y patrimonio monumental.
Patrimonio mueble	Exposición de los datos recopilados de afección del cambio climático sobre el patrimonio mueble diferenciando entre patrimonio mueble ubicado en el exterior o en el interior y dentro de esta segunda variable si el interior se encuentra con alguna clase de climatización.
Patrimonio inmaterial	Exposición de los datos recopilados de afección del cambio climático sobre el patrimonio inmaterial y posibles escenarios futuros.
Turismo	Valoración de los cambios en el turismo de índole cultural en relación con los efectos del cambio climático sobre el bien/bienes y su entorno.
BLOQUE III. Cambio climático. Medidas	Revisión de las medidas que actualmente se están llevando a cabo para proteger el patrimonio cultural de los efectos de la emergencia climática

2. OBJETIVOS

Dado que el presente documento surge de la necesidad de ampliar y complementar la bibliografía existente y los estudios acerca del impacto del cambio climático en el patrimonio cultural, se han establecido los objetivos enumerados a continuación.

2.1. Objetivo principal o general:

- Generar un documento que recopile la incidencia que el cambio climático está teniendo sobre los diferentes tipos de patrimonio cultural.

2.2. Objetivos secundarios o específicos:

- Revisar la legislación vigente de protección del patrimonio frente a las condiciones atmosféricas.
- Estudiar la evolución del sistema climático, en relación con la emergencia climática, hasta la actualidad.
- Exponer las principales fuentes de contribución al cambio climático, naturales y antropogénicas.
- Poner en contraste los efectos de los bienes afectados ubicados en el exterior con los bienes musealizados con y sin acondicionamiento climático
- Valorar las medidas de actuación vigentes para enfrentarse a la incidencia del cambio climático sobre el patrimonio.

3. METODOLOGÍA

Con el objetivo principal de hacer una recopilación teórica acerca de la problemática que ocupa este estudio, la metodología empleada para lograr dicho fin ha sido documental y se ha llevado a cabo mediante los siguientes recursos:

Se ha realizado una búsqueda booleana de bibliografía en línea mediante motores de búsqueda de calidad y alto impacto.

- Por un lado en plataformas como *Web of Science* y *Scopus* se han podido encontrar documentos, pertenecientes a revistas científicas como *Journal of Cultural Heritage*, *Heritage Science* o *Geosciences*.
- La búsqueda en páginas especializadas como el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) o la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) también ha sido decisiva a la hora de encontrar información relevante y contrastada.
- Finalmente, se han revisado páginas y comunicados de prensa diaria en dominios web pertinentes como la sección de prensa de la ONU, la UNESCO o *World Wildlife Fund* (WWF).

También se ha podido obtener bibliografía y documentos de forma tanto virtual como presencial en la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, previa búsqueda de información en su Catálogo Cisne, y en la Biblioteca de Facultad de Bellas Artes de la Universitat Politècnica de València y en la red de bibliotecas de la Universitat de València.

Finalmente, con el fin de reunir testimonios de primera mano de entidades con vasto estudio en la materia, se ha asistido a la jornada técnica el 11 de diciembre de 2019, “Cambio Climático y Patrimonio” impartida en el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) con motivo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2019 /COP25).

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Una lectura inicial sobre la temática del cambio climático, sin relacionarse con ningún otro campo en especial, no nos remonta muchos siglos atrás. La emergencia climática es un suceso relativamente reciente. En 2016, la científica, doctora, investigadora y activista por el clima Nerilie Abram (2017: pp. 7-8) publicó, junto con su equipo, un estudio de índole paleoclimatológico, en que el afirmaban que había señales en mares tropicales y en el Océano Ártico, en el año 1830, de calentamiento de las aguas debido a las emisiones, diez años antes de la finalización de la primera etapa de la Revolución Industrial¹. Así pues, dichas señales habrían aparecido mucho antes de lo esperado, pues se pensaba que la afección a la climatología se había iniciado décadas después del inicio de la Revolución Industrial.

No hubo una preocupación y una sensación de responsabilidad sobre la incidencia del ser humano en el cambio hasta el siglo XX y no fue hasta 1980 que los medios de comunicación, tras décadas de estudio y recopilación de datos por parte de la comunidad científica, comenzaron a lanzar titulares de advertencia sobre la amenaza de los cambios en la climatología. (Amnistía Internacional, 2021).

No es hasta 1988 cuando, de manos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se crea el IPCC con la intención de proporcionar, por medio de informes² de evaluación e informes complementarios científicos, estudios e información acerca el estado del sistema climático, riesgos, escenarios futuros, precursores, etc. (IPCC, 2021).

Paralelamente, en 1992, y sirviéndose de apoyo en informes del IPCC, instituciones como la ONU comienzan a posicionarse y expresar su preocupación. Se celebra la primera Cumbre de la Tierra o Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo (CNUCED) en Río de Janeiro, reuniendo a representantes y organizaciones no gubernamentales de países de todo el mundo con la intención de tratar temáticas relacionadas con la sostenibilidad, la salud, el medio ambiente y el cambio climático.

La Cumbre de la tierra de Río de Janeiro dio paso a lo que hoy en día se conoce como Conferencia de las Partes (COP). En la primera COP (1995), realizada en Berlín, los países reconocieron el cambio climático como una emergencia mundial y el espacio de debate fue empleado por los representantes para tomar decisiones en torno a la protección del clima. Las COP han seguido aconteciendo hasta el presente, siendo la última (COP25) celebrada el pasado diciembre de 2019 en Madrid. De entre todas las conferencias acontecidas, cabe resaltar la COP3, Kioto, 1997, donde se aprobó el Protocolo de Kioto³ y la COP21, París, 2015, donde se aprobó el Acuerdo de París⁴. (ONU, 2021a).

Generalmente, los estudios encontrados hasta la fecha versan en los efectos que el cambio climático tiene en la salud humana, la economía, la sociedad y el medio ambiente. Además, de en las causas del empeoramiento del sistema climático, las posibles previsiones futuras y las medidas a llevar a cabo para frenar su avance. A raíz de las últimas dos décadas de profusa investigación, no es difícil encontrar, bajo la búsqueda de “cambio climático”, “calentamiento global” o “efecto invernadero” estudios publicados en diversas revistas y bases científicas, así como documentos, monografías o investigaciones acuñados por instituciones competentes, como universidades de todo el mundo, u organizaciones al margen de las ya comentadas.

¹ Se estima que la Revolución Industrial estuvo marcada por dos etapas diferenciadas. Una primera entre 1750 y 1840 y una segunda entre 1880 y 1914.

² El primer informe de evaluación del IPCC fue lanzado en 1990, posteriormente se han emitido cuatro informes más (1995, 2001, 2007, 2013-2014) Actualmente se encuentra en proceso el sexto informe de evaluación.

³ Protocolo desarrollado en un principio de 2005 a 2012, finalmente ampliado hasta 2020 en el que los países planteaban la reducción de sus emisiones respecto a 1990.

⁴ Tras el fin de la vigencia del Protocolo de Kioto en 2020 se adopta el Acuerdo de París (redactado en 2015) para continuar con el seguimiento en la reducción de la emisión de los países con el fin de limitar el aumento de la temperatura global y el avance del cambio climático.

Sin embargo, la bibliografía acerca de cómo el cambio climático afecta al patrimonio cultural en particular, se presenta con muchas más limitaciones. Aunque la valoración y preocupación por el estado del patrimonio cultural y su protección vienen desde siglos antes que la preocupación por el cambio climático, el interés en el campo patrimonial es mucho más reducido y más aún si se enlaza con éste. Hasta último informe del IPCC (2013-2014) no se incluyó la afección de sitios de patrimonio mundial por el cambio climático como causa de malestar para la sociedad.

Lo que se puede encontrar es una bibliografía con una temática bien diferenciada que se puede agrupar casi en su totalidad en tres grupos: documentos acerca de la relación del patrimonio natural con el cambio climático; publicaciones referentes a adaptación y mitigación del cambio climático sobre el patrimonio; y afecciones del cambio climático a patrimonio no natural.

Principalmente, la información existente en el ámbito de los dos primeros grupos descritos en el párrafo anterior viene en gran parte de la mano de instituciones u organizaciones mundiales y algunas a nivel nacional.⁵

Organizaciones como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la ONU o WWF destacan notablemente en lo que a bibliografía sobre cambio climático y patrimonio natural se refiere. A parte de la gran cantidad de documentación expuesta en artículos, noticias o comunicados sobre medio ambiente afectado publicados en sus propias paginas web, se cuenta con documentos de indispensable consulta como los informes de *Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN* siendo el tercero y último el más reciente en 2020.

La UNESCO ha realizado en los últimos 20 años una extensa labor investigadora y divulgativa en la temática y no solo en lo referente a patrimonio natural, la organización ha tratado de cerca en muchas de sus publicaciones la adaptación al cambio y posibles formas de enfrentarse a él como en “Adaptación al cambio climático en sitios naturales del patrimonio mundial”, *Patrimonio Mundial y el Cambio Climático* (2015) o *Adaptación al cambio climático en sitios naturales del patrimonio mundial* (2015).

El Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) es otra de las organizaciones que desarrollan la problemática del cambio climático en el patrimonio y se centran los apartados de adaptación y mitigación, llegando incluso a crear una agrupación para tratar los temas pertinentes, el Climate Change Working Group (CCHWG). Las referencias bibliográficas de mayor relevancia son el *Informe Anual 2019* y *The future of our past*.

En el caso de la bibliografía del último grupo, referente a patrimonio no natural, los estudios se dividen, por un lado, en documentos publicados en revistas científicas de alto impacto que realizan simulaciones de escenarios climáticos, tanto en espacios exteriores como en interiores. Y, por otro lado, en estudios sobre daños materiales ejercidos por el cambio climático en bienes patrimoniales determinados.

De las plataformas europeas, de las cuales se hablará más adelante: *Climate for Culture* (publicaciones entre 2010-2014) y *Noah's Ark* (entre 2004 y 2007), se han podido encontrar una variedad de documentos de estas características, publicados en diferentes revistas científicas.

Finalmente, es necesario destacar los estudios de un investigador en concreto. Peter Brimblecombe, doctor en química atmosférica por La Universidad publica de Auckland, Nueva Zelanda ha dedicado una extensa parte de su carrera a realizar artículos sobre contaminación, cambio climático y la afección a los bienes patrimoniales. *Impact of a changing environment on the built heritage* (2012) o *The impact of future climate on historic interiors* (2012) son solo un ejemplo de la bibliografía de la que se ha servido este documento. Los artículos de Brimblecombe han servido a su vez como bibliografía citada de documentos tan destacables para la temática como “*World Heritage and Tourism in a Changing*” (2016) editado por la UNESCO, siendo también asesor del proyecto.

⁵ El MITECO ha editado algunos estudios relevantes, aunque no directamente sobre patrimonio cultural, si no sobre turismo, que a su vez se expone en relación con el patrimonio natural y cultural. “*Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico*” (2016).



Ilustración 1: Inundaciones en Nueva Orleans tras el paso del Huracán Katrina. Fuente: Tyrone Turner, WWF

BLOQUE I. Cambio climático.

Generalidades

5. Consideraciones previas
6. Estado actual y previsiones
7. Precusores del cambio
8. Sociedad

5. CONSIDERACIONES PREVIAS

La terminología empleada para referirse a cambio climático, calentamiento global o efecto invernadero suele ser motivo de confusión. Los tres conceptos se encuentran intrínsecamente relacionados, pero, antes de desarrollar los siguientes apartados, es necesario hacer una distinción entre ellos e introducirlos de forma breve para poder contestar a las siguientes cuestiones: ¿qué es lo que conllevan?; ¿cuál es el proceso por el que son producidos? y ¿cómo afecta al planeta Tierra y a la vida en él?

5.1. Cambio climático

Se denomina cambio climático a la variación global del clima⁶, lo cual conlleva un cambio en las condiciones atmosféricas como son la temperatura, la humedad, las precipitaciones, el viento, etc. Con la variación de estas condiciones, se dan una serie de fenómenos atmosféricos anómalos que afectan a las distintas formas de vida en la Tierra. Las fluctuaciones irregulares en las variables del clima se pueden producir de forma natural y/o de forma artificial.

5.2. Calentamiento global

Una de las variaciones de las condiciones atmosféricas más conocida, es el aumento de la temperatura media del planeta, lo que de forma común se conoce como calentamiento global. Por tanto, se entiende que el calentamiento global es solo una de las partes que conforman el cambio climático.

5.3. Efecto invernadero

En referencia al efecto invernadero, hay que recalcar que, en principio, es un proceso natural y necesario para permitir la proliferación de vida en la Tierra y se lleva a cabo mediante la retención de calor proveniente de las radiaciones solares. Dicho calor es retenido y acumulado gracias a que “Los gases de efecto invernadero⁷ y las nubes y, en menor medida, los aerosoles⁸ absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de su atmósfera” (IPCC, 2013). Estos gases se van acumulando en la atmósfera, evitando que el calor sea expulsado, pero hay que tener en cuenta que, a mayor concentración de gases, mayor retención de calor, es por ello, que se habla de un calentamiento global.

¿A qué se debe el efecto invernadero?

El sol emite radiación energética en el espectro de luz visible (VIS), radiación ultravioleta⁹ (UV) y radiación infrarroja (IR), de esa radiación solar emitida, una parte es absorbida por la tierra y vuelta a emitir, esta radiación pasa a ser conocida como radiación terrestre, y otra parte es directamente reflejada de nuevo y expulsada al espacio, este flujo de emisión y recepción de radiación se conoce como balance radiativo¹⁰ de la Tierra. En dicho balance, se debe tener en cuenta el papel que ejerce la atmósfera¹¹.

⁶ Según la OMM (2019) “El clima, (...), se define como la medición de la media y la variabilidad de cantidades relevantes de ciertas variables (como temperatura, precipitación o viento) durante un período de tiempo, que varía de meses a miles o millones de años. El período clásico es de 30 años (...)”. No se debe confundir tiempo con clima, ya que el tiempo solo es representativo de un momento en concreto.

⁷ Los gases de efecto invernadero son gases de emisión natural y antropogénica que se acumulan en la atmósfera reteniendo radiación solar en su espectro infrarrojo incrementando así al efecto invernadero y calentando la Tierra.

⁸ Los aerosoles atmosféricos o material particulado atmosférico (MPA) se presentan en microscópicas partículas (sólidas o líquidas) suspendidas en la atmósfera que afectan a la calidad de aire; su composición y origen son variados.

⁹ La luz UV, es absorbida en gran parte directamente por la capa de ozono.

¹⁰ Según el *Diccionario de las Ciencias de la Tierra* es “la diferencia entre la radiación solar entrante y la radiación terrestre saliente”.

¹¹ La atmósfera es una capa gaseosa que recubre un cuerpo celeste, en el caso de la Tierra presenta distintas capas, de más cercanía a menos de la superficie terrestre: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera y Exosfera.

Los gases, partículas y aerosoles se acumulan en la atmósfera, de estos agentes, las nubes y los aerosoles tienen una capacidad de enfriamiento de la Tierra debido a que reflejan la radiación solar incidente directamente al espacio, pero gracias a los gases de efecto invernadero (GEI), principalmente, vapor de agua, CO₂, metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O) y ozono (O₃), se retienen las radiaciones terrestres impidiendo el enfriamiento del astro. Aunque si bien es cierto que las nubes y los aerosoles reflejan la radiación solar, también son capaces de absorber la radiación terrestre y contribuir al calentamiento. (Calbó, 2015)

Actualmente, el forzamiento radiativo¹² promedio mundial, según los últimos datos obtenidos por el IPCC (2018) es positivo¹³, por lo que se habla de calentamiento.

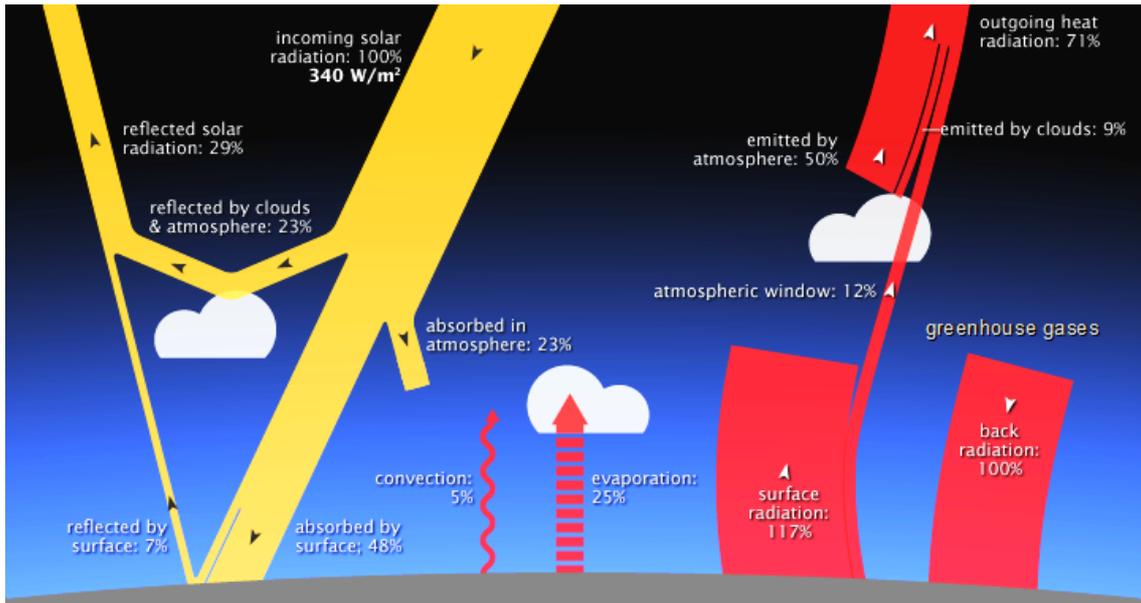


Ilustración 2: Simplificación del balance energético en el planeta Tierra. Fuente: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio

6. ESTADO ACTUAL Y PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

6.1. Estado actual

En la actualidad, se puede afirmar que ya se pueden observar cambios y efectos visibles en el clima debido a la emergencia climática. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) indica, a grandes rasgos, que se han incrementado eventos como fuertes lluvias, huracanes e inundaciones, produciéndose en los últimos años variaciones meteorológicas intensas de la climatología normativa sufriendo estaciones más frías y calientes, un aumento en la temperatura media global, una incrementación del nivel del mar, oscilaciones en las precipitaciones provocando escasez de agua y finalmente, un aumento de las enfermedades por vectores como insectos o el agua.

¹² Según el glosario del IPCC (2013) es la “variación, expresada en W m⁻², del flujo radiativo (la descendente menos la ascendente)”

¹³ Se entiende como positivo cuando la Tierra expulsa menos radiación de la que recibe, esto se traduce en un calentamiento, si emitiera más de la que recibe se produciría un enfriamiento y se llamaría forzamiento radiativo negativo.

En referencia a la escasez de agua, los cambios en los ciclos de las precipitaciones no son los únicos causantes. Con el aumento de la temperatura, se incrementa el aumento del nivel del mar por medio del derretimiento de los casquetes polares, tanto de agua dulce como salada, lo que en muchos casos provoca la pérdida de agua dulce¹⁴.

El IPCC (2014), confirma los datos aportados por la OMS y lo expresa de la siguiente manera:

“La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado (...), se han observado cambios en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Algunos de estos cambios han sido asociados con influencias humanas, como por ejemplo la disminución de las temperaturas frías extremas, el aumento de las temperaturas frías extremas, la elevación de los niveles máximos del mar y el mayor número de precipitaciones intensas.”

La breve descripción expuesta hasta ahora de los efectos derivados del cambio climático puede verse a nivel global, con un grado de afección mayor o menor, pero claramente visible. Particularmente en España, según afirma MITECO (2021) se pueden apreciar los siguientes efectos:

- “Alargamiento de los veranos (...) en casi cinco semanas desde los años 70”.
- “Disminución de los caudales medios de los ríos (...) más del 20%”.
- “Expansión del clima de tipo semiárido”.
- “Incremento de las olas de calor, cada vez más frecuentes, más largas y más intensas.”

Aunque no es un efecto directo del cambio climático, si no que más bien forma parte de los precursores de éste, es necesario hacer una mención al estado de el índice de calidad del aire (ICA)¹⁵. En referencia a la calidad del aire de las ciudades españolas, el MITECO emite un documento anual recopilando los resultados del muestreo del aire, además, mediante varios visores online, se puede observar el estado del ICA (a nivel mundial, europeo y nacional). Por su parte, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) proporciona el *Resumen Anual Climatológico* donde se puede encontrar mapas señalando anomalías en la temperatura, las precipitaciones y las horas de sol. Se ha realizado una síntesis del documento del MITECO recogiendo las conclusiones y se ha incluido, junto a los visores y los mapas de AEMET, en ANEXOS – *Síntesis del informe de Evolución de Calidad del Aire en España 2018. – Visores de calidad del aire – Mapas AEMET.*



Ilustración 3: Ola de calor en Francia. Fuente: Charles Platiau, Reuters.

¹⁴ Cuando los casquetes o glaciares de agua dulce se derriten, pueden ir a parar al océano, a ríos o directamente a la tierra perdiendo así gran porcentaje de esta agua. La OMS (2021b) asegura que solo alrededor del 2,5% de agua del planeta es dulce y de esa poca cantidad solo se podría emplear un bajo porcentaje de forma salubre, debido a la contaminación y la baja disposición.

¹⁵ Los organismos competentes usan el ICA para informar de la cantidad de contaminación presente en el aire de una determinada zona.

6.2. Previsiones

Los pronósticos futuros no son menos preocupantes, se prevé un aumento de los eventos extremos, ya citados, como olas de calor y sequías, pero también se espera un incremento de olas de frío. Las temperaturas máximas y mínimas se prevén más extremas con una subida de la temperatura media global como resultado final. Se espera que el nivel del mar siga aumentando, lo que con probabilidad puede derivar en inundaciones en zonas de costa, inutilización del suelo y por ende promoviendo la movilidad de la población afectada por la alteración de su entorno. Deshielos, precipitaciones extremas (aunque insuficientes) y muchos más riesgos derivados éstos son solo un ejemplo expuesto por el IPCC (2014) en su informe acerca de las consecuencias del cambio climático esperadas a corto y largo plazo.

Por otra parte, los ecosistemas¹⁶ serán susceptibles de sufrir las consecuencias de la variación del clima al que suelen estar expuesto. Para la fauna y la flora (tanto acuática como terrestre), puede suponer un problema de adaptabilidad al medio, se están produciendo cambios muy rápidos en los ecosistemas y muchas de las especies no son capaces de adaptarse tan rápido al medio como éste cambia, por lo que podrían desaparecer. También se prevé un aumento en los cambios fenológicos en las plantas y los animales, es decir, variaciones en su comportamiento con relación al cambio climático, pudiendo dar como resultado, por ejemplo, la migración de algunas especies.

En cuanto al aumento de la temperatura, el IPCC (2018) señala los riesgos de sobrepasar los 1,5°C:

“el calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial. (...) si las emisiones continuasen al ritmo actual se alcanzará un calentamiento de 1,5°C entre 2030 y 2052. (...) Se pueden sobrepasar umbrales de irreversibilidad con calentamientos entre 1,5°C y 2 °C. Esto implicaría pérdidas irreversibles de muchos ecosistemas e inestabilidades del manto de hielo.”

