



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

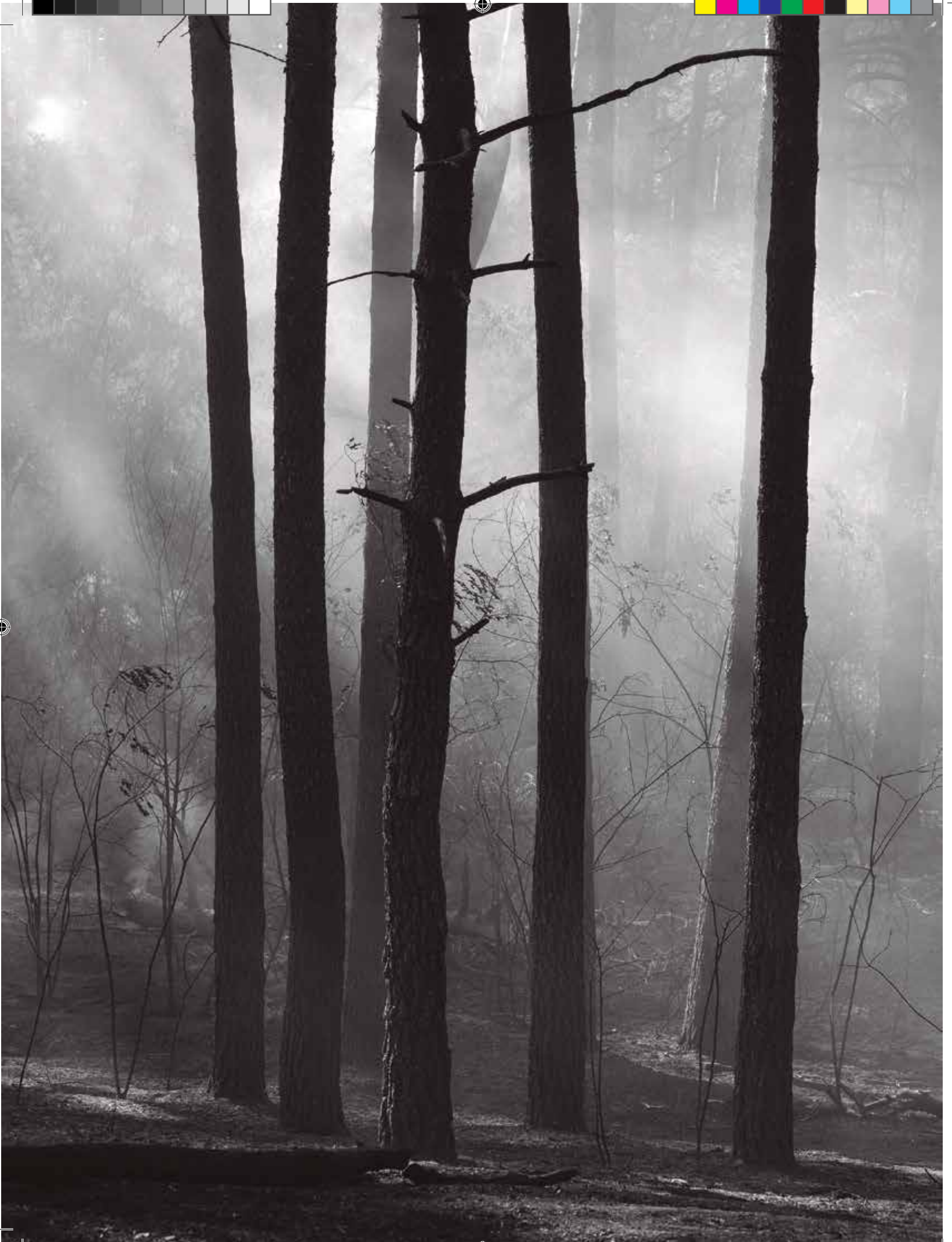
3616 ENERO 2020

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP

MONOGRÁFICO
Emergencia climática
Coordinado por Antonio Serrano







PRESENTACIÓN

Con ocasión de la celebración en España de la COP25, nuestras dos organizaciones profesionales, el Colegio y la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, publicamos el Manifiesto “La ingeniería ante el cambio climático” en el que, tras ratificar la adhesión a los acuerdos de la Conferencia de París (COP21) de 2015, apoyamos la celebración en España de la COP25 y nos sumamos al objetivo de la Unión Europea de alcanzar la “neutralidad climática” en el 2050. El apoyo del Colegio se concretó en la participación activa en la COP25, tanto en la Zona Verde de IFEMA como en la Acción Castellana Verde, en la que se incluyó la celebración de tres jornadas en el Auditorio Betancourt, que contaron con el respaldo de la Alta Comisión para la Agenda 2030.