En líneas generales, los efectos que se esperan, como se ha podido observar, es el empeoramiento de los eventos ya presentes en la actualidad o los resultantes de éstos mismos. En el dominio web AdapteCCa (<https://www.adaptecca.es/>) se ha creado un visor con el que se puede documentar acerca de los distintos efectos que se prevé que puedan acontecer en un futuro en España. Por su parte, el IPCC ha elaborado una tabla de probabilidad de los sucesos, adjuntada en ANEXOS – Tabla I. *Probabilidad de los sucesos según IPCC.*

La preocupación que se ha generado en torno al cambio climático y su rápido avance, ha llevado a la creación de múltiples apartados en páginas institucionales oficiales, páginas específicas de recopilación de noticias y datos, además de un sinnúmero de artículos de prensa, con la intención de mantener informada a la población. Para más información, se ha realizado una recopilación de las páginas de interés. ANEXOS - Páginas web de interés informativo acerca del cambio climático.

7. PRINCIPALES PRECURSORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Entre los principales causantes del agravio del cambio climático, se pueden distinguir contaminantes de fuentes artificiales y contaminantes de origen natural que, por otra parte, pueden ser primarios o secundarios. GreenFacts (2021) define un contaminante primario como aquel “(...) directamente emitido de una fuente al aire” a su vez, indica que “Un contaminante secundario no es emitido directamente como tal, sino que se forma cuando otros contaminantes (contaminantes primarios) reaccionan en la atmósfera.”

¹⁶ No hay un número oficial de ecosistemas; se podría distinguir entre ecosistemas artificial o natural y dentro de ello establecer el tipo de hábitat al que pertenece, terrestre o acuático.

7.1. Gases de efecto invernadero

Algunos de estos gases, ya se producían de forma natural, como el vapor de agua¹⁷, pero la gran cantidad de los GEI que se están concentrando en la atmósfera pertenecen a la actividad humana. Según el Protocolo de Kyoto (ONU, 1991: p. 115) Los principales gases que se estarían emitiendo de forma descontrolada son: el CO₂, el CH₄, N₂O y los gases fluorados¹⁸.

Por otro lado, según el Protocolo de Montreal (ONU, 1987), los GEI no solo afectan al incremento del efecto invernadero; la emisión de los GEI como los gases clorofluorocarbonados¹⁹ (CFC), también participa en el adelgazamiento de la capa de ozono²⁰, la cual se encarga de absorber la mayor parte de rayos ultravioletas que inciden en la Tierra por la radiación solar provocando así que se agrave la emergencia climática.

7.2. Aerosoles

Otro de los principales factores que afectan al cambio climático y a la calidad del aire son los aerosoles atmosféricos o material articulado atmosférico (MPA). Los MPA se presentan en microscópicas partículas (sólidas o líquidas) suspendidas en la atmósfera que afectan a la calidad de aire; su composición y origen son variados, ya se ha comentado que, aunque no contribuyen al calentamiento, influyen en el clima propiciando un enfriamiento. El tamaño de las partículas es variado, como citan Mejía y equipo (2011), se consideran partículas suspendidas totales (PST) aquellas que oscilan en un rango diametral entre 0.005 y 100 µm, aunque generalmente no se puede encontrar partículas ni tan grandes ni tan pequeñas; se establecen los siguientes rangos:

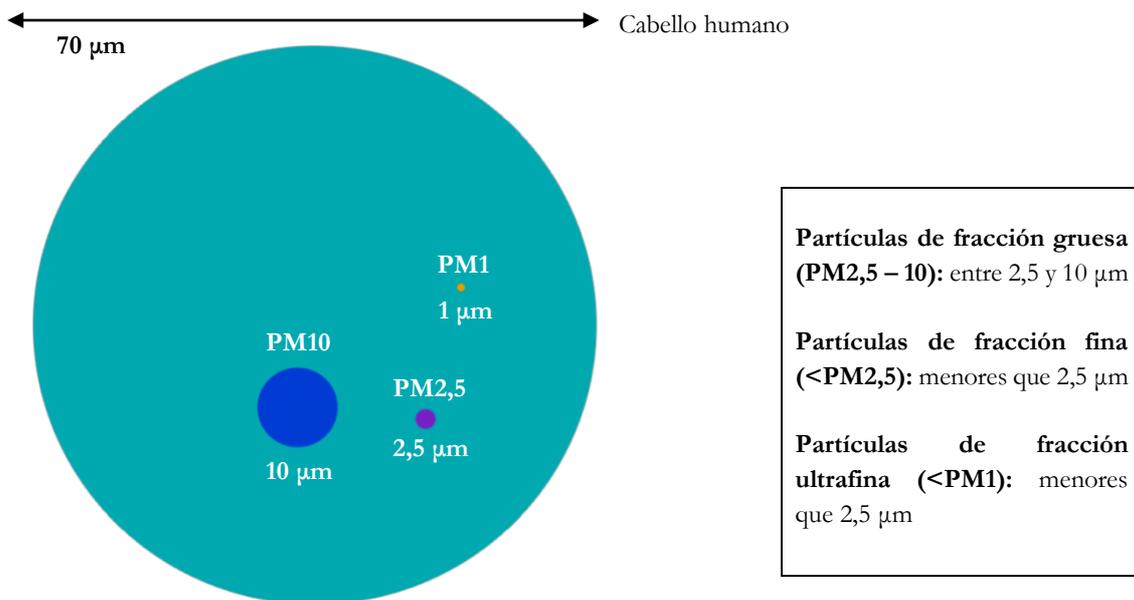


Ilustración 4: Gráfico de tamaños de las MPA Fuente: Elaboración propia basada en el esquema de Juan Camilo Pedraza.

¹⁷ El vapor de agua es un gas de efecto invernadero natural que se produce por la evaporación de agua líquida (principalmente mares) o por la sublimación de hielo (casquetes polares), pero cabe resaltar que, aunque provenga de un fenómeno natural, debido al calentamiento global se está propiciando su incremento de forma no natural.

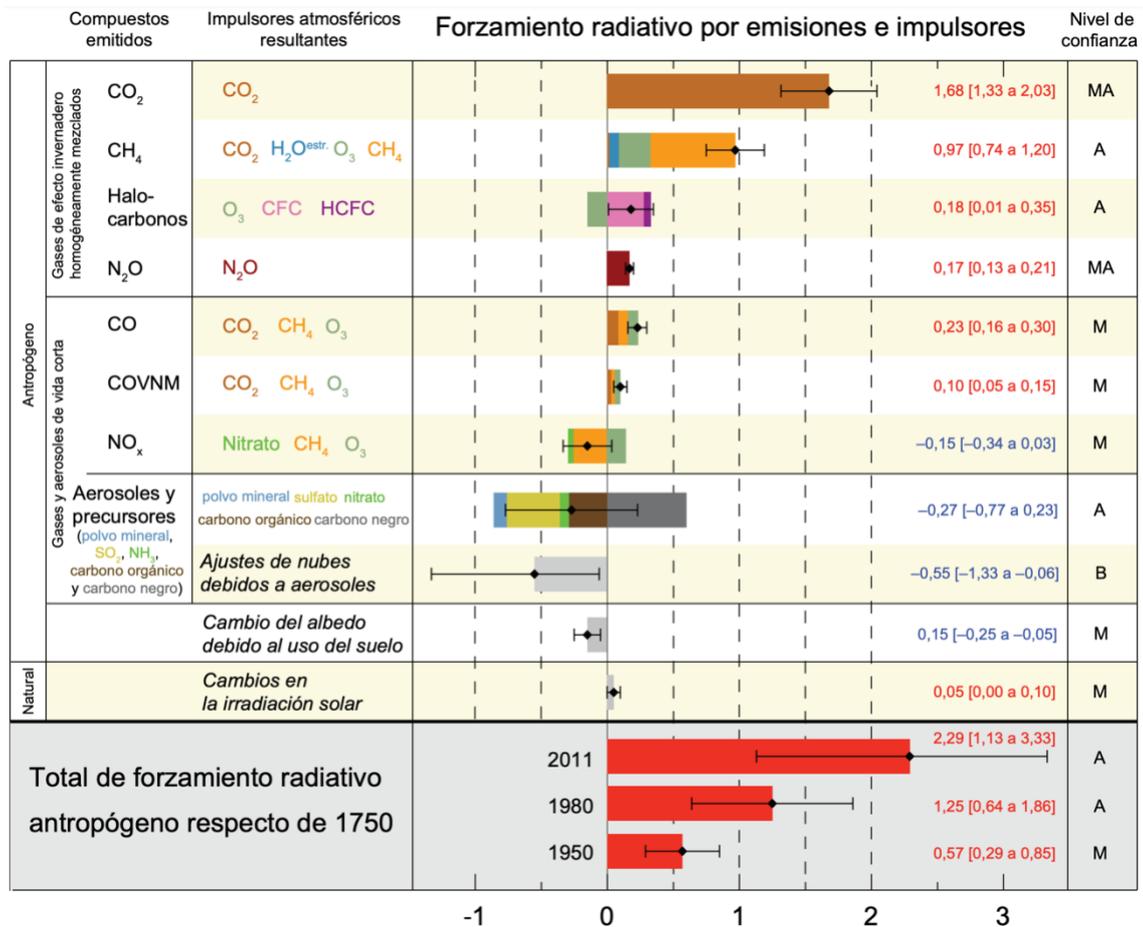
¹⁸ Según MITECO (2019) los gases fluorados son empleados principalmente como “refrigerantes, agentes extintores de incendios, disolventes y para la fabricación de espumas aislantes”. Suelen estar compuestos por hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y/o hexafluoro de azufre (SF₆).

¹⁹ Los gases clorofluorados se empleaban antes de usar los gases fluorados, pero se dejaron de usar por la acción directa sobre el adelgazamiento de la capa de ozono.

²⁰ Es una capa que se encuentra ubicada en la estratosfera de la atmósfera terrestre, la cual contiene una cantidad considerable de ozono.

Según el IPCC (2018) los principales aerosoles se conforman de compuestos de azufre, polvo mineral, carbono orgánico, carbono negro y nitratos, actualmente se puede realizar un recuento de los aerosoles con mayor certeza que en el pasado y establecer su forzamiento radiativo.

En la siguiente imagen, perteneciente al informe de síntesis del IPCC (2014), se realiza un balance del forzamiento radiativo de los principales compuestos que afectan de forma directa al clima, calentándolo u enfriándolo. Se puede observar como la mayoría de los gases analizados representan un balance radiativo positivo y se corresponden con los GEI señalados anteriormente, por su parte, los aerosoles y precursores²¹, a excepción del carbono orgánico, representan un forzamiento negativo influenciando el enfriamiento del clima.



(MA: muy alto, A: alto, M: medio, B: bajo, MB: muy bajo). Forzamiento radiativo respecto de 1750 (W m⁻²)

Ilustración 5: Forzamiento radiativo según emisiones e impulsores, comparación 1950-2011. Fuente: IPCC

Para más información acerca de los precursores del cambio climático, en la tabla II, ubicada en ANEXOS – Tablas de contaminantes, se clasifican los principales contaminantes atmosféricos en función del estado en el que se encuentra la materia (sólida, líquida o gaseosa), el tipo (primario o secundario), y de las fuentes de emisión. Por otra parte, se ha creado otra tabla para establecer una comparación entre los límites de emisiones establecidos por la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa y las Guías de calidad del aire e la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre (Tabla III).

21 “El SO₂ es un precursor de aerosoles (puede reaccionar con una gran variedad de oxidantes producidos fotoquímicamente para formar aerosoles sulfatados). (Benavides, 2007: p.12)

7.3. Fuentes de emisión

La emisión de los GEI ha aumentado notablemente, desde la era preindustrial, a causa de las actividades humanas derivadas de la expansión económica y demográfica. Actualmente los índices de concentración de las emisiones son los más elevados. (IPCC, 2014a).

De la misma forma que el IPCC, la Comisión Europea (2019) no duda del papel humano en la emergencia climática e indica el problema en la emisión masiva de GEI a raíz de las siguientes actividades:

- Todas aquellas acciones y procesos industriales que impliquen la “La combustión de carbón, petróleo y gas”
- “La tala de bosques (deforestación)”.
- “El desarrollo de la ganadería.”
- El uso de “fertilizantes que contienen nitrógeno”.
- Los gases fluorados emitidos por los aparatos y productos que utilizan estos gases.

Las emisiones no son solamente producidas por fuentes de origen antropogénico, como ya se ha comentado, algunas fuentes son de origen natural, los volcanes y los océanos son las fuentes de emisión principal de gases y aerosoles, por otra parte, el flujo de la irradiación solar también es un factor que puede llegar a ser participe del cambio. Pero los estudios demuestran, que no se pueden considerar principales causas del empeoramiento del sistema climático, no presentan una amenaza respecto a las emisiones producidas por la actividad humana.

“El forzamiento radiativo provocado por los aerosoles volcánicos estratosféricos puede tener un gran efecto de enfriamiento en el sistema climático durante varios años tras grandes erupciones volcánicas. Según los cálculos, los cambios en la irradiación solar total habían contribuido solamente a alrededor del 2% del forzamiento radiativo total en 2011, con respecto a 1750.”(IPCC, 2014a).

En la siguiente grafica extraída de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, 2021) se pueden observar los cambios de temperatura en relación con la energía solar, con una tendencia promedio de once años (correspondiente a las líneas gruesas). Se observa un claro ascenso de la temperatura global desde la Revolución Industrial que, sin embargo, no concuerda con la energía solar recibida.

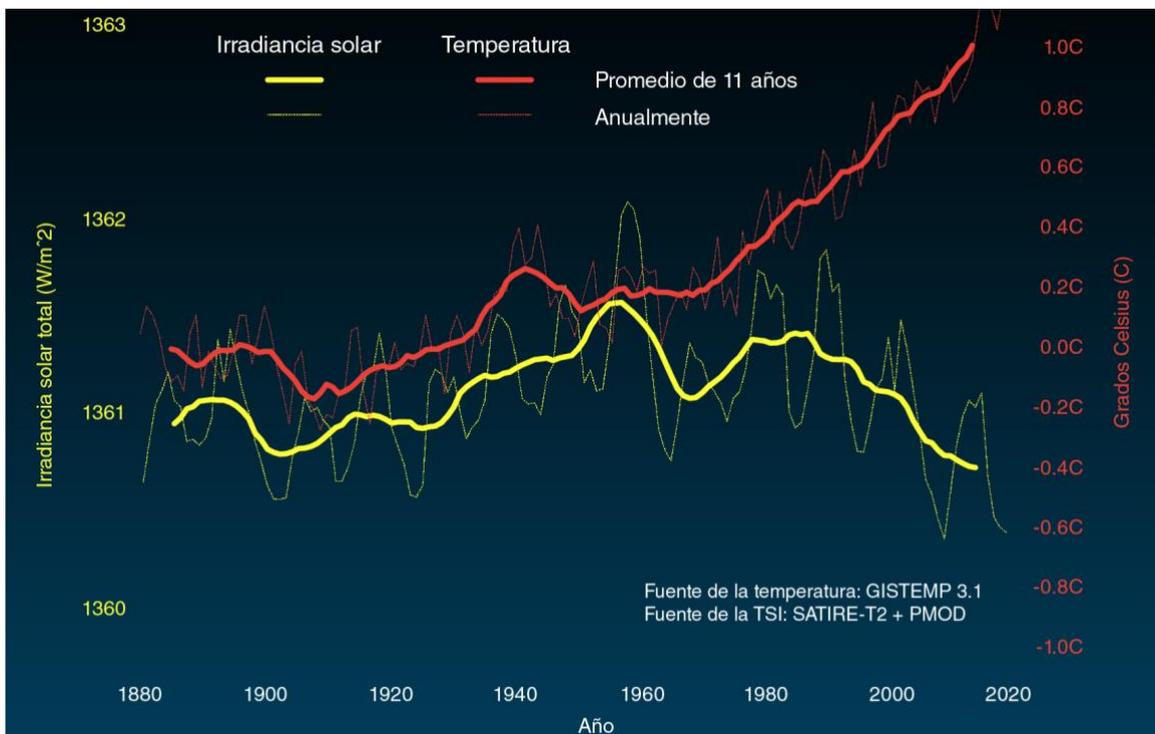


Ilustración 6: *Temperatura vs actividad solar.* Fuente: NASA

8. SOCIEDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Tras la exposición de los datos y los hechos reportados hasta ahora, cabría preguntarse qué piensa la población acerca de los problemas ambientales, las repercusiones que éstos han generado hasta al momento y cuál es su grado de preocupación respecto al futuro que pueda ocasionar. Lo cierto es que se está generando un grado de preocupación considerable, una encuesta sobre el clima realizada por el Banco Europeo de inversión (BEI) a 25.000 personas con un grado de representación equitativo por cada país europeo, reveló que el 78% de los europeos se sienten alarmados por el cambio climático, siendo más notable esta preocupación en los países del sur que en los países nortños, y más apreciable en generaciones más jóvenes (de 18-35 años) que en otras de mayor edad. El porcentaje de población que no profesan ninguna preocupación, que están completamente desinformados acerca del cambio climático o lo niegan no superó el 7%. En España encontramos una fuerte concienciación, el porcentaje de preocupación se incrementa hasta un 87%, 70% de los cuales piensan que se ha convertido en una gran amenaza para el planeta. (BEI 2019).

En referencia en exclusiva a España, El Real Instituto el Cano (Lázaro Touza et al, 2019) ha realizado un estudio, *Los españoles y el cambio climático*, donde realiza una encuesta representativa a 1.000 participantes españoles mayores de 18 años con distintos sexos e ideologías políticas. Como se puede observar en la *ilustración 7* la mayoría coinciden en que el cambio climático es la mayor amenaza a la que se enfrenta el mundo y un bajo porcentaje niega su existencia, alrededor del 3% por otra parte un 15% creen que los efectos del cambio climático aun no son visibles. En cuanto a las medidas que creen que se está tomando frente al cambio, alrededor del 80% piensa que son insuficientes y culpan al gobierno de no invertir en presupuestos para dichas medidas, en cambio, es un bajo porcentaje el que reconoce su papel en el desarrollo del cambio.



Ilustración 7: Según los encuestados: mayores amenazas a las que se enfrenta el mundo. Fuente: Lázaro Touza, González Enríques y Escribano Francés.



Ilustración 8: *Chinguetti, Mauritania. Consecuencias del avance de la arena del desierto y la erosión.* Fuente: Bruno Perousse

BLOQUE II. Patrimonio y cambio climático

9. Consideraciones previas
10. Patrimonio inmueble
11. Patrimonio mueble
12. Patrimonio inmaterial
13. Turismo

9. PATRIMONIO Y CAMBIO CLIMÁTICO, CONTEXTO

Inciendiando finalmente en la materia que nos ocupa, se debería asumir que la resolución que se extrae de los impactos que el cambio climático está ocasionado en el Patrimonio Mundial, no es más alentadora. El patrimonio también se encuentra expuesto, tanto a los efectos de la emergencia climática como a los precursores de ésta. En consecuencia, las organizaciones e instituciones competentes se han comenzado a pronunciar.

Tal como expresa la directora del Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO y como cita la página web de noticias de la misma organización, “Tenemos que entender, vigilar y abordar mejor en todo el mundo la amenaza del cambio climático sobre los sitios del Patrimonio Mundial” (UNESCO, 2021). El informe *Patrimonio mundial y turismo en un clima cambiante* publicado por la UNESCO el PNUMA y la Unión de Científicos Comprometidos (USC) (2015) aprueba a “limitar el aumento global de la temperatura (...) para la protección de nuestro patrimonio mundial para las generaciones actuales y futuras”. En el informe, también se citan las palabras de Adam Markham, autor principal éste y subdirector del Programa de Clima y Energía de la UCS “El cambio climático podría llegar incluso a causar que algunos sitios de Patrimonio Mundial pierdan su condición” recalcando su “valor universal excepcional”.

La preocupación por los efectos del cambio, incluso, se ha podido ver reflejada en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que la ONU (2015: p. 40) aprobó dentro de la Asamblea General: *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible*²². Más concretamente en la meta 11.4 “Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo” del ODS 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles”. En ANEXOS – *Las convenciones de la UNESCO y los ODS* se pueden consultar todos aquellos objetivos y metas que, de manera sostenible, cumplen puntos de las convenciones culturales de la UNESCO desde 1972 hasta la actualidad.

Afortunadamente, la preocupación ha derivado en acciones, como se pudo observar tras la asistencia a la 1^o Jornada de Cambio climático y patrimonio, celebrada en el IPCE con motivo de la COP25 (25^a Conferencia de las Partes)²³ de los países firmantes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)²⁴, acontecida el pasado mes de diciembre de 2019 en Madrid, distintas instituciones se han puesto en marcha para poder hacer frente y plantear objetivos de protección del patrimonio. Una de estas acciones, también recogida en el *Informe Anual 2018* del ICOMOS fue la formación del CCHWG con Andrew Potts como coordinador. También cabe remarcar, el seguimiento del mismo Consejo del alcance de los ODS “(...) centrándose en mejorar la visibilidad a través de eventos internacionales y colaboraciones externas, y en reforzar las relaciones internas” (ICOMOS, 2018).

Por otra parte, Google Arts & Culture, colaborando con ICOMOS y con CyARK²⁵ lanzaron en enero de 2020 *Heritage on the Edge* un visor online en el que se pueden apreciar cinco casos de distintos tipos de patrimonio declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO afectados por el cambio climático, en la web se encuentran testimonios de profesionales, videos y modelos 3D entre otros documentos. Enlace del proyecto: <https://artsandculture.google.com/project/heritage-on-the-edge>

²² Según ONU (2015) la Agenda es “un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia” La agenda cuenta con 17 Objetivos y un total de 169 metas con el fin de cumplimentarlas desde el momento de su planteamiento, 2015, hasta 2030.

²³ Encuentro de la CMNUCC donde se toman decisiones políticas alrededor del cambio climático y que aborda distintos puntos de éste: pérdidas y daños, disminución de las emisiones de gases de efectos invernadero, medidas a tener en cuenta, etc.

²⁴ MITECO (2021b) describe la CMNUCC como convención “adoptada en 1992 y que entró en vigor en 1994, ha sido ratificada por 195 países (Parte de la Convención) (...) reconoce la existencia del problema del cambio climático, y establece un objetivo último: lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas (causadas por el ser humano) peligrosas en el sistema climático.”

²⁵ CyARK es una organización sin ánimo de lucro que, de forma digital, archiva, registra y comparte bienes mundiales de patrimonio.

Por su parte, la revista científica *Nature Communications* publicó un artículo que evaluaba el riesgo hasta el año 2100 de los 49 Lugares Patrimonio de la Humanidad (*World Heritage Sites (WHS)*) del mar Mediterráneo, en peligro por la subida del nivel del mar y la erosión costera debido al cambio climático, con el objetivo de proporcionar “una evaluación (...) de dónde se necesita urgentemente la adaptación y (...) apoyar a los responsables de políticas en la dirección de la investigación a escala local para concebir una adaptación adecuada de estrategias para cada WHS”²⁶ (Reimann et al, 2018).