En el Manifiesto se señala que los Ingenieros de Caminos estamos dispuestos a desarrollar nuestra actividad de servicio público coordinadamente con las diferentes especialidades científico-tecnológicas necesarias para afrontar con éxito las actividades de mitigación, adaptación y protección ante la crisis del clima.

En el mismo sentido, el Colegio suscribió también la Declaración “El sector de la edificación frente a la emergencia climática”, conjuntamente con el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) y otras entidades de este sector. Asimismo participamos en alguna de las jornadas organizadas por el CSCAE, en cuyo Observatorio 2030 lideramos uno de los grupos de trabajo. Con ello, estamos la importancia de la ingeniería civil en la edificación como fuente de trabajo para nuestros profesionales. Uno de los objetivos principales marcados en la Declaración es “Colaborar con las administraciones públicas para acelerar la transformación de las ciudades y dirigirla hacia la sostenibilidad”.

Además apoyamos la Declaración de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI-WFEO) que se presentó en una de las jornadas del Colegio mencionadas más arriba. Entre las acciones propuestas destaca la de “Apoyar a los países en desarrollo sobre los conocimientos de ingeniería relativos a las mejores prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático, promoviendo la modificación de la educación impartida sobre cambio climático en sus distintos niveles y de manera transversal a todas las ramas de la ingeniería”.

El Manifiesto y ambas Declaraciones destacan la necesidad social de impulsar la ingeniería para conseguir reducir los efectos adversos del cambio climático, en un esquema de colaboración en el desarrollo de conocimiento mediante equipos multidisciplinares, en los que la ingeniería civil tiene que jugar un gran papel.

Pasando al nivel de las acciones inmediatas, porque YA hay que actuar, el pasado día 21 de enero de 2020 el Gobierno ha declarado oficialmente la emergencia climática en España para hacer frente a los graves impactos derivados del cambio climático. La decisión adoptada por el Consejo de Ministros lleva aparejado el compromiso de adoptar 30 líneas de acciones prioritarias, cinco de ellas en los primeros cien días de Gobierno. Esas cinco líneas son la elaboración de una Ley de Cambio Climático y Transición Energética; la definición de la senda de descarbonización a largo plazo, más allá del horizonte 2030; un Plan Nacional de Adaptación al cambio climático; la creación de la Asamblea Ciudadana del Cambio Climático, como instrumento de participación ciudadana; y la transformación productiva, que consiste en “integrar la perspectiva de clima en los sectores productivos”, es decir, en impulsar la transformación del modelo industrial y del sector servicios, de modo que favorezcan la sostenibilidad de las actividades económicas y el empleo de calidad.

La ingeniería tiene por delante un claro panorama de futuro que, desde YA, nos va a permitir trabajar muy activamente en este campo que está lleno de oportunidades para nuestros profesionales y especialmente para los jóvenes. Es imprescindible orientar nuestra acción a atender estos retos, ya no nuevos sino actuales, del Cambio Climático y de los ODS, que son de ámbito mundial, por lo que hay que afrontarlos en primer lugar en España y también en otros países, partiendo de la sólida base tecnológica y la formación con la que contamos los Ingenieros de Caminos.

José Polimón

Vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos







EDITORIAL

El Gobierno de España acaba de aprobar la Declaración de Emergencia Climática y Ambiental en el Consejo de Ministros del 21 de enero de 2020, donde se recogen las 30 líneas de acción a poner en marcha en esta legislatura, alguna de ellas con el compromiso de hacerlas operativas en los 100 primeros días de gobierno. En paralelo, cuando este número ya estaba en imprenta, ha sacado a información pública, hasta marzo de 2020, el nuevo PNIEC, lo que hace particularmente valioso el análisis y valoraciones que se realizan en este número sobre la versión previa desde la perspectiva de la ingeniería.