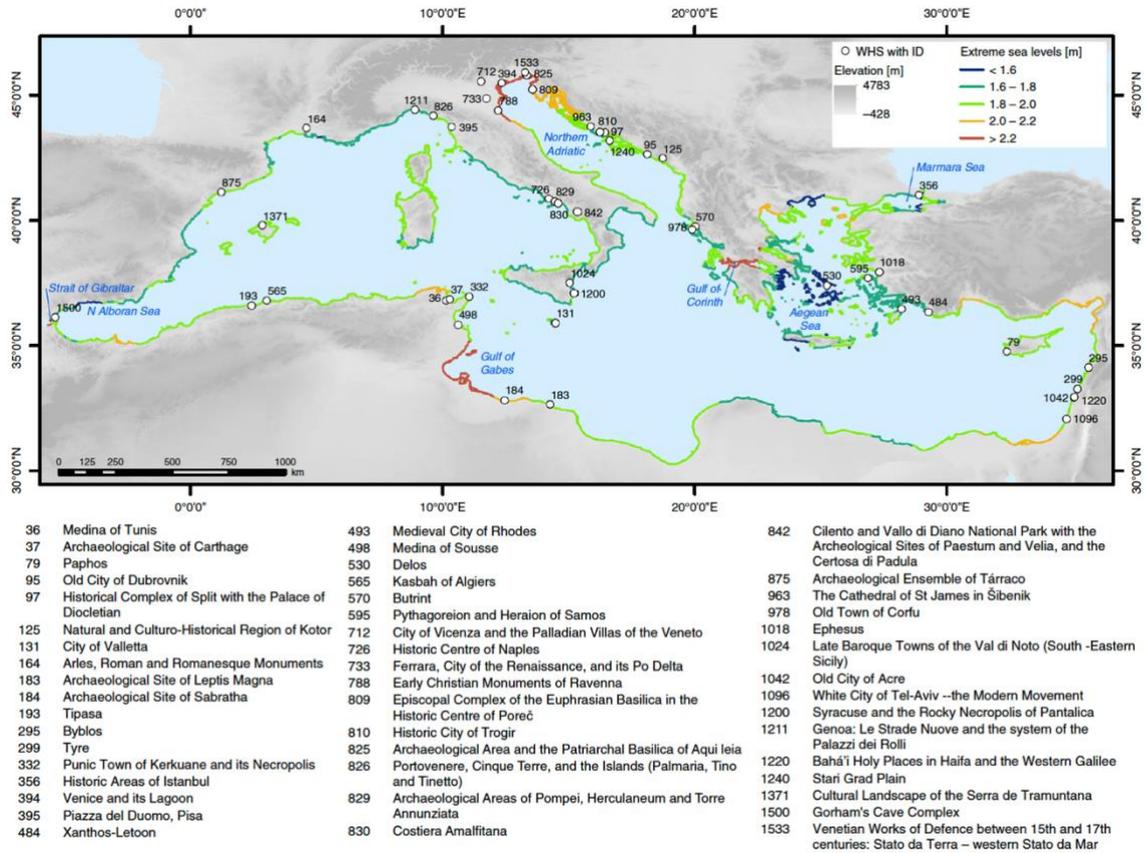


Ilustración 9: Evaluación de los peligros de los WHS del Mediterráneo. Fuente: Reimann, Vafedis y Athanasios

Se entiende tras la exposición de los anteriores datos, que una parte del patrimonio está directamente expuesta a los efectos del cambio climático, y también a los precursores de éste, el patrimonio con emplazamiento exterior se encuentra susceptible ante los cambios debido a su ubicación. Pero, el patrimonio que se encuentra expuesto en interior, dentro de un “contenedor” (museos, instituciones publicas o privadas, etc), según las condiciones de exposición y/o almacenamiento, tampoco estaría exento de dichos efectos. A continuación, se va a efectuar una revisión de los efectos que se pueden, y se están, desencadenando en los distintos tipos de patrimonio a causa del cambio climático. Para ello, se ha hecho una distinción entre patrimonio inmueble y patrimonio mueble.

²⁶ Traducción propia

10. PATRIMONIO INMUEBLE

Se conoce como patrimonio inmueble todo aquel que es inamovible de su emplazamiento o que al ser desligado de éste pierda su condición esencial, así como aquellos bienes integrantes de un inmueble los cuales al separarse del mismo afecten al conjunto, sean modificados y/o deteriorados. Así lo reconoce el Código civil en su artículo 334 y lo reafirma la Ley de patrimonio histórico en su artículo 14.

El patrimonio inmueble, dado que en su gran mayoría lo encontramos ubicado en el exterior, tiene una probabilidad mayor de afección debido a su alta exposición. Es necesario añadir que, aquellos bienes indesligables integrados en el interior en un mismo bien inmueble, a pesar de no estar expuestos directamente, pueden sufrir los efectos de forma indirecta por la degradación del bien inmueble al que se encuentran supeditados. Un ejemplo de ellos sería unas pinturas murales realizadas en el interior de una iglesia cuyo soporte mural está sufriendo alteraciones por agentes externos como fuertes rachas de viento o lluvia. Por tanto, tampoco se debe menoscabar la acción de dichos efectos en los bienes, en este caso inmuebles, ubicados en el interior.

Dadas las distintas características de cada uno de los siguientes tipos de bienes patrimoniales, se ha requerido dividir este apartado en patrimonio natural, patrimonio cultural y yacimientos arqueológicos.

10.1. Patrimonio natural

En la actualidad, ya es notable y común la cantidad de noticias acerca de catástrofes naturales que acontecen alrededor de todo el mundo. Durante el pasado periodo de verano del 2019, las noticias acerca de la quema del Amazonas han estado repitiéndose una y otra vez en los noticiarios. También se ha podido leer varias referencias al blanqueamiento de los arrecifes coralinos, que cada vez va en aumento, por poner dos ejemplos. Lo cierto es que este tipo de sucesos acaban encontrando una conexión con el cambio climático y a veces se establece un ciclo de continuidad. En el caso del Amazonas, la deforestación para la explotación maderera o uso del suelo para la agricultura y la ganadería extensiva han propiciado la quema descontrolada que, a su vez, es la causante de una gran cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera, como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos no metanos que actúan como precursores del cambio climático mundial. (ONU, 2019).

La falta de apreciación de los sistemas naturales, en muchos casos patrimoniales, genera la destrucción de éstos, siendo beneficiosos para la lucha contra el mismo cambio climático. Siguiendo con el mismo ejemplo de la Amazonía, se observa que no solo se pierden recursos de riqueza ecológica y patrimonial en cuanto a su bioma²⁷, su cuenca hidrográfica²⁸ o territorio indígena²⁹, sino que con ello se pierden grandes espacios que actúan como reguladores del clima.

Precisamente, durante la celebración del Simposio *Forward Together: Un Viaje Cultura-Naturaleza hacia una Conservación Más Efectiva en un Mundo Cambiante* (ICOMOS, 2019) se subrayó la importancia con la que se debe gestionar el patrimonio natural y la urgencia de “desarrollar enfoques más eficaces y sostenibles para la conservación”. Se sugirió la necesidad de afianzar una mayor interconexión en la integración de la cultura y la naturaleza para una conservación más eficaz, considerando indivisible el patrimonio cultural y natural del paisaje, remarcando así la importancia de este último.

²⁷ Se denomina bioma a una zona o región que presenta características identitarias entre clima, flora y fauna

²⁸ La UICN (2019) describe cuenta hidrográfica como “una unidad geográfica e hidrológica, formada por un río principal y todos sus territorios asociados entre el origen del río y su desembocadura”

²⁹ Los pueblos indígenas son altamente vulnerables a la pérdida de sus territorios pues basan sus métodos de vida en los recursos pertenecientes a éstos. (UNESCO, 2015).

Según la UNESCO (2014), el patrimonio natural se encuentra comprendido en los siguientes puntos:

“i) los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas (...) ii) las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies de animales y vegetales amenazadas (...) iii) los lugares naturales o las zonas naturales (...) que tengan un valor universal.”

Para este patrimonio ubicado al exterior, una de las crecientes problemáticas que presenta es el cambio climático, que junto la invasión de especies, la pesca y caza furtiva y el turismo conforman las mayores preocupaciones actuales. La UICN (2017) señala que desde 2014 hasta el 2017 esta amenaza ha crecido en un 77% y continua en aumento, calificándola como la principal amenaza potencial para el patrimonio natural y como una realidad ya perceptible en los sitios de patrimonio analizados. Como segunda amenaza en aumento le siguen los incendios, vinculando el incremento de éstos al propio cambio climático. En el mismo informe, se establecen los glaciares o los corales como el patrimonio natural con mayor tasa de afección y por el que se tiene una especial preocupación.

Para conocer el nivel de riesgo actualizado de los lugares de patrimonio natural, la UICN ha elaborado un buscador en el que se puede comprobar el grado de amenaza de los sitios, se encuentra ubicado en el siguiente dominio web: <https://worldheritageoutlook.iucn.org/>



Ilustración 10: Parque Nacional de Garajonay, La Gomera. Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (1986). Fuente: Gobierno de Canarias

10.1.1. Glaciares

Las formaciones glaciares³⁰ de alto valor patrimonial y natural están desapareciendo a un ritmo acelerado, lugares declarados patrimonio mundial de la humanidad por la UNESCO, como el Parque Nacional de los Glaciares en Argentina, sufren un gran peligro de perder más de la mitad del hielo en poco más de 80 años debido a las variaciones climáticas, así lo sostiene un estudio publicado recientemente en la revista de investigación *Earth's Future* por la UICN. En él indican la urgencia de una reducción rápida y significativa de las emisiones de gases invernaderos así como una profunda modificación de los impactos producidos por el

³⁰ Un glaciar se encuentra constituido por una masa considerable de hielo ubicada en la superficie terrestre, normalmente en alta montaña.

ser humano en el clima para evitar el calentamiento global y poder permitir la preservación de los glaciares y capas de hielo de la Tierra (Bosson, Huss y Osipova, 2019: pp. 469-479).

En España, pocos resquicios de glaciares se encuentran en la actualidad, la disminución acelerada de la superficie de los últimos glaciares españoles ubicados en la cadena pirenaica, constituyendo las reservas de hielo más meridionales de Europa, ha aumentado en un 10% respecto a la superficie que ocupada a principios del siglo XX, según datos aportados por el MITECO (2021a). El seguimiento de dichos glaciares se encuentra monitorizado desde 1990 por el programa de Evaluación de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación (ERHIN) y se puede consultar en la siguiente página <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/ERHIN/info-programa-erhin/>

¿Por qué se habla exclusivamente de glaciares?

El WWF (2019) genera una distinción entre hielo marino y glaciares, la diferencia erradica en que el hielo marino tiene su formación exclusivamente en el mar por lo que su deshielo no afectaría a la subida del nivel del mismo, aunque sí constituiría un problema significativo para la vida de ciertas especies que necesitan de su existencia para la realización de diversas funciones como la caza. Sin embargo, el derretimiento de los glaciares deriva toda el agua que se había estado almacenando en la tierra al mar contribuyendo así con el incremento de su nivel. Esta subida del nivel del mar provoca el aumento de la erosión costera y “eleva las marejadas a medida que el calentamiento del aire y del mar ocasionan tormentas costeras más frecuentes e intensas, como huracanes y tifones”.



Ilustración 11: *Deshielo de los últimos glaciares de los Pirineos.* Fuente: Nacho López.

10.1.2. Biodiversidad marina y terrestre

Los distintos tipos de biodiversidad³¹ que conforman entornos patrimoniales naturales y que son indesligables de éste, presentan un grado de afección notable ante los precursores y los efectos del cambio climático. En este caso, se ha querido establecer una distinción entre las alteraciones que puede sufrir la biodiversidad de los ecosistemas terrestres y la de los ecosistemas marinos.

³¹ Según el Convenio sobre Diversidad Biológica (1992) la definición de biodiversidad con mayor aceptación es “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte”.

Los océanos cubren alrededor del 72 % de la superficie de la Tierra, según la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2017) "Los océanos interactúan estrechamente con la atmósfera. Por un lado, (...), influyen en los patrones climáticos a escala local y global. Por otro lado, los cambios en la atmósfera pueden alterar las propiedades de los océanos"³². Sin embargo, la estrecha interacción con las condiciones climáticas está creando una serie de consecuencias en los sistemas marinos, los principales impactos relacionados con el cambio climático que se observan son la acidificación, el aumento medio de la temperatura y la desoxigenación de los océanos.

Desde la era industrial y como resultado del aumento de las concentraciones de CO₂ atmosférico por la quema de combustibles de origen fósil, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo estima que el nivel de acidez de los océanos ha crecido en un 30% estableciendo el actual pH de la superficie entre 8,0 a 8,3 aunque se proyecta que para finales de siglo el pH disminuya entre 0,3 y 0,4 constituyendo un peligro para el sistema ecosistémico marino. (Hudson, 2019).

Los océanos se han encargado de absorber el 93% del calor retenido en la atmósfera desde los años 50, debido a ello, se han calentado aceleradamente y se prevé que el aumento de la temperatura continúe en alza. Este calentamiento repercute de forma negativa en la biodiversidad marina, contribuye al deshielo de capas marinas y aumenta el vapor de agua atmosférico influyendo en la climatología. (EEA, 2017).

Otro efecto derivado del calentamiento (unido a otros factores), según la (UICN, 2019), es la desoxigenación de los océanos, debido a que el oxígeno presenta una menor solubilidad en aguas cálidas. Es por ello, que el oxígeno ha terminado reduciéndose alrededor de 2% entre 1960 y 2010 y se espera una disminución mayor de entre un 1 y un 7% para finales siglo, contribuyendo así con la proliferación de zonas costeras hipóxicas.



Ilustración 12: *Tortuga marina atrapada en desechos plásticos*. Fuente: National Geographic

En cuanto a los ecosistemas terrestres ocurre algo similar, los cambios en los patrones del clima a causa del cambio climático y los precursores de éste alteran deliberadamente la fenología³³ de las especies afectando a la interacción con el medio y a sus ciclos de vida.

³² Traducción propia

³³ Según la RAE, la fenología es la ciencia que estudia los procesos biológicos de las especies en relación con el clima y las variaciones estacionales.

Tal como citan los autores Herrero y Zavala (2015) los distintos motores que impulsan el cambio climático, afectan a los organismos de diversas formas, “Entre estos motores, se encuentran de forma destacada los cambios en el uso del suelo, la pérdida y fragmentación de hábitats, el incremento de la concentración del CO₂ y de otros gases con efecto invernadero en la atmósfera, el incremento en la fijación y deposición de nitrógeno, y la expansión de especies invasoras”.

Estos precursores, que ya de por sí causan efectos negativos en el suelo como la desertización, repercuten en el clima provocando fenómenos meteorológicos adversos causando diversos impactos y vulnerabilidades en el hábitat, como precipitaciones intensas, tormentas, aumento desmesurado de las temperaturas en forma de olas de calor o sequías. Esto, causa a su vez, efectos como la erosión o salinización de los suelos de las costas (a causa del aumento del nivel del mar) provocando cambios extremos en los ecosistemas y afectando a las especies conformantes del mismo. (ONU, 2019b: pp. 1-5).

Finalmente, el comportamiento de los organismos ante los cambios expuestos resultaría clave a la hora de poder conservar la biodiversidad de los bienes naturales. La supervivencia de organismos que conforman la biodiversidad se ve supeditada por el nivel de adaptación y tolerancia de las especies a las nuevas condiciones ambientales modificadas por los contaminantes precursores y el propio cambio climático. En muchos casos los organismos son incapaces de adaptarse a las nuevas condiciones ya sea por incapacidad o por la rapidez en la que se producen los cambios, por lo que tienden a desplazarse o desaparecer. (Arribas et al. 2012: pp. 79-84)

10.1.3. Corales

Los corales constituyen una de las grandes riquezas del patrimonio natural debido a su alto valor biológico, sirviendo como hábitat de numerosas especies, ejerciendo de barreras naturales contra la erosión de las costas y conformando un fuerte motor turístico y económico para las zonas costeras. Pero los últimos tres decenios, debido a los efectos cambio climático, los corales se encuentran bajo una gran amenaza de pérdida; se estima que de los veintinueve arrecifes de coral que configuran en la Lista de Patrimonio Mundial, quince de ellos estuvieron expuestos al blanqueamiento a causa de los efectos del aumento de la temperatura de los océanos y se prevé que para 2040 veinticinco sufrirán episodios de blanqueamiento severo. (Heron et al, 2017: p. 13).

Según la ONU, la acidificación y el aumento de la temperatura de los océanos son los principales culpables del blanqueamiento de los corales. La acidificación del océano impide los procesos de calcificación del coral mediante las zooxantelas (algas) que conviven con el coral y por tanto reducen la estructuración de su esqueleto, tornando al coral débil. Por otra parte, el aumento de la temperatura inhabilita la relación simbiótica que se establece entre el coral y sus zooxantelas impidiendo procesos como la fotosíntesis lo cual provoca una decoloración en el coral reduciendo a su vez la resistencia al medio. (Creary, 2012).

En la siguiente imagen se puede apreciar los corales Patrimonio Mundial estresados que han estado expuestos a aumentos de las temperaturas entre 2014 y 2017.

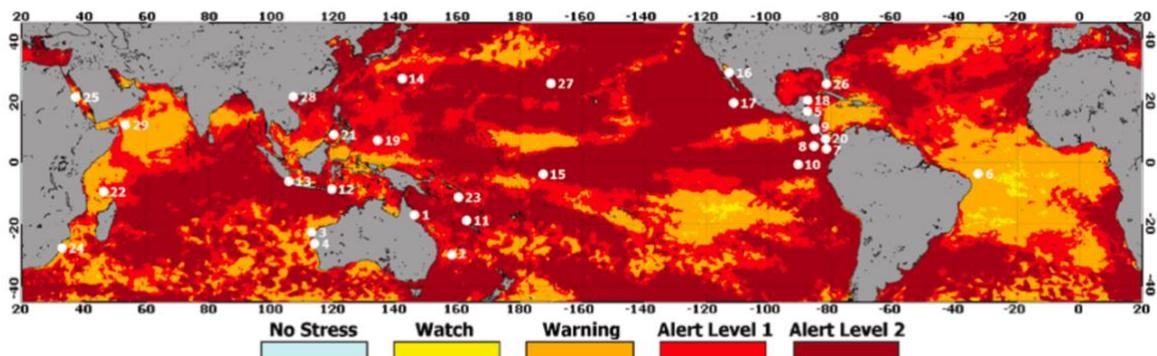


Ilustración 13: Estrés de los corales por aumento de la temperatura 2014-2017. Fuente: Heron et al.

10.2. Patrimonio cultural

El patrimonio cultural constituye una fuerte herramienta para el estudio y el conocimiento histórico, cultural, etnológico y antropológico de las sociedades pasadas, conformando así una herencia cultural de valor incalculable para el desarrollo de la identidad actual y futura de la población.

Según la UNESCO (2014), el patrimonio cultural se encuentra conformado por:

“i) los monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal (...); los conjuntos: grupos de construcciones aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje (...); los lugares: (...) que tengan un valor universal desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.”

El patrimonio cultural subacuático lo cataloga, sin embargo, de: “patrimonio cultural y natural” y enmarca “todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, de forma periódica o continua, por lo menos durante 100 años”. (UNESCO, 2014).

La preservación y el conocimiento de la herencia cultural son clave para el desarrollo y el asentamiento de las sociedades, por lo que la pérdida de ésta supondría una desestabilización en cuanto al sentimiento de pertenencia de la población y un desvanecimiento de los valores socioculturales. Los crecientes efectos del cambio climático y sus precursores conforman un peligro para la preservación del patrimonio, amenazando contra su estabilidad y sufriendo un riesgo de pérdida irrecuperable.

En base a las anteriores definiciones citadas de la UNESCO, se han dividido los siguientes puntos, dentro del patrimonio cultural, entre patrimonio arqueológico y patrimonio monumental.

10.2.1. Patrimonio arqueológico.

Las condiciones de conservación de los bienes arqueológicos ubicados tanto en enterramientos terrestres como en medios subacuáticos se ven supeditadas a la estabilidad de las características físico-químicas del medio en el que se encuentran, por lo que la variabilidad de dichas condiciones puede alterar el bienestar de las piezas en su entorno y ser causante de alteraciones o, en algunos casos, de la desaparición completa de los bienes. En el siguiente apartado se desarrollará la influencia que los efectos del cambio climático pueden tener sobre las condiciones de estabilidad de las piezas arqueológicas, en medios terrestres y subacuáticos, y cómo estas modificaciones pueden afectar a los objetos.

Yacimientos terrestres

La presencia de los eventos atmosféricos anormales que acontecen en la actualidad debido al cambio climático puede afectar al suelo de enterramiento. Estos sucesos alteran directamente al hábitat de los yacimientos arqueológicos cambiando las condiciones del medio donde se encuentran enterrados. Fluctuaciones bruscas en la temperatura o en la hidrología como las sequías, las inundaciones, olas de calor, etc, actúan provocando cambios físicos, como tensiones, o químicos, como mayor concentración de oxígeno, en el terreno, activando así mecanismos de deterioro que desestabilizan el medio de los bienes lo que supone una amenaza para la integridad, o la completa destrucción, de éstos. (Daly, 2014).

Por otra parte, el aumento del nivel del mar, así como la erosión de las costas debido al incremento de fenómenos atmosféricos como tormentas o ciclones, constituyen un peligro para los yacimientos costeros, pudiendo en alguna instancia terminar convirtiéndose en patrimonio cultural subacuático cambiando por completo las condiciones de enterramiento y preservación de las piezas. (Perez-Alvaro, 2016: p. 842).

Según Hollesen y equipo (2018: pp. 573-586), el aumento de temperatura en zonas donde hay presencia de bienes ubicados y conservados en el hielo, supone el descongelamiento y la exposición de las piezas a condiciones distintas a las que se encontraban conservadas, pudiendo sufrir ciclos de congelación y descongelación y una mayor actividad microbiana, constituyendo una amenaza para la salvaguarda. Junto a la erosión de las costas y el aumento del nivel del mar, puede suponer la desaparición de yacimientos completos.



Ilustración 14: *Tramo del Guadiana 2018*. Fuente: Nuno Veiga

Patrimonio subacuático

Como se ha comentado anteriormente, uno de los efectos del calentamiento global es el aumento de la temperatura de los océanos desencadenando una serie de cambios químicos como la desoxigenación. Los autores Harkin et al (2020: p. 32) indican en su estudio que “los mares más cálidos son indicativos de condiciones más energéticas” es decir que el aumento de la temperatura también afecta a la circulación oceánica que, como se verá más adelante, puede tener una influencia en la conservación de las piezas subacuáticas. Por otra parte, en el estudio se resalta la proliferación de especies invasoras, como gusanos o termitas, a consecuencia de la calidez de las aguas, siendo las estructuras de madera especialmente sensibles ante el ataque de dichos organismos.

Otro de los cambios químicos producidos en el océanos a causa, en este caso, de las altas emisiones de concentraciones de CO₂, es la acidificación, la cual según señala Dunkley (2013) tiene un efecto incierto sobre los materiales “el estado de las estructuras de madera expuestas y los naufragios de buques de hierro y acero no se conocen bien, aunque la disminución del pH del océano tiene el potencial de aumentar las tasas actuales de corrosión de los metales.”³⁴

En cuanto a los efectos que las variaciones en las corrientes oceánicas pueden tener en los bienes patrimoniales sumergidos, Perez-Alvaro (2016: p. 847) destaca tres incidencias a tener en cuenta, la alteración de los materiales debido al movimiento y a la erosión producido por las aguas; la posible modificación de los sedimentos conformada mayormente por microorganismos la cual actúa en muchos casos de capa de protección de los objetos; y por último, el riesgo de pérdida del registro arqueológico, producido por la movilización del objeto de ubicación primigenia desencadenando su descontextualización.

Para finalizar este apartado, es importante concretar que en el ámbito de la arqueología en relación con el cambio climático no existe demasiada documentación, tal y como la demanda y las condiciones de preservación

³⁴ Traducción propia

de los bienes exigen, por lo que es una materia con una alta necesidad de investigación e inversión en protocolos de actuación si se quiere conservar el patrimonio en condiciones óptimas.

10.2.2. Patrimonio monumental

Como ocurre en el apartado anterior, la carencia de investigación acerca de cómo la emergencia climática afectará a los distintos materiales conformantes del patrimonio monumental o construido, supone un impedimento a la hora de determinar la mejor manera de abordar su conservación y protección.