El número se inicia con una Presentación del vicepresidente del Colegio, José Polimón, en el que, tras ratificar su adhesión a los acuerdos de la Conferencia de París (COP21) de 2015, se muestra la adhesión del Colegio y de la Asociación de ingenieros de caminos a los Acuerdos de París y al objetivo de la Unión Europea de alcanzar la “neutralidad climática” en el 2050, poniendo a disposición de la sociedad las capacidades de la ingeniería de caminos para avanzar en esos objetivos.

Y, en línea con esa voluntad se incluyen los documentos:

- “La Ingeniería ante el Cambio Climático” presentado el 5 de diciembre a la opinión pública como posicionamiento de los ingenieros de caminos ante la problemática señalada.

- El documento “El sector de la Edificación frente a la Emergencia Climática”, firmado por el vicepresidente José Polimón en nombre del Colegio, como miembro del “Observatorio 2030” del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE), presentado el 4 de diciembre de 2019.

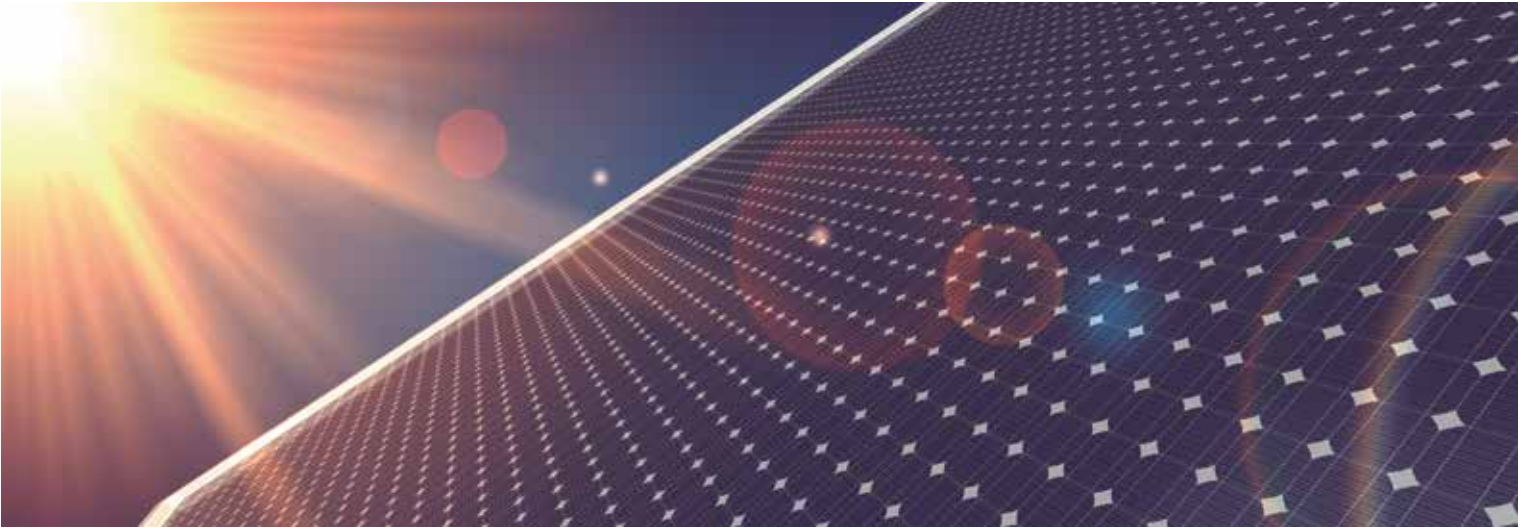
- Declaración de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (WFEO) sobre la emergencia climática, de 2 de diciembre de 2019.

Posicionamientos también presentes en las Jornadas organizadas por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en el marco de la celebración de la COP25, sobre “Ingeniería ante el cambio climático” (5 de diciembre) y ‘Transformación digital en agua, energía y medio ambiente’ (10 de diciembre de 2019) cuyos resúmenes y principales aportaciones también se recogen en el presente número de la ROP.

Como tercer grupo de contenidos, este número incluye los artículos sobre costas, agua y energía, como especialidades de los ingenieros de caminos con particular relación con el cambio climático, siguientes:

• Íñigo Losada Rodríguez analiza cómo en el marco de la altísima presión de origen antrópico que soporta nuestra costa, que se verá fuertemente agravada por el cambio climático, los procesos de adaptación son urgentes. Recoge algunas de las principales acciones que se han emprendido en España para hacer frente al este proceso, los datos básicos de las proyecciones de la dinámica costera y sus efectos sobre algunos sectores críticos, con especial referencia a los trabajos desarrollados para Asturias por el MITECO. Por último, se destaca el papel de la ingeniería civil para afrontar los graves retos que la adaptación del litoral español al cambio climático, plantea hacia nuestro futuro.





• Josefina Maestu, donde muestra cómo la COP 25 ha destacado la importancia de la relación del agua con el cambio climático, con más de 54 eventos de distinto tipo relacionados con el agua. Destaca cómo el cambio climático en España tendrá efectos negativos, tanto por superposición de la reducción de los recursos renovables de largo plazo y del aumento simultáneo de las necesidades hídricas, siendo un factor agravante de los desafíos a los que se enfrenta la gestión de los recursos hídricos en el país, como porque se espera que el cambio climático incremente las precipitaciones torrenciales y su intensidad, a la vez que incremente la desertificación y erosión del suelo. Señala cómo la elaboración de los planes de demarcación del tercer ciclo son una oportunidad para reconocer la magnitud del problema y actuar para adaptarnos al cambio climático, recogiendo toda una batería de soluciones posibles.

• Teodoro Estrela y Tomás Sancho nos acercan a los resultados y propuestas del Grupo de Trabajo sobre el Agua (WGoW) de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (WFEO), sobre la “Gestión de sequías e inundaciones: Mejores prácticas y contribución de ingeniería”, destacando cómo el conocimiento, la tecnología y la innovación son aspectos fundamentales para la evaluación y gestión de los riesgos debidos a los eventos hidrológicos extremos. Predecir las áreas afectadas y los riesgos y daños potenciales, así como definir las actuaciones de adaptación, las mejores opciones de evacuación hacia zonas no inundables o para garantizar los usos esenciales del agua y limitar los daños en sequías, así como para desarrollar planes específicos de gestión del riesgo de inundaciones y de sequías, son otras tantas tareas específicas de la ingeniería de caminos, específicamente cualificada para el manejo de herramientas complejas en el estudio de los eventos extremos y en el diseño de soluciones óptimas.

• Mario Andrés Urrea nos introduce a los procesos de la transformación digital y uso de nuevas tecnologías, como mejora de eficiencia y prevención de riesgos asociados al cambio climático, en el caso específico de la Confederación Hidrográfica del Segura. Constata la necesidad de continuar con la transformación digital en las confederaciones

hidrográficas, como herramienta transversal para mejorar la eficiencia y prevención de los riesgos asociados al cambio climático, tanto potenciando los sistemas de administración electrónica, digitalizando el registro de aguas y su conexión con las herramientas de gestión a él vinculadas, como logrando la implantación del Big Data para el análisis de la información disponible y su uso para la toma de decisiones, la migración progresiva a la nube o la ciberseguridad. Destaca, por último, la necesidad de un plan estratégico para la transformación digital bajo la coordinación de la Dirección General del Agua, para normalizar y homogeneizar la implantación de la transformación digital en los organismos de cuenca.

• Centrados ya en el campo de la energía, Balduino Navalón nos introduce en las aportaciones e insuficiencias del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2020-2030 para alcanzar los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero en 2030 y la neutralidad de emisiones en 2050, incorporando cambios estructurales en la mayoría de los sectores estratégicos, especialmente en el sector energético (renovables, interconexiones internacionales, almacenamiento de energía, potenciar las redes, cierre progresivo de las centrales nucleares), el transporte (vehículo eléctrico, mercancías y gestión de la demanda) y la edificación (eficiencia), dando por supuesto que la iniciativa privada deberá asumir un 80% de las inversiones necesarias. Destaca que su éxito dependerá de su capacidad para concretarse en medidas viables y realistas en términos de objetivos y ritmo de adopción.