La amenaza para este patrimonio también es doble, al tratarse de bienes que suelen estar incluidos en áreas metropolitanas ubicados a la intemperie, no solo se enfrentan a la variabilidad de las condiciones climáticas y a los sucesos atmosféricos anómalos, sino que se encuentran expuestos a todos los productos de contaminación que se generan a su alrededor de forma directa, poniendo así en peligro su integridad estructural y también estética.

Para clasificar el tipo de deterioro, es interesante la distinción que realizan Ciantelli et al (2018) en cuanto a tipologías del proceso de deterioro, diferenciando entre daños que causan pérdida de material y alteraciones que causan acumulación de material. El primer grupo comprendería daños como el estrés térmico, la erosión o disolución de material calizo debido a la lluvia³⁵ o los efectos de congelación y descongelación que pueden ocasionar roturas, tensiones internas o desprendimientos. En cuanto a acumulación de material, dentro de las más habituales se encontrarían la suciedad, el ennegrecimiento, la colonización biológica o las formaciones de costras³⁶ debidas a la deposición en la superficie de los materiales de partículas atmosféricas en suspensión como el hollín³⁷.

Los daños producidos a causa de la contaminación han ido cambiando a lo largo de los años, desde 1700 hasta finales del siglo XX la contaminación predominante producida por la combustión del carbón consistía, por un lado, en la sulfatación de superficies debido a la emisión masiva de SO₂ y por otro, en la deposición de aerosoles como partículas de hollín causando, por tanto, ennegrecimiento y formación de costras, sobretudo en edificios de piedra. Tras la disminución de las emisiones de SO₂ y de hollín a finales del siglo XX, el uso desmesurado del automóvil propició contaminantes precursores del ozono O₃, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas de compuestos orgánicos volátiles (COV) que causan, entre otras alteraciones, amarilleamiento de las superficies a causa de la oxidación y favorecimiento del crecimiento biológico. (Grossi et al, 2012).

Respecto a la presencia de comunidades bióticas en el patrimonio, de la misma forma que las costras negras, se sabe que pueden tener una función de biodegradación, pero también de bioprotección. Éstas, no solo son susceptibles a presentar alteraciones frente a cambios de composición de la atmosfera debido a las distintas emisiones, la interacción con los diferentes climas es vital para determinar su comportamiento y desarrollo, a veces con relación al bien. Viles y Cutler (2012: p. 2406) afirman que: “los cambios en el entorno pueden causar alteraciones en la relación entre biota y el patrimonio construido, con importantes implicaciones para la

³⁵ La lluvia, además de causar erosión o penetrar en los materiales, puede interactuar con contaminantes en la atmósfera formando diferentes reacciones químicas que crean agentes de alteración como, por ejemplo, la lluvia ácida. Se trata de precipitaciones de carácter ácido las cuales contienen partículas de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno consecuencia derivada de la quema de combustibles fósiles y de fertilizantes ricos en nitrógeno. En caso de interactuar con SO₄H₂, se produciría una sulfatación del CaCO₃ obteniendo SO₄Ca y en caso de actuar con HNO₃ se obtendría Ca(NO₃)₂. La lluvia también puede interactuar con CO₂ de la atmósfera y formar ácido carbónico (H₂CO₃), este compuesto es capaz de acidificar el CaCO₃ de la piedra y convertirlo en HCO₃, el cual es soluble en agua.

³⁶ Las costras negras, *a priori*, pueden ser superficiales y no presentar una amenaza; podrían incluso servir como “barrera” contra otros agentes externos; pero con el tiempo, si esta costra no se elimina, puede llegar a adherirse y a engrosarse de forma paulatina. Se pueden introducir en los poros de la materia y al desprenderse o romperse pueden llegar a crear otros problemas en la superficie, como desprendimientos, erosión, disgregación, fragilidad, etc.

³⁷ El hollín es uno de los contaminantes ambientales más importantes y uno de los principales culpables del aumento del calentamiento global. Proviene de la combustión inacabada de material orgánico (hidrocarburos), creando así partículas sólidas formadas generalmente por carbono y otros compuestos.

política de conservación”³⁸, por lo que se comprende que es conveniente entender la relación existente y cómo las variaciones climáticas y de composición de la atmósfera pueden intervenir en dicha relación, poniendo o no en peligro la integridad del patrimonio colonizado.

Por otra parte, como se ha comentado anteriormente, los efectos del cambio climático pueden tener una fuerte influencia en el terreno, terreno donde se edifican y anclan los bienes arquitectónicos y/o monumentales, la UNESCO (2009) señala una serie de incidencias en correlación con el terreno para la edificación, en su mayoría relacionadas con la higroscopicidad y las variaciones en la cantidad de agua de éste, debido a fenómenos meteorológicos adversos. Se tendría que hacer frente problemas como, por ejemplo, con la capilaridad de los edificios y consecuentes corrosiones; humedades o cristalización de sales de un exceso de agua absorbida en las que se puede derivar; deterioro de materiales susceptibles a cambios de humedad como la madera; movimiento en los suelos (por la oscilación en la cantidad de agua) de edificación poniendo en peligro la estabilidad del inmueble; desertificación; congelación; cambios en la salinidad; erosiones; daños estructurales debido al incremento de tormentas y un largo etcétera. Resumiendo, todo lo que afecte al medio del bien con capacidad para modificarlo puede suponer un problema para la propia integridad de la obra.



Ilustración 15: Moais, Isla de Pascua, Chile. Amenazados por el aumento del nivel del mar. Fuente: iStock

Para concluir con este apartado, es importante resaltar que las condiciones de deterioro a mano de las fluctuaciones atmosféricas de este tipo de patrimonio, y el cambio en el medio o en el clima del entorno de las edificaciones y monumentos, podría dar lugar a su vez, a la migración de la población y al abandono de las edificaciones. La estrecha relación entre el entorno y el inmueble no debe ser pasada por alto. Los cambios bruscos en éste propiciando una posible inutilidad del terreno o dificultado el día a día de la población que en él habita, fomentaría el éxodo de ciertos lugares. Sin dejar de lado los problemas estructurales o físicos, tampoco se debe olvidar el fin intrínseco o utilitario de las construcciones arquitectónicas o monumentales (vivienda, culto, etc.) ya que, con el abandono material de las obras, se procede en muchos casos a un desligamiento de las necesidades por las que fue construido perdiendo parte de la esencia del propio bien.

³⁸ Traducción propia

11. PATRIMONIO MUEBLE

El patrimonio mueble, está más exento de sufrir las condiciones del cambio climático que el patrimonio que se encuentra al aire libre, ya que, al encontrarse generalmente ubicado en el interior de un “contenedor”, las inclemencias climáticas y contaminantes no suelen actuar de forma directa, como sí sucede en los anteriores tipos de patrimonio analizados. En el mejor de los casos, los bienes pueden encontrarse en espacios con atmósferas controladas y reguladas según sus necesidades. Al establecerse unas condiciones climatológicas favorables y continuas, las piezas no son alteradas por los cambios que se pueden producir en el exterior, por lo que no sufrirían cambios bruscos de temperatura, en la hidrología o cambios meteorológicos adversos y cómo no, también se encontrarán resguardadas de las emisiones de contaminantes, precursores y consecuentes daños. Pero, como se verá en los siguientes párrafos, las condiciones en las que se puede encontrar un bien patrimonial en un interior son muy diversas y no siempre son las idóneas.

En primer lugar, es necesario saber de qué tipo de bienes culturales se habla cuando se refiere hacia ellos como “muebles”.

“Por bienes culturales se entienden los bienes, cualquiera que sea su origen (...) designen específicamente como importantes para la arqueología, la prehistoria, la historia, la literatura, el arte o la ciencia, y que pertenezcan a las siguientes categorías: a. colecciones (...); b. los bienes relacionados con la historia (...); c. el producto de excavaciones (...); d. elementos procedentes de desmembración de monumentos (...); e. antigüedades que tengan mas de 100 años (...); f. el material etnológico (...); g. bienes de interés artístico (...); h. manuscritos raros e incunables, libros, documentos y publicaciones (...); i. sellos (...); j. archivos (...); k. objetos de mobiliario que tengan mas de 100 años e instrumentos de música antiguos.” (UNESCO, 2014).

En resumen y ampliando según lo establecido en el artículo 335 del Código Civil: “Se reputan bienes muebles (...) todos los que se pueden transportar de un punto a otro sin menoscabo de la cosa inmueble a que estuvieren unidos.”

11.1. Ubicación de los bienes

La conservación de las obras muebles está, por ende, supeditada a las condiciones climáticas que el “contenedor” que las alberga les brinde. El abanico de posibilidades es amplio y dispar, los bienes se pueden encontrar en edificios como museos, fundaciones, instituciones publicas, casas particulares, iglesias, templos y un largo etcétera. El acondicionamiento de estos edificios no es homogéneo, las condiciones climáticas de un museo no son las mismas con las que un bien puede convivir en una iglesia o una casa particular, ni siquiera se puede afirmar que en un museo sean las mismas que en otro museo. Con esto, se quiere decir que no hay una homogeneidad en la aclimatación de los interiores para las obras, a pesar de disponer de herramientas informativas suficientes para llevarlas a cabo, a modo de ejemplo: el *Manual de Seguimiento y Análisis de las Condiciones Ambientales* incluido dentro del *Plan Nacional de Conservación Preventiva* (PNCP) de la mano del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD).

Partiendo de esta base, es posible entender que las obras que se ubican en espacios correctamente climatizados son las que más seguras pueden estar frente a las variaciones climáticas y contaminantes derivados del cambio climático, por el contrario, no se puede tener la misma seguridad de que las piezas ubicadas en ambientes no controlados corran la misma suerte y puedan verse afectadas por éstos.

Como se ha mencionado brevemente en párrafos anteriores, el acondicionamiento de aquellos interiores que posean climatización puede ser muy diferente entre sí. No por el hecho de contar con una climatización del espacio, se puede asegurar la conservación de los bienes frente a los cambios producidos en el exterior. Para ello, habría que realizar ciertas cuestiones: ¿Hay un seguimiento de las variables atmosféricas y la contaminación adyacente exterior y con ello una regulación de la climatización interior?; ¿El acondicionamiento abarca todas

las variables para la correcta conservación (temperatura, humedad, filtros de aire, etc)?; ¿Existen planes de emergencia por si las medidas climatización fallan o hay una catástrofe climática mayor?

Por supuesto, esta última pregunta debería plantearse también sobre los interiores no aclimatados, donde casi las únicas variables intrínsecas del edificio relevantes en medida de acondicionamiento es el grado de permeabilidad del edificio, el material de construcción y en base a ello el aislamiento del exterior que posee. Estos aspectos también pueden tener peso en el caso de los edificios con climatización, pero en menor medida dado que los posibles desencadenantes pueden suplirse variando los controles de sistema climático en la mayoría de las ocasiones.

En el caso de los bienes en interiores no controlados, la susceptibilidad de la pieza a sufrir daños se multiplica en el supuesto de que propio edificio sufra daños, como por ejemplo unas fuertes lluvias torrenciales, infrecuentes en esa zona, que acaben incidiendo en el edificio por poca permeabilidad. Independientemente de la presencia o no de control climático en el interior, ninguna variable de “contenedor” está por lo general preparada para hacer frente a fenómenos catastróficos. Como ejemplos recientes se puede observar el caso de desbordamiento del Sena en 2016 debido a las fuertes lluvias y la inundación de los almacenes del *Louvre* y el *Musée d'Orsay* de otros museos cercanos o el cierre de la *Galleria degli Uffizi* tras un fallo en el aire acondicionado durante la ola de calor de 2017.

Para finalizar, es importante entender que las condiciones de cada interior y su acondicionamiento deben ser vistas teniendo en cuenta el sistema climático de la zona geográfica en la que se encuentre y las variables o fenómenos que éste haya podido sufrir a causa del cambio climático y sus precursores.



Ilustración 16: *Desbordamiento del Sena*. Fuente: Yoan Valat

11.2. Daños

La mayoría de los datos que se tienen actualmente de cómo el cambio climático puede afectar a los bienes ubicados en interior, dejando de lado situaciones catastróficas como las de las noticias mencionadas en el apartado anterior, se basan principalmente en escenarios realizados mediante programas de simulación.

El comportamiento de los materiales frente a los cambios de humedad relativa y temperatura, entre otras variables producidas por el clima, está en la actualidad bastante estudiado y no es lo que se pretende con las

simulaciones. Con las simulaciones se puede conocer el porcentaje de incidencia y la probabilidad que tendrían los bienes al exponerse frente a variables que puedan atentar contra su integridad y con ello, tener previsión sobre el control de las condiciones climáticas del interior, variando los parámetros para ajustarse a las nuevas necesidades.

Para un contenedor con las condiciones climáticas correctas, adaptar los parámetros a las necesidades es sencillo, si la temperatura sube de promedio 1°C en el exterior y afecta a la temperatura interior solo hay que ajustar el termostato. Como indican Bertolin y Camuffo (2014: p. 165) “En los edificios con control climático (es decir, acondicionados), el clima interior seguirá siendo prácticamente el mismo, pero la demanda de energía cambiará”³⁹ por lo que se especula que el impacto en este tipo de edificios será puramente económico. Pero como se ha visto, no todos los bienes ubicados en el interior cuentan con ambientes controlados climáticamente o no de forma correcta. Las simulaciones están, por tanto, enfocadas a ese tipo de interiores.

Por lo que se puede extraer de estudios científicos realizados mediante distintos programas de simulación, los daños materiales versarán sobre las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, que serán responsables de daños de naturaleza química, mecánica y también biológica. Teniendo en cuenta las futuras previsiones en cuanto al aumento de temperatura global y otras oscilaciones climáticas, se puede crear una idea de cómo van a ser las condiciones climáticas en el futuro en el exterior y, por ende, cómo afectarán al interior.

En algunos sitios se prevén, sin embargo, mejoras en eventos que pueden afectar al patrimonio. En el caso del estudio realizado por Leissner y su equipo (2015), tomando como referencia los escenarios de emisiones previstos por el IPCC, la simulación, realizada por el modelo climático regional REMO, muestra para un futuro lejano, debido al calentamiento global, que “en la región del Norte y en los Alpes se prevé una disminución de hasta (-) 40 ciclos/año de los ciclos de cristalización de la sal y, por consiguiente, un menor riesgo de daños mecánicos en la mampostería y las piedras. Por el contrario, los ciclos de cristalización de la sal aumentan su frecuencia en torno a (+) 10 ciclos/año en el resto de Europa”. Siendo también, la actividad biológica, más susceptible de alterarse favoreciendo al crecimiento de hongos y sus consecuentes daños para los materiales y la salud humana.

Por su parte, Lankester y Brimblecombe (2012: p. 250) versa su investigación sobre salas históricas en el sur de Inglaterra. Los datos sugieren un aumento ligero de la temperatura en el interior, inferior al aumento de temperatura exterior, por el contrario, la humedad relativa anual no sufriría un cambio significativo, pero sí se podría ver representado en los ciclos estacionales, por lo que se pueden prever veranos más secos e inviernos más húmedos que se verían reflejados en los interiores de los edificios. Así mismo, en cuanto a la incidencia que estos cambios pueden tener en los bienes, indican que: “Los daños causados por el moho y las plagas probablemente aumentarán en el futuro, mientras que los cambios dimensionales provocados por la humedad a los materiales (por ejemplo, la madera) debería disminuir un poco.”⁴⁰

En referencia a investigaciones más generales, aunque no se trata de una simulación, sino que ofrece datos a tiempo real, se ha incluido en los *Planes Nacionales de Conservación Preventiva*, en el documento *Índices de Riesgo Climático. Tutorial para el uso de la Herramienta SIG*, una herramienta desarrollada únicamente con la finalidad de conocer los riesgos y los posibles deterioros de las piezas (a nivel peninsular) frente a las variables climáticas teniendo en cuenta, el tipo de pieza y si ésta se encuentra protegida estructuralmente. El enlace para poder acceder a la herramienta es el siguiente: <https://ipce.gvsigonline.com/gvsigonline/>

A nivel europeo, un estudio del 2014 llamado *Climate change on movable and immovable cultural heritage throughout Europe* se sirve de la elaboración de mapas mediante datos obtenidos por simulación. Esto puede considerarse

³⁹ Traducción propia

⁴⁰ Traducción propia

un buen ejemplo de simulación de un escenario futuro, para tener una base sobre la que construir los procesos de intervención o conservación de los bienes. Los mapas en el estudio contienen:

- Previsiones de cambios de temperatura, precipitaciones y HR en el exterior
- Riesgo/daños que se pueden ocasionar por los cambios en el exterior (cristalización de sales, días de congelación, días secos, altas precipitaciones...)
- Previsiones de cambios de temperatura y HR
- Riesgo/daños (mecánicos, químicos, biológicos)

Si bien es cierto que como en todo referente a la temática que ocupa, se tienen pocos datos debido a la falta de investigación, los actuales estudios concuerdan en que hay una inclinación a que la alteración de la actividad biológica sea uno de los mayores problemas de las piezas frente a los cambios producidos por el cambio climático. A pesar de no ser escenarios excesivamente preocupantes la solución es, como ha sido siempre, la conservación preventiva, que en este caso es poner en alza la necesidad de una correcta climatización de los espacios y así poner solución a los problemas antes de que comiencen a producir situaciones que dañen las obras.

Por otra parte, los estudios consultados son representativos de las zonas geográficas analizadas, así como de las características del propio edificio (dimensiones, cantidad de ventanas, materiales de construcción, etc.) y las condiciones de climatización interior. Pero ponen en relieve una herramienta válida, como es la simulación, y una metodología que puede ser empleada indistintamente de la localización del edificio siendo casi la única herramienta que se tiene hoy en día para averiguar los efectos que el cambio climático puede ejercer en el patrimonio, en este caso mueble, pero mismamente válido para otros tipos de patrimonio.

12. PATRIMONIO INMATERIAL

Hasta este punto, se han ido exponiendo efectos que de manera indirecta o directa afectan al patrimonio, produciendo daños, en su mayoría, visibles y fáciles de comprender en su efecto-causalidad. Parece que, al tratarse de algo no tangible en su conjunto, el patrimonio inmaterial suele quedar al margen de los estudios referentes al patrimonio. Lo cierto es, que el patrimonio inmaterial tampoco consigue librarse de los efectos de un clima cambiante, aunque sus daños no sean tan claramente visibles como lo serían en un bien mueble.

Recordando el significado de patrimonio cultural inmaterial, la UNESCO (2014) entiende:

“Aquellos unos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas – juntos con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes – que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultura. Se manifiestan en (...): a. tradiciones y expresiones orales (...); b. artes de espectáculos; c. usos sociales, rituales y actos festivos; d. conocimientos y usos relacionados con la naturaleza y el universo; e. técnicas artesanales tradicionales.”

El patrimonio inmaterial está íntimamente ligado al territorio donde se desarrolla y constituye una expresión cultural para los individuos que participan, generando una identidad colectiva y un sentido de pertenencia arraigado. Como se ha podido ver en anteriores apartados, los territorios y su biodiversidad son uno de los grandes afectados por el clima cambiante y sus precursores. Lo cual supone una desestabilización para el desarrollo normal del patrimonio inmaterial.

Kim (2017) indica que, debido a los efectos del cambio climático “es probable que un número importante de personas se vean obligadas a abandonar su tierra natal, o lo hagan voluntariamente, debido, por ejemplo, a la erosión del litoral, las inundaciones costeras y los trastornos agrícolas” generando así “una profunda sensación

de ‘pérdida’⁴¹. Los desplazamientos forzados de la gente rompen la colectividad y pueden ser causantes de la desestabilización del patrimonio inmaterial el cual, difícilmente se puede concebir lejos del escenario de origen o con escasez de individuos que se vena representados. Lo mismo ocurre con el habla, con la migración de personas hablantes de un lenguaje propio del territorio a otros donde no está establecido, se suma un impedimento a la hora de seguir perpetuando el lenguaje propio pues, en muchos casos carece de sentido en ese escenario.



Ilustración 17: *Refugiados climáticos*. Fuente: Burak Bir

No solo los desplazamientos amenazan la identidad cultural, los objetos materiales de los que se vale el patrimonio intangible también están ligados al territorio, como puede ser la comida u otras piezas clave como instrumentos de música. “Cuando el patrimonio cultural inmaterial se expresa a través del arte y las interpretaciones, entonces se fabrican instrumentos musicales a partir de estos materiales (...) que provienen del producto de la biodiversidad local. Así, el patrimonio cultural inmaterial culinario se basa enteramente en cultivos, hierbas y productos hortícolas”⁴² (Rahul Goswami, 2015).

De la misma forma que se encuentran ligados al territorio, el patrimonio tangible juega un importante peso en la identidad cultural y la posible destrucción de dicho patrimonio puede suponer una desconexión y una vez más un sentido de pérdida.

Finalmente, tampoco se debería olvidar, que muchos actos festivos y rituales se realizan en fechas en concreto y dependen en muchos casos del clima. Con la modificación de los cambios estacionales y las catástrofes climáticas en aumento es posible que se requiera un aplazamiento o la movilidad de la festividad, para adecuarlo a los nuevos escenarios climáticos modificando la fecha tradicional.

⁴¹ Traducción propia

⁴² Traducción propia

13. TURISMO

Sin entrar en las anómalas cifras de 2020 y 2021 en referencia al turismo debido a la pandemia mundial por Covid-19 que está aconteciendo, el turismo se configura como uno de los sectores económicos más prósperos y rentables del mundo. Según datos ofrecidos por la Organización mundial del turismo (OMT), alrededor de 1461 millones de turistas internacionales se desplazaron en 2019 por el mundo siendo Europa, con 762,3 millones de viajeros, el destino de mayor preferencia. Francia en primer lugar y España en el segundo, encabezan la lista de los países más visitados no solo de Europa sino del mundo, por delante de Estados Unidos. El sector del turismo contribuyó con una aportación de 2,7 billones de dólares al PIB mundial por lo que es posible hacerse una idea de la magnitud de dicho sector.

No es casualidad que los sitios más visitados mundialmente posean una vasta riqueza patrimonial, por lo que es fácil ligar la cuantía y variedad del patrimonio de un país a su turismo y por ende a sus ingresos. En el caso de España, el buen clima general es también un atractivo para los turistas internacionales.

Tanto el patrimonio inmaterial, como el patrimonio inmueble (patrimonio monumental, yacimientos arqueológicos y patrimonio natural) forman parte intrínseca del territorio al que pertenecen y raramente podrían tener sentido fuera de ese contexto. El deterioro de dicho patrimonio, siendo una de las fuentes principales de la motivación del turista para visitar el país, supondría claramente un descenso del flujo turístico.



Ilustración 18: *Turismo masivo, Benidorm (2018)*. Fuente: Antena3 Noticias

Lo mismo pasaría con una variación climática que impida la realización de las actividades programadas para los visitantes o que dificulten la estancia. La subida de la temperatura y los cambios climáticos no deseados podrían según Serrada et al (2016: p. 129) generar un incremento general del turismo (tanto internacional como nacional) hacia el norte de Europa debido a unas condiciones climáticas más agradables, en el caso de España se incrementaría la visita a las costas del norte. También se podría observar un aumento del turismo de interior motivado por el deterioro de los recursos naturales más afectado por el cambio climático, que en general son los recursos de las costas, como las playas y los arrecifes. Por otra parte, una desincronización entre el clima y los periodos vacacionales establecidos actualmente es posible que produzca que las temporadas turísticas de verano se alarguen más allá de las vacaciones de verano pero que se reduzca la estancia media en temporada alta.

Por último, no hay que olvidar que el turismo depende en gran medida del sector del transporte y que como indica la UNEP (2016) “la dependencia de este sector de los combustibles fósiles es incompatible con la necesidad de descarbonizar la economía mundial consagrada en el Acuerdo de París de 2015”. Actualmente la OMT apuesta por un desarrollo sostenible del turismo con la intención de que en 2030 se puedan reducir las emisiones de CO₂ producidas por el sector. Quizá en algunos casos de turismo masivo, en descenso del flujo de visitantes pueda ser beneficioso, pero esto ya atiende a demanda de una política de regularización y una apuesta por el turismo sostenible y respetuoso con el territorio.



Ilustración 19: *Nemonte Nequimo, activista en la lucha de los pueblos indígenas del Amazonas contra la actividad petrolera.*
Fuente: Ecoosfera

BLOQUE III. Cambio climático. Medidas

14. Medidas de adaptación y mitigación

14. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Hasta este punto, tras toda la información expuesta en los dos bloques anteriores, cabe preguntarse cuáles son las medidas que se están tomando, o se pretende tomar, para hacer frente al avance del cambio climático y paliar sus impactos. La única respuesta que se tiene hoy en día a esa pregunta es: adoptar medidas de mitigación y adaptación.

El glosario del (IPCC, 2018b) define mitigación como “intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero”. Y define adaptación “en los sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas” y “en los sistemas naturales, el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos”.

Por tanto, las medidas de mitigación están destinadas a la limitación o cesión de todas aquellas acciones o actividades que supongan una carga alta de emisiones. Incrementar el empleo de energías renovables, reducir el consumo de productos envueltos en plástico o usar el transporte público, son un claro ejemplo de medidas de mitigación. Por otra parte, las medidas de adaptación están destinadas a la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales hacia los efectos del cambio climático, se trata, en su mayoría, de medidas de carácter preventivo, como la elaboración de planes de actuación ante emergencias, reforestación de bosques o simplemente invertir económicamente en investigación.

Estos dos conceptos, pueden y deben ser aplicados al campo del patrimonio cultural, tanto para su intervención como para su protección. El Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM, 2020) habla de resiliencia y genera un discurso acerca del tipo de medidas que se deben tomar desde el sector patrimonial para hacer frente a la situación climática:

“reconoce que un futuro alterado por el clima requiere una acción unificada en todos los sectores (...) continuar los esfuerzos en este ámbito mediante el desarrollo de nuevas herramientas, directrices, programas de formación y concienciación para diversos destinatarios, estableciendo puentes entre los sectores patrimoniales y no patrimoniales para hacer frente al desafío común de un futuro más seguro y sostenible del patrimonio y las personas”

Desmigando la cita anterior, se encuentran ideas que para la figura del conservador-restaurador son familiares, como la interdisciplinariedad. En el estudio de Bertolin et al (2019) se exponen con claridad las personalidades que son necesarias para entender la emergencia climática: ingenieros y profesionales de las ciencias de la tierra, las ciencias planetarias y las ambientales. Si se habla de investigaciones relevantes al patrimonio también deben estar presentes expertos en las artes, las humanidades, la química y en cualquier campo relacionado con la ciencia del patrimonio y los museos. Se hace una vez más referencia a la necesidad de que la base de todo equipo de estudio o trabajo debe ser de carácter interdisciplinar, y a partir de ahí poder desarrollar toda la clase de medidas pertinentes para abordar la emergencia.

Siguiendo con el desarrollo de nuevas herramientas, directrices y programas de formación, un buen ejemplo de ello, citado en apartado anteriores, es el uso de programas de simulación para proteger al patrimonio de acontecimientos medianamente previsibles y con variables del entorno del bien controladas, como la subida gradual de la temperatura. Con ello se puede actuar en consecuencia y establecer medidas de carácter preventivo. También se ha observado una proliferación de programas empleados para la localización de los bienes afectados por las variantes climáticas, que pueden servir de apoyo a numerables estudios. Bertolin et al (2019) proponen un índice de urgencia referente a variantes climáticas extremas, de carácter numérico del 1 al 10, para poder poner en orden los recursos destinados a patrimonio y actuar primeramente en los más afectados. Son solo ejemplos del sin fin de medidas adaptativas que se pueden desarrollar para la protección del patrimonio.

En el caso de los eventos climáticos más extremos y difícilmente previsibles, el desarrollo de planes de actuación y gestión de emergencias está aún en gestación. Actualmente no se cuenta con un plan de emergencia referente al cambio climático y al patrimonio, y tampoco se nombra en planes alternativos metodológicos o de conservación, es el caso de documentos de gran referencia como el *Plan Nacional de Conservación Preventiva* o el *Manual de Seguimiento y Análisis de las Condiciones Medioambientales*. Sin embargo, se puede observar su presencia en el *Plan Nacional de Investigación en Conservación del Patrimonio Cultural* (MITECO, 2015) donde en el apartado 3.2 *Programa de conservación y medio ambiente* se abre una puerta a la investigación de los “Efectos del cambio climático en el entorno y la conservación de los bienes culturales”. También es posible encontrar referencias a la protección del patrimonio en el nuevo *Plan de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030* (MITECO, 2020) donde se crean apartados de trabajo en ámbitos específicos como en el apartado 7.4. *Patrimonio Natural, biodiversidad y áreas protegidas* y el apartado 7.9. *Patrimonio cultural* donde se recogen los siguientes puntos:

- “Identificar los elementos del patrimonio cultural español más vulnerables al cambio climático y definir posibles estrategias de adaptación.”
- “Incorporar las observaciones y proyecciones de cambio climático a los planes de conservación del patrimonio cultural” (*Referente al Plan Nacional de Paisaje Cultural y el Plan Nacional de Emergencias y Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural*)
- “Recoger y transferir el conocimiento vernáculo útil para la adaptación al cambio del clima.”
- “Fomentar un turismo cultural adaptado al cambio climático y bajo en carbono.”
- “Fomentar la cooperación internacional en la transferencia de conocimiento para proteger el patrimonio cultural y arquitectónico frente al cambio climático.”

Con las leyes sucede algo similar, todavía no hay presencia de leyes que recojan la protección del patrimonio contra la emergencia climática. Con la excepción de la última ley publicada en el BOE el pasado 21 de mayo de 2021: *Ley 7/21, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*, donde únicamente se contempla la protección del Patrimonio Natural y la biodiversidad, sin hacer ninguna clase de referencia al patrimonio cultural.

Referente a las medidas de concienciación, lo cierto es que se puede observar una gran movilización por parte del sector patrimonial y museístico. En los últimos años se han ido creando asociaciones y organizaciones artísticas, culturales y patrimoniales con la intención de concienciar y fomentar el diálogo acerca de la problemática del clima y la necesidad de cumplir con las necesidades del Acuerdo de París. *Climate Heritage Network*, con organizaciones de apoyo como ICOMOS, *Museums for future* o *Ki Culture* son solo un ejemplo de ello. Específicamente de las necesidades del sector patrimonial de contribuir con las medidas de mitigación enfocando las intervenciones hacia caminos más sostenibles surgen organizaciones como *Sustainability in Conservation (SiC)*, que promueven y ofrecen educación en el campo del patrimonio, o relacionados, acerca de medidas de concienciación y la sostenibilidad que se pueden llevar a cabo para paliar los efectos de la emergencia.



Ilustración 20: Campaña de concienciación de WWF junto con el Museo del Prado de Madrid para alertar de la emergencia climática. Fuente: WWF

Finalmente, y ya para terminar, es necesario hacer referencia a las reflexiones presentes en el documento *The future of our past* (ICOMOS, 2019), en él se presenta el patrimonio como arma contra el cambio climático e indaga en las necesidades de abrir las fronteras entre profesionales de la naturaleza, la cultura y la política. Dejando de lado los beneficios del patrimonio natural e inmaterial ya descritos en anteriores apartados, se entiende el patrimonio no solo como un activo a proteger si no como un activo en el que respaldarse y utilizar para movilizar a la sociedad y obtener una respuesta:

“El poder único de los sitios patrimoniales excepcionales e icónicos incluyendo los valores tangibles e intangibles que llevan consigo, para agitar el alma de las personas, impulsar las respuestas humanas y galvanizar a la opinión pública.”

“Esto significa el conjunto de conocimientos derivados del desarrollo y la experiencia de las prácticas humanas, representaciones, expresiones, conocimientos y habilidades; y los objetos y espacios asociados que las comunidades reconocen como parte de su patrimonio cultural.”

Entendiendo que la cultura es la base que conforma la identidad de una sociedad se busca apelar a los sentimientos de pertenencia y arraigo para crear una concienciación y una responsabilidad social y así poder desarrollar el resto de las medidas necesarias para poner fin a la emergencia climática.

15. CONCLUSIONES

Tras la exhaustiva revisión de la documentación existente en la actualidad sobre el tema objeto de estudio y los datos expuestos en esta investigación, se han podido determinar las siguientes conclusiones de los resultados obtenidos:

- Falta de un notable desarrollo acerca de la materia cambio climático-patrimonio. Por lo que se crea un conflicto y unas necesidades básicas que no están cubiertas, la base de este problema es piramidal. Se parte de la base, de la falta de concienciación del ser humano sobre el cambio climático. La sociedad actual no duda, en su mayoría, de la existencia de una emergencia climática y de que es un problema grave con presente, pasado y futuro que afecta a todos los aspectos de la vida humana y su entorno, pero la reacción general es deshacerse de la responsabilidad que claramente tiene el ser humano en este fenómeno y no efectuar cambios en su comportamiento.
- Actualmente, no se están tomando las medidas necesarias como sociedad para frenar el empeoramiento del clima y, si como sociedad no funciona, a nivel individuo es más complicado crear una conciencia acerca del daño. Se tiende a pensar que pequeños actos responsables no pueden tener la suficiente relevancia como para tener un efecto positivo en el estado actual del clima. Si el ser humano ha sido capaz de influir negativamente en el clima, también puede tener una influencia positiva llevando a cabo diferentes medidas de mitigación y adaptación, comenzando por tratar de llegar a las exigencias pautadas en el Acuerdo de París.
- El problema principal es de concienciación, la solución debería estar enfocada en la inversión en educación. Afortunadamente se está observando una tendencia mayor por parte de las organizaciones públicas y políticas de incluir la emergencia climática en sus proyectos, y en los diversos medios de comunicación acerca del avance del cambio, aunque al parecer no con los recursos suficientes. Es necesario una mayor inclusión de las consecuencias del cambio climático en la vida cotidiana para que no se convierta en una preocupación anecdótica y se vaya grabando intrínsecamente en los actos de la sociedad. En este caso, desde el sector del patrimonio, sería ventajoso aprovechar la labor educativa que ejercen los museos y crear junto a ellos más campañas de concienciación a través del arte como las que se han visto en el desarrollo del documento.
- La existencia de planes de emergencia o leyes que regulen el cambio climático son escasos, pero si ya se enlaza con el patrimonio cultural son casi inexistentes, por lo que hay un vacío en el tratamiento del patrimonio cultural en torno a la emergencia climática. Ocurre lo mismo que pasa con el cambio climático, no hay una concienciación y una educación en relación con la protección del patrimonio cultural, aun siendo un mundo que se rige en base a sociedades repletas de vivencias y herencias culturales y de las cuales suele haber un fuerte sentido de pertenencia. Dado que la sociedad se encuentra tan inherentemente ligada a su cultura, se debe apelar a ese sentimiento a modo de concienciación y preocupación, es entonces cuando el patrimonio cultural se convierte en un arma en la lucha contra el cambio climático, una poderosa medida de adaptación.
- La afección del cambio climático sobre el patrimonio cultural, tras la valoración de los datos disponibles en este estudio, no se deja lugar a dudas que constituye una amenaza real, aunque no se contempla que afecte de la misma forma a todo tipo de patrimonio. Los daños por las variables del clima que se pudieran producir en el patrimonio ubicado en instalaciones controladas y climatizadas deberían ser inexistente, y queda al amparo del correcto seguimiento de las condiciones ambientales por parte de los encargados pertinentes. No se puede decir lo mismo de los posibles daños producidos por catástrofes climáticas como inundaciones, pues como se ha podido observar, ni los museos más avanzados se encuentran al margen de estos peligros. Así pues, el patrimonio expuesto a la intemperie debe considerar susceptible de sufrir

los daños del cambio climático, pues se encuentra desprovisto de la clase de protección, que poseen los bienes de interior.

- Las medidas de protección del patrimonio deben ir enfocadas a la previsión de las posibles afecciones causadas por la emergencia climática. Mediante la elección de una plantilla de profesionales variada se asegura que todas las medidas que se quieran tomar de adaptación y mitigación contemplen todos los campos posibles y puedan ser efectuadas con mayor previsión de éxito. Actualmente dichas medidas son limitadas, pero están en crecimiento. Con gran probabilidad, la investigación, es la que más se está desarrollando y la que es más necesaria en un inicio para tener documentos de referencia. Los estudios acerca de herramientas de simulaciones se están convirtiendo en un apoyo más que interesante a la hora de dictaminar otras medidas de adaptación en el patrimonio existente, aunque éstos no deberían desligarse de una monitorización continua y revisada.
- Las medidas de sostenibilidad en el sector patrimonial no deberían quedarse atrás en cuanto a medidas de mitigación se refiere, y lo cierto es que es un campo muy poco explorado. Se necesitan abrir nuevas vías de investigación acerca del empleo de intervenciones respetuosas, no solo con la pieza, si no con el medio ambiente. Lo mismo ocurre con algunas medidas de conservación como, por ejemplo, el uso excesivo y no reutilizado de plásticos para el embalaje de obras, o la concienciación del restaurador de gestionar correctamente los residuos peligrosos que se generan en las intervenciones. La sostenibilidad en los procesos de conservación y restauración necesita instaurarse con mayor influencia y sobre todo debe ser incluida en los periodos de aprendizaje del profesional para interiorizarla de forma orgánica como uno más de los factores a tener en cuenta.
- Surge la necesidad de que todos los procesos que se lleven a cabo en la lucha contra el cambio climático estén o no relacionados con el patrimonio, deben abordarse desde un punto de vista interseccional que comprenda todas las categorías sociales. De forma ilustrativa se puede exponer el caso de la destinación de recursos y medios para la protección del patrimonio. Se destina una gran cantidad de recursos a los bienes patrimoniales de países altamente desarrollados cuando, paradójicamente, en los países menos desarrollados e industrializados se suele poseer un vasto patrimonio natural de riqueza incalculable. Muchas de sus costumbres culturales, a veces parte de su patrimonio inmaterial, son sostenibles y beneficiosas para el medioambiente, presentándose como factores indispensables en la lucha contra el cambio climático. Hay que considerar una distribución equitativa de los recursos para la protección del patrimonio como una inversión segura y justa.
- Tal y como se ha comprobado durante esta investigación existe una falta de nexo y coordinación entre los trabajos bibliográficos realizados. Se trata de estudios de casos muy específicos y poco generales, pudiendo aplicar las conclusiones solamente a los casos de los mismos estudios o similares. Es por tanto que se apela a la necesidad de crear una línea de trabajo e investigación unificada, internacional, intercultural, interseccional y, por supuesto, interdisciplinar, que se encargue de tomar decisiones y marcar pautas comunes a la hora de enfrentarse al tema abordado.

16. BIBLIOGRAFÍA

- ABRAM, N.J., 2017. Palaeoclimate: Climate's playground. *Nature Geoscience*, vol. 10, (no. 1), pp. 7-8. ISSN 17520908. DOI 10.1038/ngeo2856.
- ADAPTECCA, 2021. Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España | *Plataforma de Adaptación al cambio climático*. [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.adaptecca.es/>.
- AMNISTÍA INTERNACIONAL, 2021. El cambio climático | *Amnistía Internacional*. [en línea]. [Consulta: 23 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.amnesty.org/es/what-we-do/climate-change/>.
- ARRIBAS, P., ABELLÁN, P., VELASCO, J., BILTON, D.T., LOBO, J.M., MILLÁN, A. y SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., 2012. La vulnerabilidad de las especies frente al cambio climático, un reto urgente para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, vol. 21, (no. 3), pp. 79-84. ISSN 1697-2473. DOI 10.7818/ecos.2012.21-3.10.
- BEI, 2019. Encuesta sobre el clima del BEI. [en línea]. S.l.: [Consulta: 13 septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.eib.org/attachments/press/2018-12-10-1st-survey-spain-es.pdf>.
- BENAVIDES, H.O., 2007. Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático. *Ideam* [en línea], p. 12. DOI IDEAM-METEO/008-2007. Disponible en: www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf.
- BERTOLIN, C., 2019. *Preservation of cultural heritage and resources threatened by climate change*. S.l.: s.n. ISBN 9783039211241.
- BERTOLIN, C. y CAMUFFO, D., 2014. *Climate change impact on movable and immovable cultural heritage throughout Europe*. , no. April, p. 165.
- BOSSON, J.B., HUSS, M. y OSIPOVA, E., 2019. Disappearing World Heritage Glaciers as a Keystone of Nature Conservation in a Changing Climate. *Earth's Future*, vol. 7, (no. 4), pp. 469-479. ISSN 23284277. DOI 10.1029/2018EF001139.
- CALBÓ, J., 2015. ¿Por qué cambia el clima? - *Revista Mètode*. [en línea], [Consulta: 23 marzo 2020]. Disponible en: <https://metode.es/revistas-metode/article-revistas/por-que-cambia-el-clima.html>.
- CHRYSANTHIS, P.K., RAGHURAM, S. y RAMAMRITHAM, K., 1991. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, vol. 61702, p. 115. ISSN 07308078. DOI 10.1145/115790.115803.
- CIANTELLI, C., PALAZZI, E., VON HARDENBERG, J., VACCARO, C., TITTAPELLI, F. y BONAZZA, A., 2018. How can climate change affect the UNESCO cultural heritage sites in panama? *Geosciences (Switzerland)*, vol. 8, (no. 8). ISSN 20763263. DOI 10.3390/geosciences8080296.
- COMISIÓN EUROPEA, 2019. Causas del cambio climático | *Acción por el Clima*. [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2019]. Disponible en: https://ec.europa.eu/clima/change/causes_es.
- DALY, C., 2014. *A Cultural Heritage Management Methodology for Assessing the Vulnerabilities of Archaeological Sites to Predicted Climate Change Focusing on Ireland's Two World Heritage Sites*. S.l.: Technological University Dublin.
- DUNKLEY, M., 2013. Oceanic Climate Change and Underwater Archaeology | *Heritage Calling*. [en línea]. [Consulta: 30 abril 2020]. Disponible en: <https://heritagecalling.com/2013/09/12/oceanic-climate-change-and-underwater-archaeology/>.
- EEA, 2017. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>.
- GREENFACTS, 2019. Glosario: Contaminantes primarios y secundarios. | *GreenFacts* [en línea]. [Consulta: 12 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/contaminantes-primarios-y-secundarios.htm>.
- GROSSI, C.M., BRIMBLECOMBE, P. y BONAZZA, A., 2012. *Impact of a changing environment on the built heritage*. , vol. 14, (no. April).
- HARKIN, D., DAVIES, M., HYSLOP, E., FLUCK, H., WIGGINS, M., MERRITT, O., BARKER L., DEERY, M., MCNEARY R., AND WESTLEY, K., 2020. Impacts of climate change on cultural heritage. *MCCIP Science Review* [en línea], vol. 16, (no. 02), p. 32. DOI <http://10.14465/2020.arc26>. Disponible en: <http://roaae.org/issue/review-of-agricultural-and-applied-economics-raae-vol-16-no-02>.

- 2/?article=impacts-of-climate-change-on-eu-agriculture.
- HERON, S.F., EAKIN, C.M., DOUVERE, F., ANDERSON, K., DAY, J.C., GEIGER, E., HOEGH-GULDBERG, O., VAN HOOIDONK, R., HUGHES, T., MARSHALL, P. y OBURA, D., 2017. Impacts of Climate Change on World Heritage Coral Reefs: A First Global Scientific Assessment. *Paris, UNESCO World Heritage Centre.*, p. 13.
- HERRERO, A. y ZAVALA, M.A., 2015. *Informe de Evaluación sobre Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en los Bosques y la Biodiversidad de España frente al Cambio Climático*. S.l.: s.n. ISBN 9788449100383.
- HOLLESEN, J., CALLANAN, M., DAWSON, T., FENGER-NIELSEN, R., FRIESEN, T.M., JENSEN, A.M., MARKHAM, A., MARTENS, V. V., PITULKO, V. V. y ROCKMAN, M., 2018. Climate change and the deteriorating archaeological and environmental archives of the Arctic. *Antiquity*, vol. **92**, (no. 363), pp. 573-586. ISSN 0003-598X. DOI 10.15184/aqy.2018.8.
- HUDSON, A., 2017. Acidificación de los océanos: ¿qué es y cómo detenerla? | *UNDP*. [en línea]. [Consulta: 25 julio 2020]. Disponible en: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/blog/2017/3/14/Ocean-Acidification-What-it-means-and-how-to-stop-it.html>.
- ICCROM, 2021. Construyendo la resiliencia climática del patrimonio urbano | *ICCROM*. [en línea]. [Consulta: 04 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.iccrom.org/es/news/construyendo-la-resiliencia-climatica-del-patrimonio-urbano>.
- ICOMOS, 2018. *Informe Anua.* . S.l.:
- ICOMOS, 2019. *The Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action.* . S.l.:
- ICOMOS, 2019. The Presidio Declaration - *US/ICOMOS*. [en línea]. [Consulta: 22 abril 2020]. Disponible en: <https://usicomos.org/the-presidio-declaration/>.
- IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América
- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPCC, 2014b. *Climate Change 2014 Part A: Global and Sectoral Aspects* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9781107641655. Disponible en: [papers2://publication/uuid/B8BF5043-C873-4AFD-97F9-A630782E590D](https://publications2://publication/uuid/B8BF5043-C873-4AFD-97F9-A630782E590D).
- IPCC, 2018a. *Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5°C. Guía resumida Informe especial del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5°C y las sendas de emisiones relacionadas*.
- IPCC, 2018b: Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza* [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. P. rtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. P.an, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].
- IPCC, 2021. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change | *IPCC* [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml.
- KIM, H.E., 2017. Changing climate, changing culture: Adding the climate change dimension to the protection of intangible cultural heritage. *Cultural Heritage Rights*, pp. 439-470. DOI 10.4324/9781315258737.
- LANKESTER, P. y BRIMBLECOMBE, P., 2012. The impact of future climate on historic interiors. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. **417-418**, p. 250. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2011.12.026. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.026>.
- LÁZARO TOUZA, L., GONZÁLEZ ENRÍQUEZ, C. y ESCRIBANO FRANCÉS, G., 2019. *Los españoles ante el cambio climático*.
- LEISSNER, J., KILIAN, R., KOTOVA, L., JACOB, D., MIKOLAJEWICZ, U., BROSTRÖM, T., ASHLEY-SMITH, J., SCHELLEN, H.L., MARTENS, M., VAN SCHIJNDEL, J., ANTRETTTER, F., WINKLER, M., BERTOLIN, C., CAMUFFO, D., SIMEUNOVIC, G. y VYHLÍDAL, T., 2015. Climate for culture:

- Assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations. *Heritage Science*, vol. 3, (no. 1), pp. 1-15. ISSN 20507445. DOI 10.1186/s40494-015-0067-9.
- MARCIA CREARY, 2012. Efectos del Cambio Climático Sobre Los Arrecifes de Coral Y el Medio Marino | *Naciones Unidas*. [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/efectos-del-cambio-climatico-sobre-los-arrecifes-de-coral-y-el-medio-marino>.
- MEJÍA, G. y PÁRAMO, V.H., 2011. *Guía metodológica para la estimación de emisiones de PM* [en línea]. Primera ed. México: s.n. ISBN 9786078246526. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/618/modelos.pdf>.
- MITECO, 2015. *Plan Nacional de Investigación en Conservación del Patrimonio Cultural*.
- MITECO, 2019. Gases fluorados | *MITECO* [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2019]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_fluorados.aspx.
- MITECO, 2020. *Plan de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. Madrid. ISBN: 978-84-18508-32-5
- MITECO, 2021a. Glaciares - Evolución y situación actual | *MITECO* [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/ca/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/ERHIN/glaciares-evolucion/>.
- MITECO, 2021b. Qué es el cambio climático | *MITECO* [en línea]. [Consulta: 25 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>.
- MITECO, 2021. La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) | *MITECO* [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx>.
- NASA, 2021. Las causas del cambio climático | *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. [en línea]. [Consulta: 21 agosto 2020]. Disponible en: <https://climate.nasa.gov/causas/>.
- OMM, 2019. Preguntas frecuentes - Clima | *Organización Meteorológica Mundial*. [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/preguntas-frecuentes-clima>.
- OMS, 2021. WHO | *World Health Organization*. [en línea]. [Consulta: 27 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/>.
- OMS, 2021. OMS | 10 datos sobre el cambio climático y la salud | *OMS* [en línea]. [Consulta: 25 marzo 2020]. Disponible en: https://www.who.int/features/factfiles/climate_change/es/.
- ONU, 1987. *Protocolo de Montreal Relativo a las Substancias que Agotan la Capa de Ozono. Serie de Tratados de las Naciones Unidas* vol. 1522, (nº 1) - 26369 [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9280718886. Disponible en: [https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume 1522/volume-1522-I-26369-English.pdf](https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201522/volume-1522-I-26369-English.pdf).
- ONU, 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Asamblea General* [en línea], vol. 15900, p. 40. Disponible en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S.
- ONU, 2019a. Del Ártico a la Amazonía, fuegos que encienden el cambio climático | *Noticias ONU*. [en línea]. [Consulta: 22 abril 2020]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/08/1461251>.
- ONU, 2019b. El suelo, la tierra y el cambio climático. , pp. 1-5.
- ONU, 2021. La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible – *Desarrollo Sostenible*. [en línea]. [Consulta: 05 junio 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>.
- ONU, 2021. Acción por el Clima | *Naciones Unidas* [en línea]. [Consulta: 11 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange>.
- PEREZ-ALVARO, E., 2016. Climate change and underwater cultural heritage: Impacts and challenges. *Journal of Cultural Heritage* [en línea], vol. 21, pp. 842-848. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2016.03.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2016.03.006>.
- RAHUL GOSWAMI, 2015. El patrimonio inmaterial se adapta a un clima cambiante. *Patrimonio Mundial* 77. 2015. pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596.