• En relación con el almacenamiento, Javier Baztán se centra en la utilidad del mismo, particularmente en centrales hidroeléctricas reversibles, como mecanismo de mitigación del Cambio Climático. Destaca que el almacenamiento de energía (el PNIEC incluye, para 2030, 6 GW de almacenamiento) va a ser un factor clave para facilitar un mix energético basado en energías renovables, exigiendo importantes inversiones y cambios tecnológicos. Pasa revista a soluciones y tecnologías, destacando que, complementariamente a corto plazo, la solución más eficiente a gran escala es el almacenamiento hidráulico en centrales reversibles, y, para distribución y





consumo los sistemas de baterías. No obstante, existe una gran incertidumbre sobre la contratación y rentabilidad de las inversiones necesarias en nuevas centrales reversibles, cuyo proceso integrado necesitaría de una rápida clarificación. También destaca las potencialidades de desarrollar nuevos aprovechamientos de almacenamiento de energía de origen hidráulico aprovechando embalses, canteras, minas y otras instalaciones ya existentes u obsoletas.

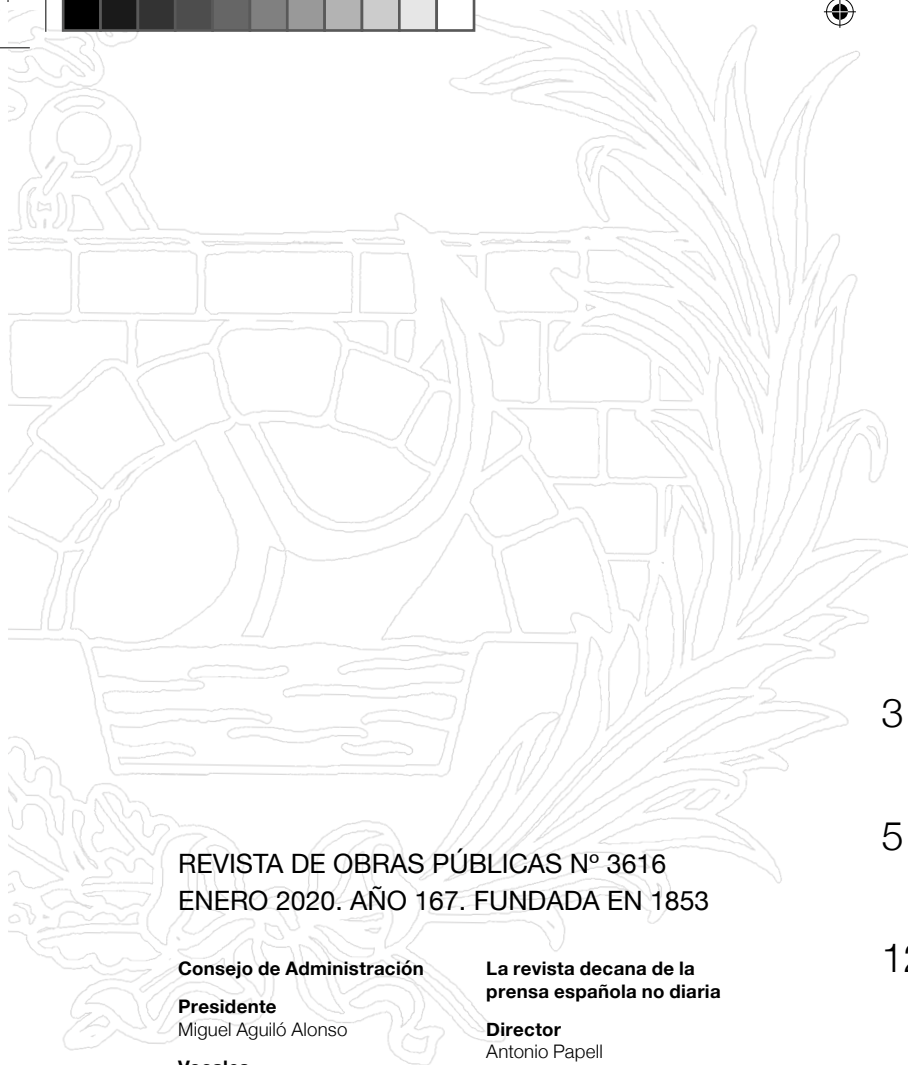
- Luis Irastorza centra su artículo en la imprescindible descarbonización de la Edificación para el año 2050, en un marco en el que resalta la enorme dificultad para cumplir con el Acuerdo de París y hace un repaso a la situación de la normativa edificatoria en el mundo, particularizando el caso español, muy condicionado por la política energética y climática europeas; políticas que van a sufrir una aceleración considerable con el reciente Pacto Verde Europeo. Por último, detalla las medidas relativas a la edificación recogidas en el PNIEC, y realiza varias propuestas, en particular en el campo de las insuficiencias de los actuales códigos de construcción/edificación en materia de eficiencia energética, o sobre el hecho de que el peso de las renovables, la economía circular, o el análisis de ciclo de vida de los materiales, deberían ser elementos a incorporar en el PNIEC en relación al funcionamiento de los edificios y no sólo para las viviendas.