- REIMANN, L., VAFEIDIS, A.T., BROWN, S., HINKEL, J. y TOL, R.S.J., 2018. Mediterranean UNESCO World Heritage at risk from coastal flooding and erosion due to sea-level rise. *Nature Communications* [en línea], **vol. 9**, (no. 1). ISSN 20411723. DOI 10.1038/s41467-018-06645-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-06645-9>.
- RODRÍGUEZ BECERRA, M. y MANCE, H., 2009. *Cambio climático: lo que está en juego*. Bogotá, Colombia: s.n. ISBN 9789589900765.
- SERRADA, R., AROCA, M.J., ROIG, S., BRAVO, A. y GÓMEZ, V., 2016. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal*, p. 129.
- UICN, 2017. *Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN 2*. S.l.: s.n. ISBN 9782831719061.
- UICN, 2019. *La desoxigenación de los océanos: un problema de todos*. Gland, Suiza: UICN. 28 pp. ISBN: 978-2-8317-2027-2 (PDF) DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.14.es>
- UNEP., U., 2016. *World Heritage and Tourism in a Changing*. S.l.: s.n. ISBN 9789280735734.
- UNESCO, 2009. *Cambio climático y patrimonio mundial* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789233041257. Disponible en: <http://whc.unesco.org>.
- UNESCO, 2014. *Indicadores UNESCO de Cultura para el Desarrollo* [en línea]. S.l.: UNESCO. ISBN 9789233000018. Disponible en: www.unesco.org/.
- UNESCO, 2021. Latest articles | *UNESCO*. [en línea]. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://es.unesco.org/news>.
- VILES, H.A. y CUTLER, N.A., 2012. Global environmental change and the biology of heritage structures. *Global Change Biology*, **vol. 18**, (no. 8), pp. 2406-2418. ISSN 13541013. DOI 10.1111/j.1365-2486.2012.02713.x.
- WWF, 2019. ¿Por qué se están derritiendo los glaciares y el hielo marino? | *WWF*. [en línea]. [Consulta: 19 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/por-que-se-estan-derritiendo-los-glaciares-y-el-hielo-marino>.

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

1. Glosario de términos y abreviaciones
2. Índice de imágenes
3. Síntesis del informe de Evolución de Calidad del Aire en España 2018 – MITECO
4. Visores de calidad del aire
 - 4.1. Internacionales
 - 4.2. Europeos
 - 4.3. Nacionales
5. Mapas AEMet
6. Tabla I. Probabilidad de los sucesos según IPCC
7. Páginas web de interés informativo acerca del cambio climático
 - 7.1. Internacionales
 - 7.2. Europeas
 - 7.3. Nacionales
 - 7.4. Locales
8. Tablas de contaminantes
 - 8.1. Tabla II. Principales contaminantes atmosféricos, naturaleza y origen
 - 8.2. Tabla III. Límite de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos
9. Las convenciones de la UNESCO y los ODS

1. Glosario de términos y abreviaturas

- AEMET:** Agencia Estatal de Meteorología
- BEI:** Banco Europeo de Inversión.
- CCHWG:** *Climate Change Working Group* (ICOMOS)
- CFC:** Clorofluorocarburos
- CH₄:** Metano
- CMNUCC:** Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- CNUCED:** Cumbre de la Tierra o Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo
- CO₂:** Dióxido de carbono
- COV:** Compuestos orgánicos volátiles
- COP:** Conferencia de las Partes
- EEA:** Agencia Europea de Medio Ambiente
- ERHIN:** Evaluación de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación
- FNA:** Foro Nacional Ambiental.
- GEI:** Gases de efecto invernadero.
- HFC:** Hidrofluorocarbonos
- ICA:** Índice de Calidad del Aire
- ICOMOS:** Consejo Internacional de Monumentos y Sitios
- ICCROM:** Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales
- IPCC:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCE:** Instituto de Patrimonio Cultural de España
- IR:** Radiación infrarroja
- ISTAS:** Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud.
- MECD:** Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
- MITECO:** Ministerio para la Transición Ecológica.
- MPA:** Material particulado atmosférico.
- N₂O:** Oxido nitroso
- NASA:** Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
- NO_x:** Óxidos de nitrógeno
- O₃:** Ozono
- OMM:** Organización Meteorológica Mundial.
- OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- OMT:** Organización Mundial del Turismo.
- ONU:** Organización de las Naciones Unidas.
- PIB:** Producto interno bruto.
- PFC:** Perfluorocarbonos
- PNCP:** Plan Nacional de Conservación Preventiva.
- PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PST:** Partículas suspendidas totales.
- SF₆:** Hexafluoro de azufre
- UCS:** Unión de Científicos Comprometidos.
- UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UV:** Radiación ultravioleta
- VIS:** Luz visible
- WHS:** *World Heritage Sites*
- WWF:** *World Wildlife Fund*

2. Índice de imágenes

*Fotografía de portada: *Glaciar derritiéndose.*

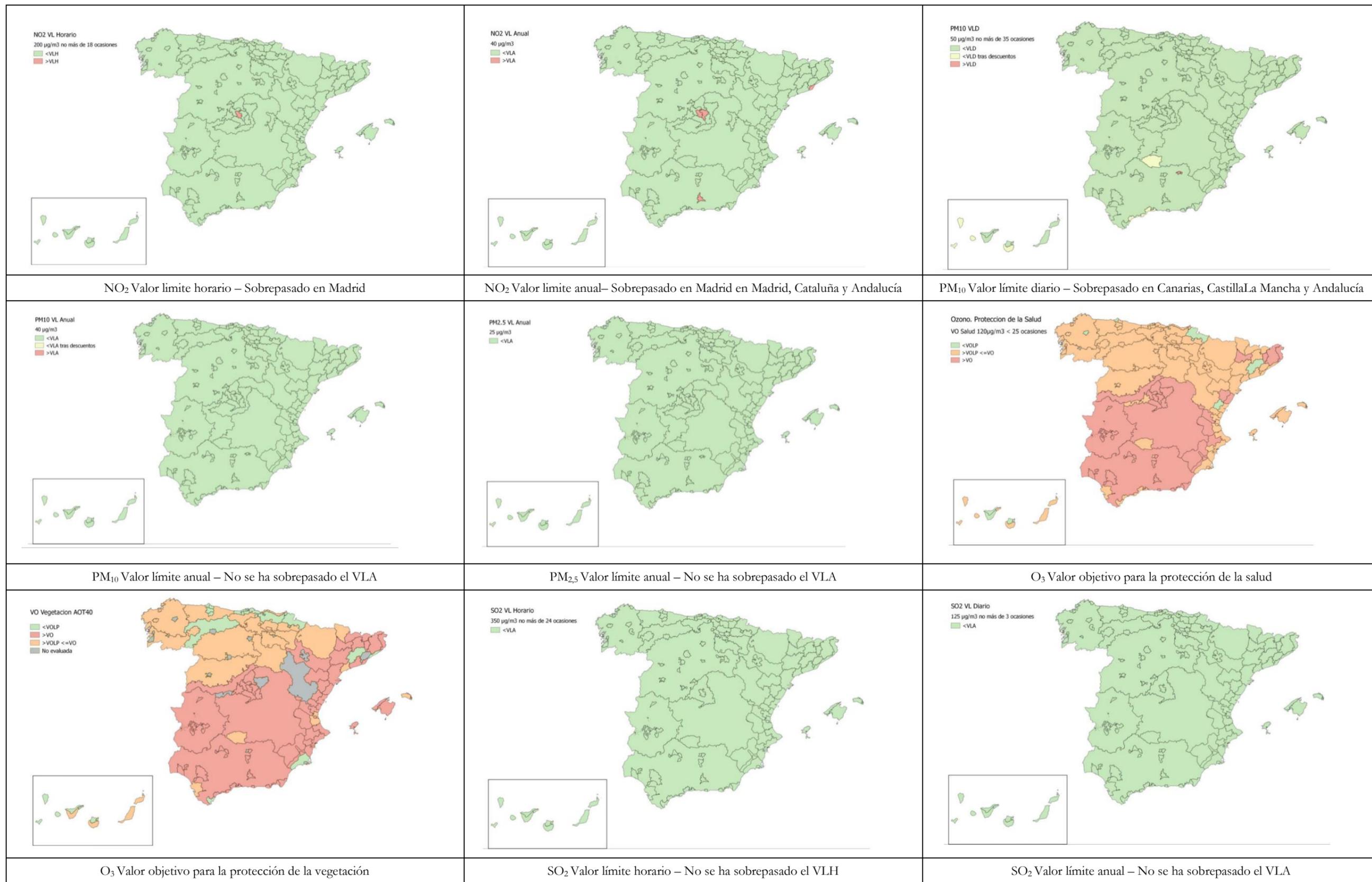
Ilustración 1: <i>Inundaciones en Nueva Orleans tras el paso del Huracán Katrina.</i>	11
Ilustración 2: <i>Simplificación del balance energético en el planeta Tierra.</i>	14
Ilustración 3: <i>Ola de calor en Francia. Fuente:</i>	15
Ilustración 4: <i>Gráfico de tamaños de las MPA.</i>	17
Ilustración 5: <i>Forzamiento radiativo según emisiones e impulsores, comparación 1950-2011.</i>	18
Ilustración 6: <i>Temperatura vs actividad solar.</i>	19
Ilustración 7: <i>Según los encuestados: mayores amenazas a las que se enfrenta el mundo.</i>	20
Ilustración 8: <i>Cbinguetti, Mauritania. Consecuencias del avance de la arena del desierto y la erosión.</i>	21
Ilustración 9: <i>Evaluación de los peligros de los WHS del Mediterráneo.</i>	22
Ilustración 10: <i>Parque Navional de Garajonay, La Gomera. Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (1986).</i>	25
Ilustración 11: <i>Deshielo de los últimos glaciares de los Pirineos.</i>	26
Ilustración 12: <i>Tortuga marina atrapada en desechos plásticos).</i>	27
Ilustración 13: <i>Estrés de los corales por aumento de la temperatura 2014-2017.</i>	28
Ilustración 14: <i>Tramo del Guadiana 2018.</i>	30
Ilustración 15: <i>Moais, Isla de Pascua, Chile. Amenazados por el aumento del nivel del mar.</i>	32
Ilustración 16: <i>Desbordamiento del Sena.</i>	34
Ilustración 17: <i>Refugiados climáticos.</i>	37
Ilustración 18: <i>Turismo masivo, Benidorm (2018).</i>	38
Ilustración 19: <i>Nemonte Nequimo, activista en la lucha de los pueblos indígenas del Amazonas contra la actividad petrolera.</i>	39
Ilustración 20: <i>Campaña de concienciación de WWF junto con el Museo del Prado de Madrid para alertar de la emergencia climática.</i>	41

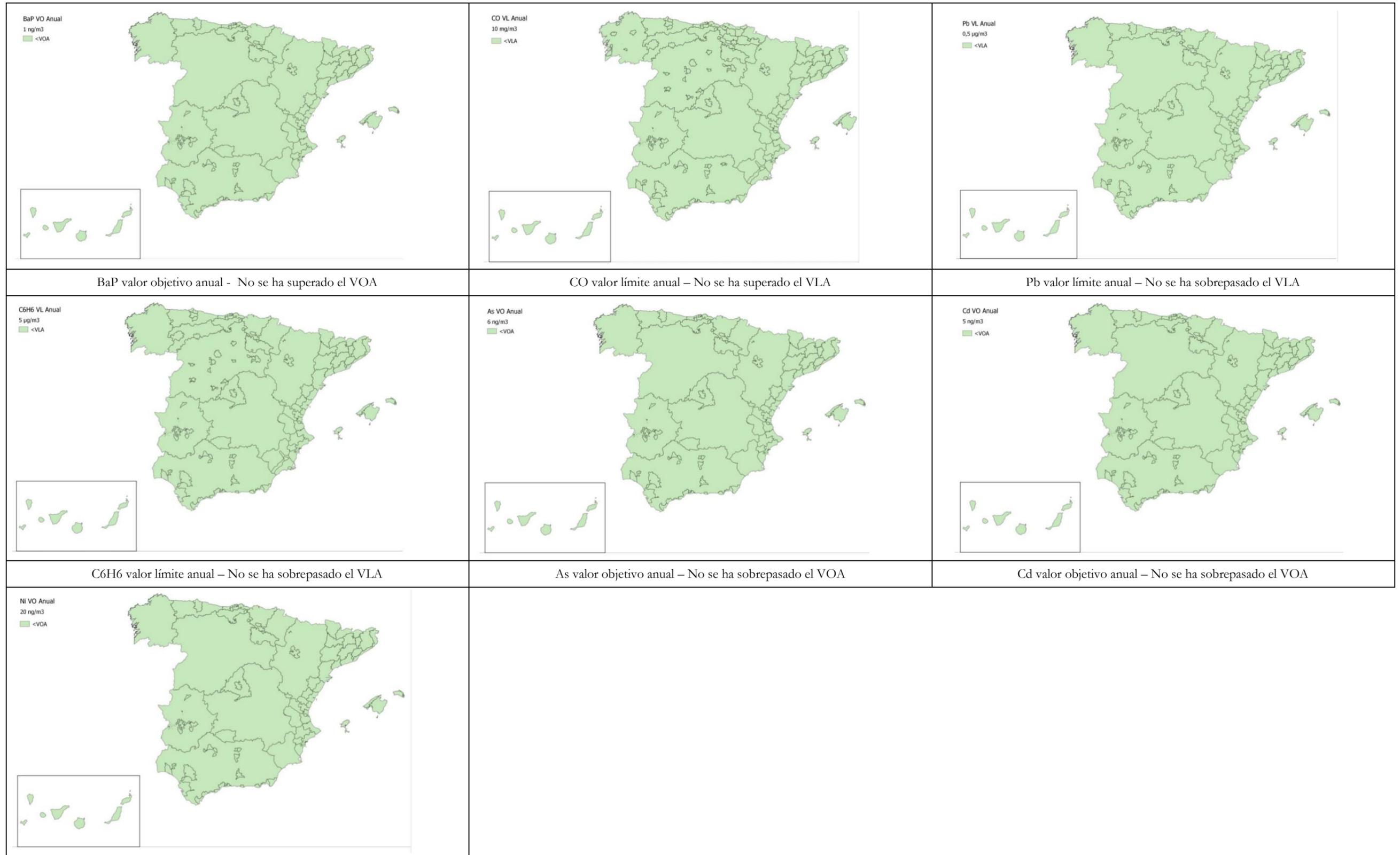
3. Síntesis del informe de Evolución de Calidad del Aire en España 2018 – MITECO

Conclusiones del MITECO tras la evaluación del aire 2018:

- Respecto al **dióxido de azufre (SO₂)**, no se ha producido ninguna superación de los valores legislados (...)
- (...) **dióxido de nitrógeno (NO₂)** mejora respecto a 2017, (...) Las superaciones se producen en grandes ciudades, como Madrid y alrededores (incluido el Corredor del Henares), Barcelona y alrededores, y Granada y su área metropolitana.
- (...) **material particulado (PM₁₀)**, también ha disminuido el número de zonas con superaciones, tanto en lo que se refiere al valor límite anual (...).
- Se mantiene la buena situación respecto al valor límite (VL) establecido para las **partículas PM_{2,5}**, dado que no se han producido superaciones (...).
- El **Indicador Medio de Exposición de PM_{2,5} (IME)** en 2018, que evalúa el grado medio al que la población está expuesta a las partículas PM_{2,5}, se calcula como media trienal de los indicadores anuales de 2016, 2017 y 2018, y presenta un valor de 11,9 µg/m³, frente a los 12,7 µg/m³ del año anterior, y supone una (...).
- El **ozono troposférico (O₃)** sigue mostrando en 2018 niveles elevados en zonas suburbanas o rurales, debido en gran medida a la alta insolación y a los niveles de emisión de sus precursores (principalmente NO_x y compuestos orgánicos volátiles). (...).
- Para el **plomo (Pb)**, **benceno (C₆H₆)** y **monóxido de carbono (CO)**, se mantienen los niveles óptimos de calidad del aire (...).
- También se mantiene la mejora experimentada desde 2016 en lo que se refiere al **arsénico (As)**, **cadmio (Cd)**, **níquel (Ni)** y **benzo(a)pireno (B(a)P)**, (...).

*Datos e ilustraciones extraídos del Informe de Evolución de Calidad del Aire de España 2018 - MITECO





4. Visores de calidad del aire

1. INTERNACIONALES

- Air Pollution in World: Real-time Air Quality Index Visual Map
- AirVisual Earth - IQAIR

2. EUROPEOS

- European Air Quality Index – Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

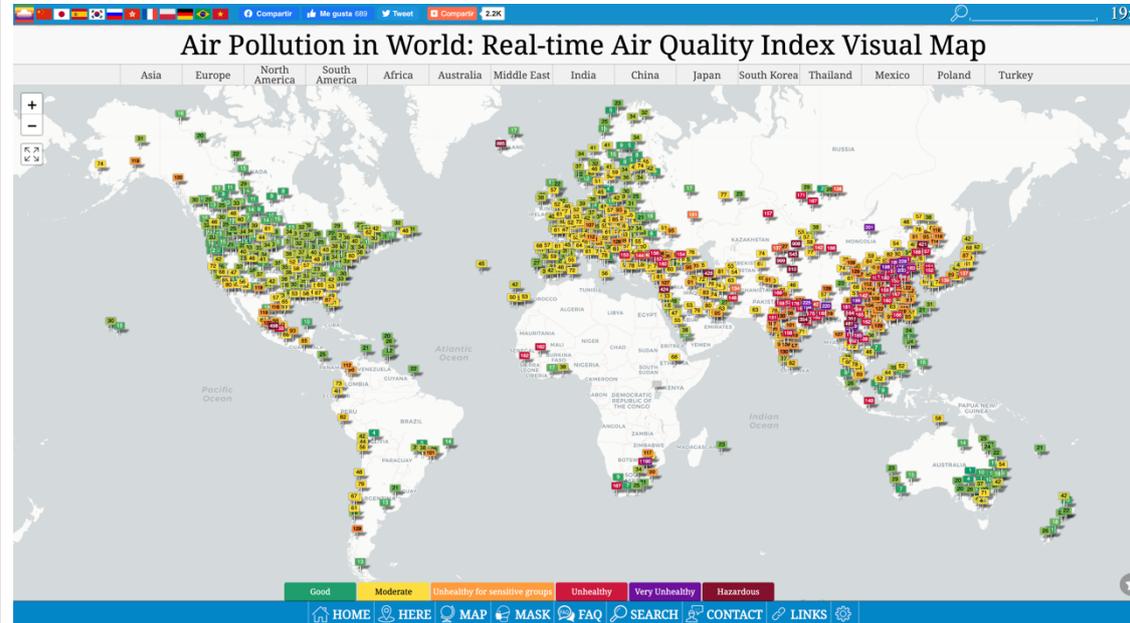
3. NACIONALES

- Calidad del Aire – Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO)

1. INTERNACIONALES

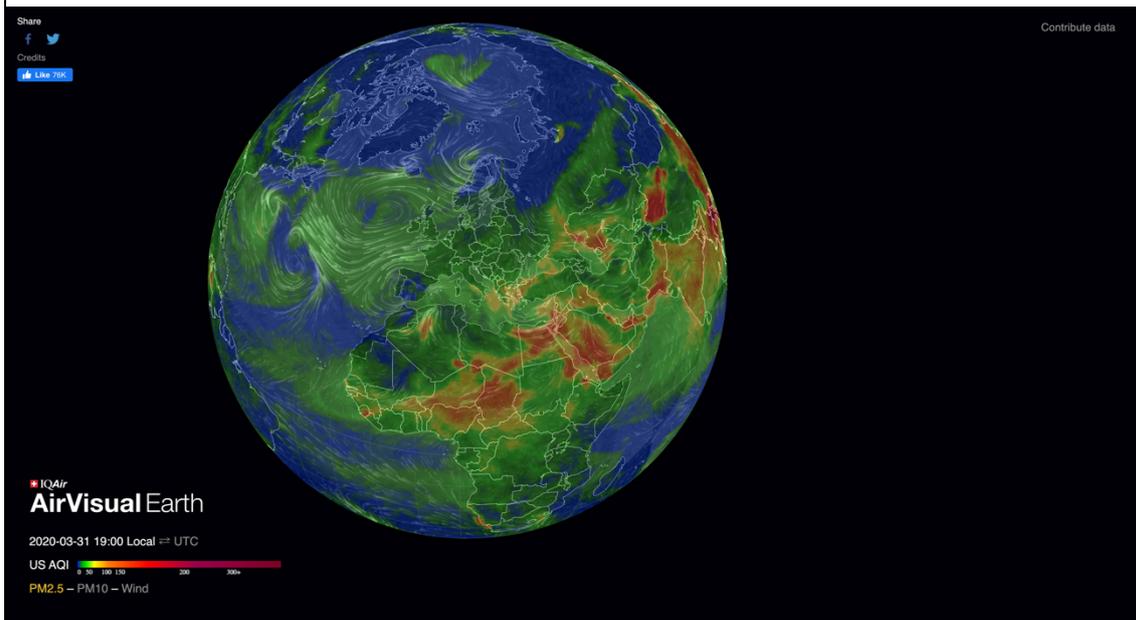
Air Pollution in World: Real-time Air Quality Index Visual Map

Enlace: <https://aqicn.org/map/world/>

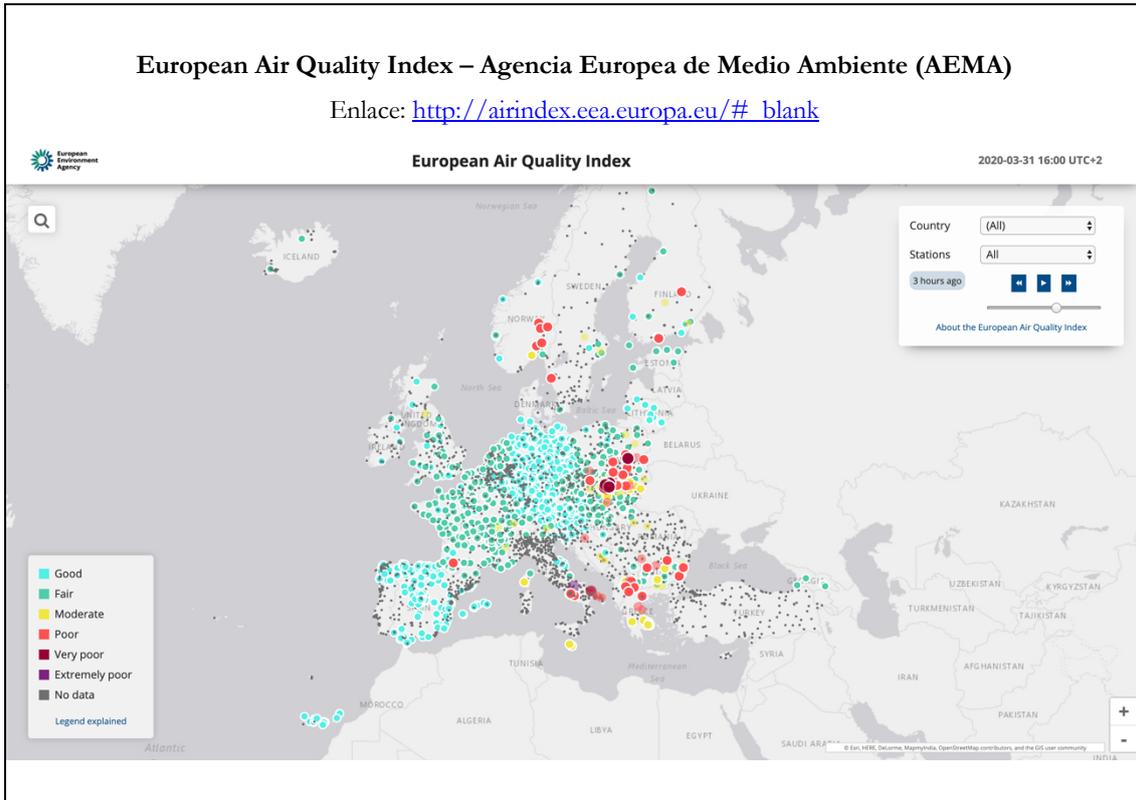


AirVisual Earth - IQAIR

Enlace: <https://www.iqair.com/earth>



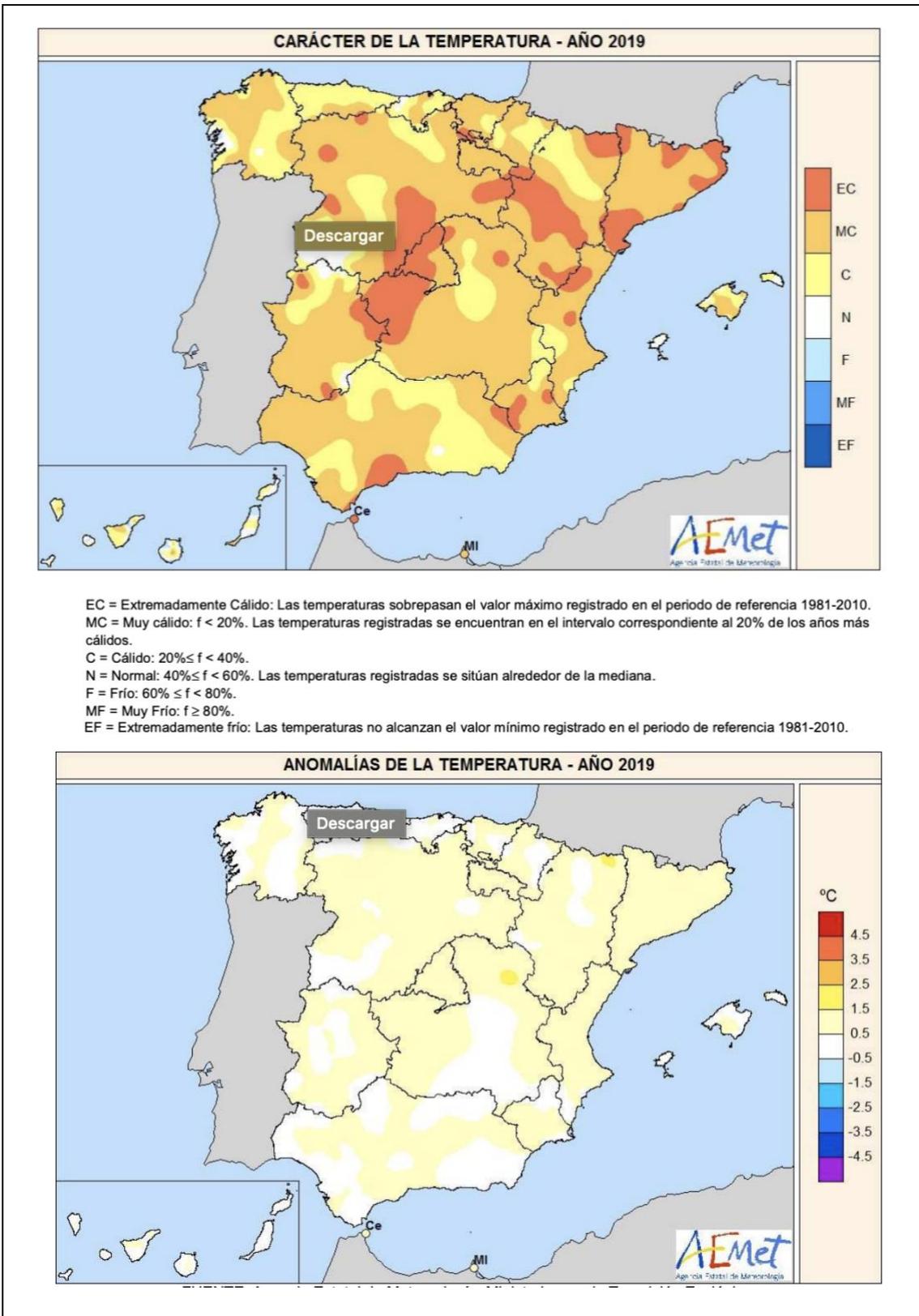
2. EUROPEOS

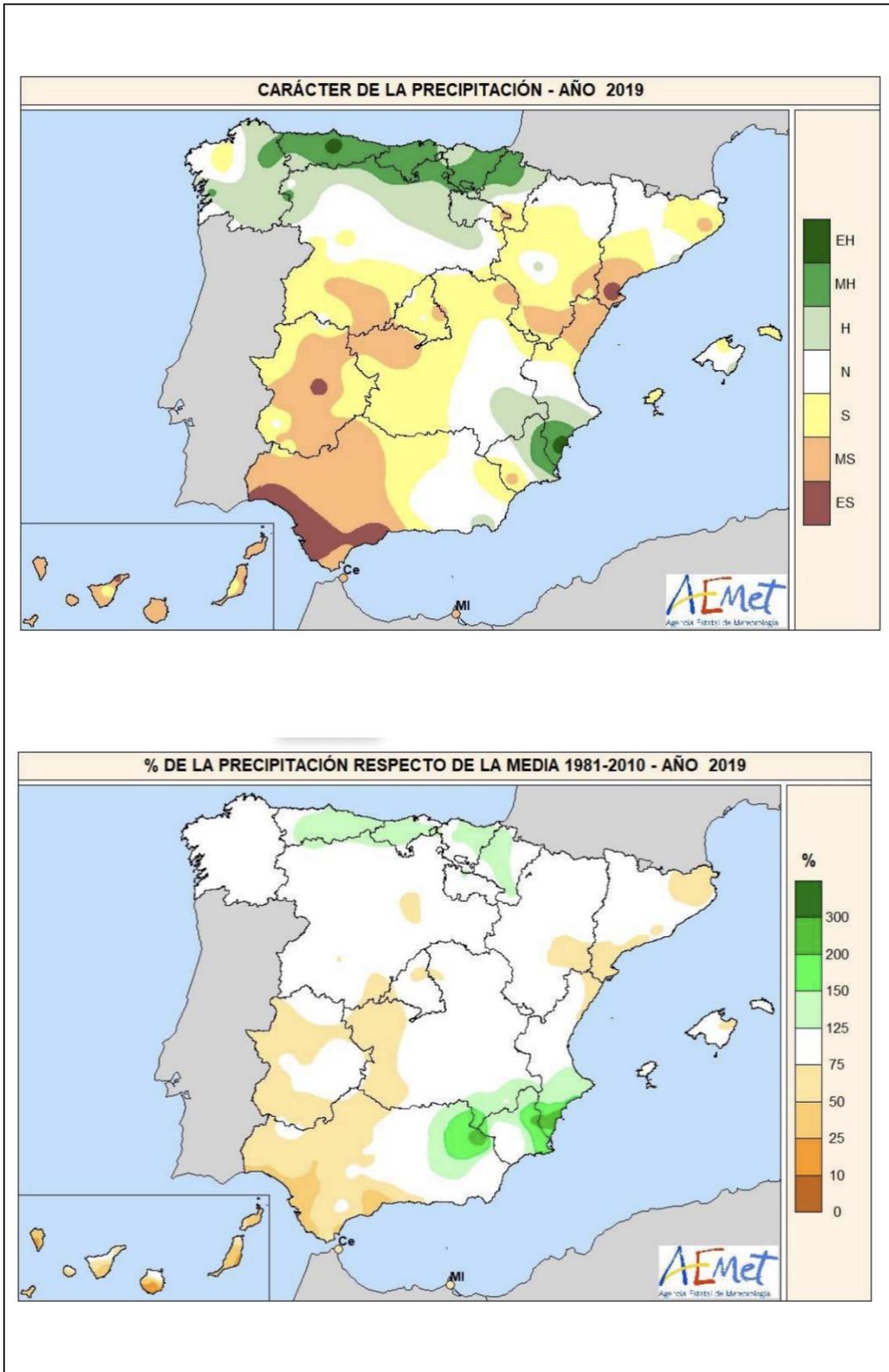


3. NACIONALES



5. Mapas AEMet







6. Tabla I. Probabilidad de los sucesos según IPCC

Tabla I. Probabilidad de sucesos 1950-s.XXI según el IPCC

Fenómeno y dirección de la tendencia	Evaluación de los cambios ocurridos (normalmente desde 1950, a menos que se indique otra cosa)	Evaluación de la contribución humana a los cambios observados	Probabilidad de cambios futuros	
			Principios del siglo XXI	Finales del siglo XXI
Días y noches fríos más cálidos y/o menos numerosos en la mayoría de las zonas continentales	Muy probable (2.6) Muy probable Muy probable	Muy probable (10.6) Probable Probable	Probable (11.3)	Prácticamente seguro (12.4) Prácticamente seguro Prácticamente seguro
Días y noches calurosos más cálidos y/o más frecuentes en la mayoría de las zonas continentales	Muy probable (2.6) Muy probable Muy probable	Muy probable (10.6) Probable Probable (solo noches)	Probable (11.3)	Prácticamente seguro (12.4) Prácticamente seguro Prácticamente seguro
Episodios cálidos/días de calor. Mayor frecuencia y/o duración en la mayoría de las zonas continentales	Nivel de confianza medio a escala mundial (2.6) Probable en gran parte de Europa, Asia y Australia Nivel de confianza medio en muchas regiones (aunque no todas) Probable	Probable (10.6) Evaluación no oficial Más probable que improbable	Evaluación no oficial (11.3)	Muy probable (12.4) Muy probable Muy probable
Episodios de precipitación intensa. Mayor frecuencia, intensidad y/o cantidad de precipitación intensa	Es probable que haya más zonas continentales con aumentos que con disminuciones (2.6) Es probable que haya más zonas continentales con aumentos que con disminuciones Es probable en la mayoría de las zonas continentales	Nivel de confianza medio (7.6, 10.6) Nivel de confianza medio Más probable que improbable	Probable en muchas zonas continentales (11.3)	Muy probable en la mayoría de las masas terrestres de latitud media y en las regiones tropicales húmedas (12.4) Probable en muchas zonas Muy probable en la mayoría de las zonas continentales
Mayor intensidad y/o duración de la sequía	Nivel de confianza bajo a escala mundial (2.6) Cambios probables en algunas regiones Probable en muchas regiones, desde 1970 ^b	Nivel de confianza bajo (10.6) Nivel de confianza medio ^d Más probable que improbable	Nivel de confianza bajo (11.3)	Probable (nivel de confianza medio) a escala regional y mundial ^h (12.4) Nivel de confianza medio en algunas regiones Probable ^e
Mayor intensidad de actividad de los ciclones tropicales	Nivel de confianza bajo respecto de cambios (centenarios) a largo plazo (2.6) Prácticamente seguro en el Atlántico Norte, desde 1970 (2.6) Nivel de confianza bajo Probable en algunas regiones, desde 1970	Nivel de confianza bajo (10.6) Nivel de confianza bajo Más probable que improbable	Nivel de confianza bajo (11.3)	Más probable que improbable en la zona occidental del Pacífico Norte y el Atlántico Norte (14.6) Más probable que improbable en algunas cuencas Probable
Mayor incidencia y/o magnitud de niveles del mar extremadamente altos	Probable (desde 1970) (3.7) Probable (finales del siglo XX) Probable	Probable (3.7) Probable ^e Más probable que improbable ^e	Probable (13.7)	Muy probable (13.7) Muy probable ^m Probable

Tabla extraída del Quinto Informe del IPCC

7. Páginas web de interés informativo acerca del cambio climático.

1. INTERNACIONALES

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)
- Organización Meteorológica Mundial (OMM)
- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) – Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 13)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) – Noticiero
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNMA)

2. EUROPEAS

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)
- Comisión Europea - Acción por el Clima

3. NACIONALES

- AdapteCCA
- Ambientum
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

4. AUTONÓMICAS

- Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica

5. LOCALES

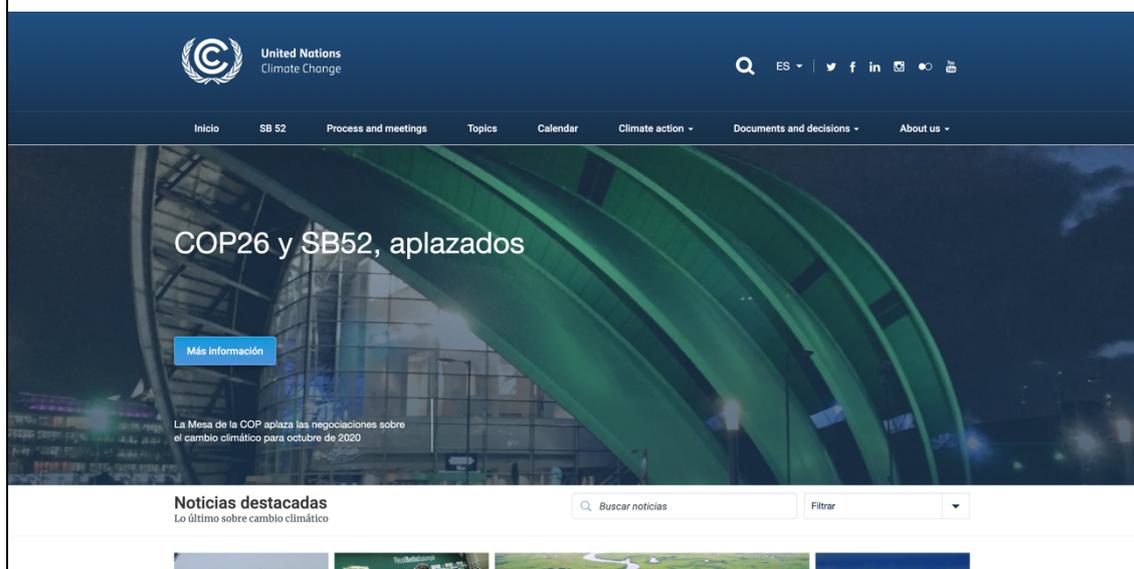
- Red Española de Ciudades por el Clima

1. INTERNACIONALES

- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**

Dedicada en exclusividad a temática pertinente a cambio climático

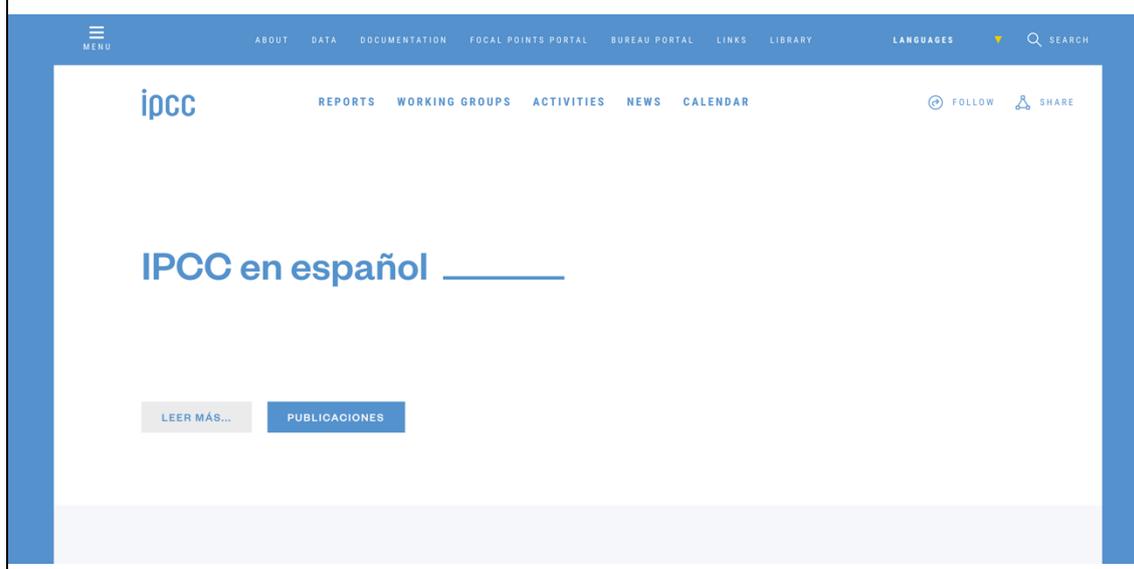
Enlace: <https://unfccc.int/es>



- **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)**

Organización Intergubernamental de las Naciones Unidas (ONU)

Enlace: <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>



- **Organización Meteorológica Mundial (OMM)**

Posee información de interés acerca del clima.

Enlace: <https://public.wmo.int/es>

Comunicados de prensa	
El Día Meteorológico Mundial se enfoca en el clima y el agua	
Noticias El Sistema Guía para Crecidas Repentinas salva vidas	Mar 20
Noticias Fortalecen cooperación México y la Organización Meteorológica Mundial	Mar 19
Comunicados de prensa Diversos organismos destacan en un informe las crecientes señales y consecuencias del cambio climático	Mar 10
Comunicados de prensa La Organización Meteorológica Mundial espera temperaturas superiores a la media, pero no prevé un	Mar 2

- **Organización Mundial de la Salud (OMS)**

Autoridad responsable de la salud pública dentro del sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), contiene un apartado especial para el cambio climático.

Enlace: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change>

Climate change

- News
- Events
- Policy
- Activities
- Country work
- Data and statistics
- Publications
- Partners
- Contact us

Climate change

The global climate is changing. This affects human health, well-being and life on earth. In the near future it will lead to an amplification of current health problems, as well as new risks and pressures for the environment and the social and economic determinants of health. In the WHO European Region, health effects have already been observed from more frequent and intense extreme weather events as well as changes in the geographic range of some infectious disease vectors. WHO/Europe works to identify policy options to help prevent, prepare for and respond to the health effects of climate change, and supports its Member States in selecting and implementing the most suitable policies, measures and strategies.

Top story

Floods across Europe affect thousands
15-11-2019
Recent reports of flooding in the

News

Achieving sustainable and healthy environments for all: celebrating 30 years of the European Environment and Health Process
11-12-2019

Floods across Europe affect thousands
15-11-2019

Inaugural Environment and Health School takes place in Bonn
31-10-2019
More news

Fact sheet on SDGs

Climate Change and Health
Download this fact sheet

New publication

Achieving health benefits from carbon reductions: Manual

- **Organización de las Naciones Unidas (ONU) – Objetivos de Desarrollo Sostenible**
Objetivo 13, Acción por el Clima, página de la ODS dedicada en exclusiva al clima

Enlace: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

The screenshot shows the UN Sustainable Development Goals website. At the top, there is a navigation bar with the UN logo and the text 'OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE'. Below this, there is a search bar and a menu with options like 'Portada', 'Antecedentes', 'Campañas', 'Objetivos', '¿Qué puedo hacer?', 'Alianzas', 'Noticias y Medios de Información', and 'Más información'. The main heading is 'Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos'. Below the heading, there is a large green banner with the number '13' and the text 'ACCIÓN POR EL CLIMA' next to a globe icon. To the right, there is a grid of six icons representing other Sustainable Development Goals: 1. Fin de la Pobreza, 2. Hambre Cero, 3. Salud y Bienestar, 4. Educación de Calidad, 5. Igualdad de Género, and 6. Agua Limpia y Saneamiento. Below the banner, there is a paragraph of text in Spanish explaining the impact of climate change and the need for action.

- **Organización de las Naciones Unidas (ONU) – Noticario**

Contiene un apartado especial para el cambio climático.

Enlace: <https://news.un.org/es/news/topic/climate-change>

The screenshot shows the UN News website. At the top, there is a navigation bar with the UN logo and the text 'Noticias ONU'. Below this, there is a search bar and a menu with options like 'REGIONES', 'TEMAS', 'A LA CARTA', 'SECRETARIO GENERAL', and 'PRENSA'. The main heading is 'CAMBIO CLIMÁTICO Y MEDIOAMBIENTE'. Below the heading, there is a news article with a photo of a glacier. The article title is 'Día Meteorológico Mundial: Cuenta cada gota de agua, porque cada gota cuenta'. The article text discusses the impact of climate change on glaciers and the need for action. To the right, there is a sidebar with a 'FECHA' filter and a 'RADIO ONU' section.

- **Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO)**

Organismo de las Naciones Unidas, posee varios apartados dedicados al cambio climático dentro de sus competencias, educación, cultura, etc.

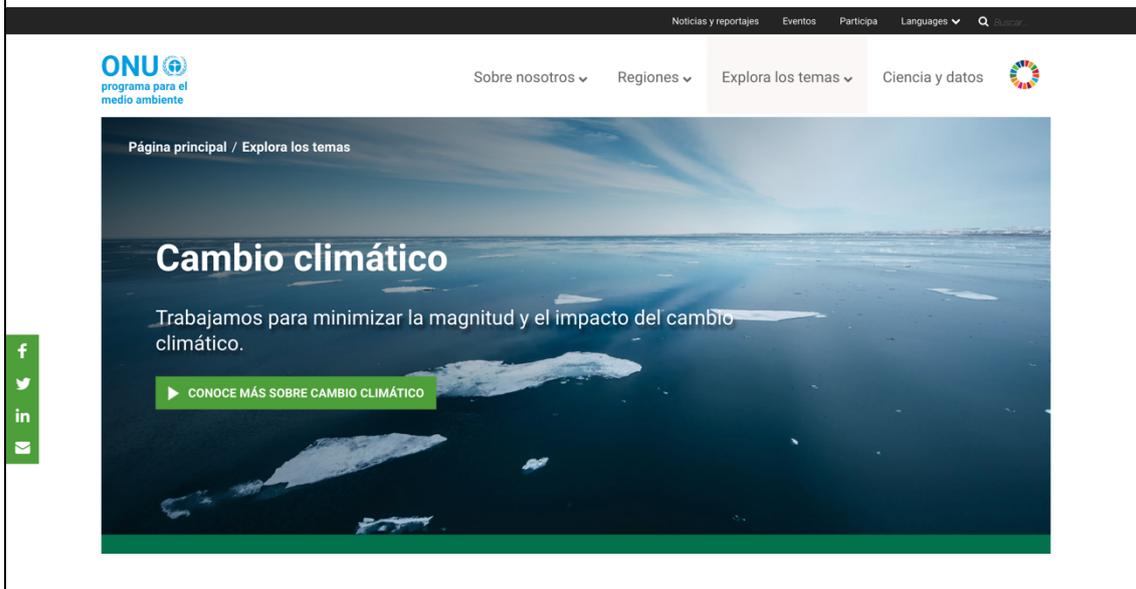
Enlace: <https://es.unesco.org/themes/educacion-desarrollo-sostenible/cambio-clima>



- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNMA)**

Coordinación de las actividades ambientales de las Naciones Unidas (ONU), contiene un apartado especial para el cambio climático.

Enlace: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change>



2. EUROPEAS

- **Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)**

Posee información de interés acerca del clima.

Enlace: <http://www.aemet.es/es/portada>

The screenshot shows the homepage of the Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). The header includes the AEMET logo and navigation links such as 'EL TIEMPO', 'SERVICIOS CLIMÁTICOS', and 'CONÓCENOS'. Below the header, there are several service icons: 'Mi web', 'Atención al ciudadano', 'Redes sociales', 'Meteoalerta: Avisos', 'APP', 'Datos y estadísticas', 'Centro de documentación', and 'Por sectores'. The main content area is divided into three sections: 'Meteoalerta' with a map of Spain and a table of alert levels for March 25-27; 'Municipios españoles' with a search bar and a 'Ver más municipios' button; and 'El tiempo: Predicción general' with a map of Spain and a 'Ver más' button.

- **Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)**

Agencia de la Unión Europea (EU) informativa sobre medio ambiente, posee varios apartados dedicados al cambio.

Enlace: <https://www.eea.europa.eu/themes/climate-change-adaptation>

The screenshot shows the 'Climate change adaptation' page on the European Environment Agency (AEMA) website. The page features a large background image of a desert landscape with a small pond. The main heading is 'Climate change adaptation' with an 'intro' link. Below this, there are 'Subtopics' listed: 'Climate-ADAPT', 'Impacts, vulnerability and risks', and 'Policies and actions'. A prominent text box states: 'Extreme weather threat makes climate change adaptation a top priority'. Below this, there are two call-to-action buttons: 'Global temperature is rising!' and 'How is the EU addressing climate change adaptation?'. The page also includes a search bar and navigation links at the top.

- **Comisión Europea – Acción por el Clima**

Contiene un apartado especial para el cambio climático.

Enlace: https://ec.europa.eu/clima/index_es

The screenshot shows the official website of the European Commission for 'Acción por el Clima'. At the top, there is a navigation bar with the text 'Comisión Europea > Energía, Cambio climático, Medio ambiente >'. Below this is a sub-navigation bar for 'Acción por el Clima' with menu items: Inicio, Nosotros, Cambio climático, Acción de la UE, Ciudadanos, Novedades, and Contratos y subvenciones. The main content area is titled 'Políticas' and features a grid of six policy links: 'Acción de la UE por el clima y Pacto Verde Europeo', 'Estrategias y objetivos climáticos', 'Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE)', 'Reparto del esfuerzo: objetivos de emisiones de los Estados miembros', 'Land-based emissions', 'Actuación internacional contra el cambio climático', 'Transport emissions', 'Innovation Fund', and 'Protección de la capa de ozono'. A cookie consent banner is visible at the top of the page.

3. NACIONALES

- **AdapteCCA**

Plataforma de intercambio y consulta de información al cambio climático en España

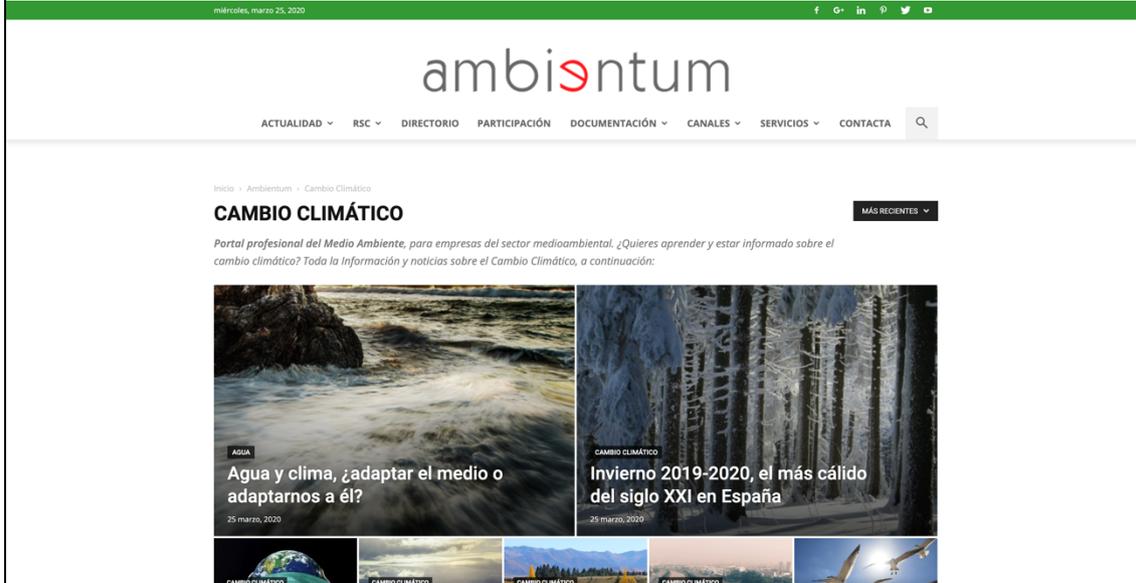
Enlace: <https://www.adaptecca.es/>

The screenshot shows the homepage of the AdapteCCA website. At the top, there is a navigation bar with 'Español', 'Acceso usuarios', and 'Contacto'. Below the navigation bar are logos for the Spanish Government, the Ministry of Ecological Transition, the Spanish Agency for Environmental Quality (AECA), and the Spanish National Plan for Adaptation to Climate Change (PNACC). The main heading is 'AdapteCCA.es' with the subtitle 'Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación al Cambio Climático en España'. A navigation menu includes: ¿Qué es AdapteCCA?, Recursos, Administración Autonómica y Local, Sectores y Áreas, Buscador, Noticias, and Agenda. The central feature is a large map titled 'Nuevo visor de escenarios de cambio climático >>'. To the right, there is a 'Regístrate' section with the text '¿Quieres recibir información sobre adaptación al cambio climático? Inscríbete aquí' and a 'Noticias' section with two news items: 'La Oficina Española de Cambio Climático publica dos nuevas guías resumidas sobre los últimos informes especiales del IPCC' (dated 11-02-2020) and 'Proyecciones regionales del efecto del cambio climático en toda la costa española' (dated 26-11-2019). At the bottom, there are three smaller featured items: 'Publicado el Informe de Evaluación del PNACC', 'Visor de Escenarios de Cambio Climático >>', and 'Información de las Comunidades Autónomas'. A footer note mentions a dedicated day for agriculture on September 26th.

- **Ambientum**

Portal de recopilación de noticias del medio ambiente, contiene un apartado para el cambio climático.

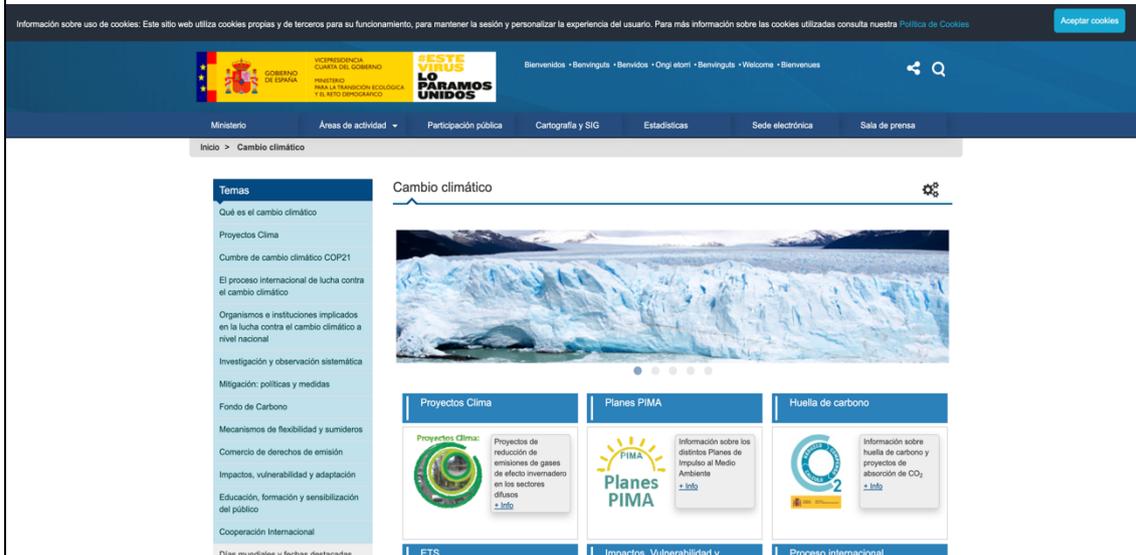
Enlace: <https://www.ambientum.com/ambientum/cambio-climatico/invierno-2019-2020-mas-calido-del-siglo-xxi-en-espana.asp>



- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)**

Departamento del Gobierno de España encargado de materias medioambientales, contiene un amplio apartado dedicado al cambio climático.

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



4. AUTONÓMICAS

- **Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica – Generalitat Valenciana**

Contiene un apartado especial para el cambio climático

Enlace: <http://www.agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico>

The screenshot shows the website interface for the Valencian Government's department of Agriculture, Rural Development, Climate Emergency, and Ecological Transition. The main navigation bar is red with the 'GENERALITAT VALENCIANA' logo and a search bar. The page title is 'CAMBIO CLIMÁTICO'. A large image of Earth from space is featured, with the source 'Fuente: NASA' noted. Below the image, there are two columns of links: 'Información general', 'Comercio de derechos de emisión', 'Enlaces de interés', and 'Comisión de Políticas de Coordinación de Políticas de Cambio Climático de La Comunitat Valenciana' on the left; and 'Estrategia Valenciana de Cambio Climático', 'Normativa específica', 'Novedades y Convocatorias de interés', and 'Economía Circular' on the right. A 'NOVEDADES' section is visible at the bottom right. The footer contains the text: 'Información y participación pública el borrador de la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía Horizonte 2030 Desde el 23 de octubre al 27 de noviembre, invitamos a encontrar en información pública la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía.'

5. LOCALES

- **Red Española de Ciudades por el Clima**

Conformada por los Gobiernos locales, pretende la integración de políticas de mitigación y adaptación al cambio.

Enlace: <http://www.redciudadesclima.es/>

The screenshot shows the website for the Spanish Network of Cities for the Climate. The header features logos for 'Red Española de Ciudades por el Clima', 'FEMP FEDERACION ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS', and the European Union flag. Navigation links include 'INICIO', 'LA RED', 'NOTICIAS', and 'ACTIVIDADES'. The main heading is 'Acciones de la Red en la COP-25'. Below this is the logo for 'COP25 CHILE' with the slogan 'TIEMPO DE ACTUAR'.

8. Tablas de contaminantes

Tabla II. Principales contaminantes atmosféricos, naturaleza y origen.

Contaminante	Tipo	Estado físico	Procesos y fuentes
Partículas en suspensión (PM): PM10, PM2,5	Primario y secundario	Sólido, líquido	Combustión de materiales fósiles en el transporte (gases de escape de vehículos diésel) y desgastes. Actividades industriales como siderurgia, incineración, áridos, cementeras... Resuspensión de partículas.
Óxidos de azufre SO ₂	Primario	Gas	Quema de combustibles fósiles que contiene azufre (carbón, petróleo, gasóleos) por las calefacciones, las centrales térmicas y otros procesos industriales.
Óxidos de nitrógeno NO _x – NO y NO ₂	Primario y secundario	Gas	Procesos de combustión a gran temperatura y/o presión (el nitrógeno es el componente más abundante en la atmósfera) Tráfico y procesos industriales (centrales térmicas de producción de energía)
Monóxido de carbono CO	Primario	Gas	Combustión incompleta de motores de explosión, sobre todo en vehículos de gasolina y en procesos industriales.
Compuestos orgánicos volátiles (COV) (hidrocarburos como metano, etano, propano, acetileno, alcanos, bencenos, tolueno, butano...)	Primario y secundario	Gas (muy volátiles)	Quema de combustibles como gasolina, madera, carbón, gas natural en vehículos e industria. Uso de disolventes, pinturas, pegamentos, colas, tintes, cosméticos...
Benceno (COV)	Primario	Gas	Combustión de petróleo. Emisión de vehículos Uso como materia prima en numerosos procesos industriales (fabricación de plásticos, resinas, fibras, cauchos, lubricantes, detergentes, plaguicidas...) Evaporación y almacenamiento en gasolineras
Ozono troposférico O ₃	Secundario	Gas	Transformación química en la atmósfera a partir de NO _x y COV por la radiación solar. Las concentraciones más elevadas se dan en las horas centrales del día durante el verano y son mayores en las zonas rurales que en las aglomeraciones urbanas.
Metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, arsénico y níquel	Primario	Sólido/gas (mercurio)	Procesos industriales como la metalurgia, cerámica, combustión
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP): Benzo(a)pireno	Primario y secundario	Gas	Combustión incompleta de materiales fósiles (carbón, petróleo, gas), madera, basura...

Nota: Tabla extraída y adaptada de (ECODES 2010)

Tabla III. Límite de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos

Contaminante	Tiempo promedio	DIRECTIVA 2008/50/CE (Parlamento y Consejo Europeo)		Categoría	Guías de calidad del aire (OMS)	
Partículas en suspensión (PM): PM ₁₀ , PM _{2,5}	24 horas 1 año	PM _{2,5}	- 25 µg/m ³	Valor objetivo: 2010. Valor límite, En vigor desde 2015	PM _{2,5}	25 µg/m ³ 10 µg/m ³
	24 horas 1 año	PM ₁₀	50 µg/m ³ 40 µg/m ³	Valores límite; En vigor desde 2005	PM ₁₀	50 µg/m ³ 20 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	10 min.	-		Valores límite; En vigor desde 2005	500 µg/m ³	
	1 hora	350 µg/m ³			-	
	24 horas	125 µg/m ³			20 µg/m ³	
	1 año	-			-	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200 µg/m ³		Valores límite; En vigor desde 2010	200 µg/m ³	
	1 año	40 µg/m ³			40 µg/m ³	
Monóxido de carbono CO	8 horas	10 mg/m ³		Valores límite; En vigor desde 2005	-	
Benceno (COV)	1 año	5 µg/m ³		Valores límite; En vigor desde 2010	-	
Ozono troposférico (O ₃)	8 horas	120 µg/m ³		Valor objetivo: 2010	100 µg/m ³	
Metales pesados	1 año	Arsénico (As) Cadmio (Cd) Níquel (Ni)	6 ng/m ³ 5 ng/m ³ 20 ng/m ³	Valores objetivos: 2013	Arsénico (As)	-
		Plomo (Pb)	0,5 µg/m ³		Plomo (Pb)	-
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP)	1 año	Benzo(a)pireno	1 ng/m ³	Valores objetivos: 2013	Benzo(a)pireno	-
Observaciones	Generalmente el límite de emisiones dictaminado por la OMS es considerablemente menos permisivo que el establecido en la DIRECTIVA 2008/50/CE, a excepción de los valores de emisión del NO ₂ en todos sus tiempos promedios y el límite de emisión de PM ₁₀ en su tiempo promedio de 24 horas. Así mismo, marca un valor de emisión más en el tiempo promedio de 24 horas de las PM _{2,5} , límite no establecido por la DIRECTIVA, pero no marca limitaciones para ninguno de los demás contaminantes de la tabla por lo que no es posible su comparación.					

Nota: Datos de emisiones extraídos de (OMS 2005) y (Parlamento y Consejo EU 2008)

9. Las convenciones de la UNESCO y los ODS

Datos extraídos de *La Cultura para la Agenda 2030* (UNESCO 2018)

GRAN PROGRAMA IV	1 FIN DE LA POBREZA	2 HAMBRE CERO	3 SALUD Y BIENESTAR	4 EDUCACIÓN DE CALIDAD	5 IGUALDAD DE GÉNERO	6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE
ER 1: los Estados Miembros identifican, protegen, supervisan y gestionan de manera sostenible el patrimonio material, en particular mediante la aplicación efectiva de la Convención de 1972				4.7	5.5 5.c	6.6	
ER 2: los Estados Miembros combaten la importación, exportación y transferencia de propiedad ilícitas de bienes culturales, en particular mediante la aplicación efectiva de la Convención de 1970 y la labor del Comité Intergubernamental para Fomentar el Retorno de los Bienes Culturales a sus Países de Origen o su Restitución en caso de Apropiación Ilícita, así como a través de la función reforzada de los museos por las partes interesadas en la implementación de la Recomendación de 2015 de la UNESCO sobre los museos y las colecciones				4.7	5.5 5.c		
ER 3: los Estados Miembros mejoran la protección de los bienes culturales, en particular mediante la ratificación amplia y la aplicación efectiva de la Convención de 1954 y sus dos Protocolos (de 1954 y 1999)				4.7	5.5 5.c		
ER 4: los Estados Miembros identifican, protegen y gestionan de manera sostenible el patrimonio cultural subacuático, en particular mediante la ratificación amplia y la aplicación efectiva de la Convención de 2001				4.7	5.5 5.c		
ER 5: se protege la cultura y se promueve el pluralismo cultural en situaciones de emergencia a través de procesos mejorados de preparación y respuesta, en particular mediante la aplicación efectiva de los instrumentos normativos de la UNESCO				4.7	5.5 5.c		
ER 6: los Estados Miembros y las comunidades identifican y salvaguardan el patrimonio cultural inmaterial, en particular mediante la aplicación efectiva de la Convención de 2003		2.4		4.7	5.5 5.c		
ER 7: los Estados Miembros formulan e implementan políticas y medidas para promover la diversidad de las expresiones culturales, en particular mediante la aplicación efectiva de la Convención de 2005				4.4	5.c		
ER 8: los Estados Miembros incorporan la cultura en las políticas y medidas de orden nacional y local para la aplicación efectiva de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible		2.4		4.4 4.7	5.5 5.c	6.6	

8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO	9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA	10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGNALES	11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES	12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES	13 ACCIÓN POR EL CLIMA	14 VIDA SUBMARINA	15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS	17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS
8.9			11.4		13.1	14.5 14.7	15.1		17.9 17.14 17.16 17.17 17.19
			11.4					16.4 16.a	17.9 17.16 17.17
			11.4						17.9 17.16 17.17
						14.7			17.9 17.16 17.17
			11.4 11.b		13.1			16.4 16.a	17.9 17.16 17.17
			11.4						17.9 17.14 17.16 17.17
8.3		10.a						16.7 16.10	17.19
8.3 8.9		10.a	11.4 11.b		13.1	14.5 14.7	15.1	16.4 16.7 16.10 16.a	17.9 17.14 17.16 17.17 17.19

META	DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS
META 2:	PONER FIN AL HAMBRE, LOGRAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA MEJORA DE LA NUTRICIÓN Y PROMOVER LA AGRICULTURA SOSTENIBLE
2.4	Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra
META 4:	GARANTIZAR UNA EDUCACIÓN INCLUSIVA, EQUITATIVA Y DE CALIDAD Y PROMOVER OPORTUNIDADES DE APRENDIZAJE DURANTE TODA LA VIDA PARA TODOS
4.4	De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento
4.7	De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible
META 5:	LOGRAR LA IGUALDAD ENTRE LOS GÉNEROS Y EMPODERAR A TODAS LAS MUJERES Y LAS NIÑAS
5.5	Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública
5.c	Aprobar y fortalecer políticas acertadas y leyes aplicables para promover la igualdad de género y el empoderamiento de todas las mujeres y las niñas a todos los niveles
META 6:	GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SU GESTIÓN SOSTENIBLE Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS
6.6	De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos
META 8:	PROMOVER EL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIDO, INCLUSIVO Y SOSTENIBLE, EL EMPLEO PLENO Y PRODUCTIVO Y EL TRABAJO DECENTE PARA TODOS
8.3	Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros
8.9	De aquí a 2030, elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales
META 10:	REDUCIR LA DESIGUALDAD EN Y ENTRE LOS PAÍSES
10.a	Aplicar el principio del trato especial y diferenciado para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, de conformidad con los acuerdos de la Organización Mundial del Comercio
META 11:	LOGRAR QUE LAS CIUDADES Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SEAN INCLUSIVOS, SEGUROS, RESILIENTES Y SOSTENIBLES
11.4	Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo
11.b	De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles

META	DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS
META 13:	ADOPTAR MEDIDAS URGENTES PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS
13.1	Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
META 14:	CONSERVAR Y UTILIZAR EN FORMA SOSTENIBLE LOS OCEANOS, LOS MARES Y LOS RECURSOS MARINOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
14.5	De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible
14.7	De aquí a 2030, aumentar los beneficios económicos que los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados obtienen del uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo
META 15:	GESTIONAR SOSTENIBLEMENTE LOS BOSQUES, LUCHAR CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, DETENER E INVERTIR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS Y DETENER LA PERDIDA DE BIODIVERSIDAD
15.1	Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales
META 16:	PROMOVER SOCIEDADES PACÍFICAS E INCLUSIVAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, FACILITAR EL ACCESO A LA JUSTICIA PARA TODOS Y CREAR INSTITUCIONES EFICACES, RESPONSABLES E INCLUSIVAS A TODOS LOS NIVELES
16.4	De aquí a 2030, reducir significativamente las corrientes financieras y de armas ilícitas, fortalecer la recuperación y devolución de los activos robados y luchar contra todas las formas de delincuencia organizada
16.7	Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades
16.10	Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales
16.a	Fortalecer las instituciones nacionales pertinentes, incluso mediante la cooperación internacional, para crear a todos los niveles, particularmente en los países en desarrollo, la capacidad de prevenir la violencia y combatir el terrorismo y la delincuencia
META 17:	FORTALECER LOS MEDIOS DE EJECUCIÓN Y REVITALIZAR LA ALIANZA MUNDIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
17.9	Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular
17.14	Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible
17.16	Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo
17.17	Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas
17.19	De aquí a 2030, aprovechar las iniciativas existentes para elaborar indicadores que permitan medir los progresos en materia de desarrollo sostenible y complementen el producto interno bruto, y apoyar la creación de capacidad estadística en los países en desarrollo

CRBC departamento
Conservación
Restauración
Bienes
Culturales