- César Lanza se refiere en su artículo tanto al problema global de la mitigación de las emisiones, a través de las

actuaciones del PNIEC, como al de la adaptación y protección de nuestra sociedad (personas, patrimonio y territorio) frente a los nuevos y alarmantes riesgos que ya comienzan a afectar perniciosamente a nuestro país. Con respecto al PNIEC destaca aquellas cuestiones fundamentales sobre las que existe poca claridad en el borrador disponible. Así, no parece que se generen grandes expectativas de dinamización económica, existen graves incógnitas sobre el futuro de actividades profesionales y negocios en torno a movilidad y transporte, incluida la provisión de infraestructura y el desarrollo de los servicios conexos y cabe preguntarse cómo se va a materializar una transición justa hasta el año 2050, teniendo en cuenta que el PNIEC no es la única línea de acción necesaria (acciones contra fenómenos climáticos extremos) y que habrá que estimar la dimensión económica de las obras y demás actuaciones de adaptación y protección necesarias, previendo la aportación de recursos, planificar las actuaciones y estudiar el modelo de financiación que corresponda.

- Por último, se incorpora mi reflexión sobre los Escenarios mundiales, europeos y españoles que cabe esperar en un marco de cambio global (tecnológico, ambiental, geoestratégico, socioeconómico, etc.) a tenor de los resultados de la COP25 y de las distintas tendencias vigentes en la actualidad.

Antonio Serrano
Coordinador del monográfico



REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3616
ENERO 2020. AÑO 167. FUNDADA EN 1853

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera
José Polimón
Vicent Esteban Chapapría
Tomás Sancho
José Javier Díez Roncero
Francisco Martín Carrasco
Benjamín Suárez
José Luis Moura Berodia
M^a del Camino Blázquez Blanco

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicent Esteban Chapapría
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

Edita

Colegio de Ingenieros de
Camino, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid

**La revista decana de la
prensa española no diaria**

Director

Antonio Papell

Redactora jefe

Paula Muñoz

Diseño

Julián Ortega

Maquetación y edición

Diana Prieto

Publicidad

Almagro, 42 - 4^a Pta.
28010 Madrid
T. 913 081 988
rop@ciccp.es

Imprime

Gráficas 82

Depósito legal

M-156-1958

ISSN

0034-8619

ISSN electrónico

1695-4408

ROP en internet

<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones

<http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php>
suscripcionesrop@ciccp.es
T. 91 308 19 88

Monográfico
EMERGENCIA CLIMÁTICA

3 **PRESENTACIÓN**
JOSÉ POLIMÓN

5 **EDITORIAL**
ANTONIO SERRANO

12 **LA INGENIERÍA ANTE EL
CAMBIO CLIMÁTICO**
CICCP

14 **EL SECTOR DE LA
EDIFICACIÓN FRENTE A LA
EMERGENCIA CLIMÁTICA**
CONSEJO SUPERIOR DE LOS COLEGIOS
DE ARQUITECTOS DE ESPAÑA

16 **DECLARACIÓN DE LA
WFEO SOBRE EMERGENCIA
CLIMÁTICA**
FEDERACIÓN MUNDIAL DE
ORGANIZACIONES DE INGENIERÍA

18 **LA COP25 EN EL COLEGIO
INGENIERÍA ANTE EL
CAMBIO CLIMÁTICO**

22 **TRANSFORMACIÓN DIGITAL
EN AGUA, ENERGÍA Y
MEDIO AMBIENTE**



SUMARIO

- 26 **LA AFECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A LAS COSTAS ESPAÑOLAS**
ÍÑIGO LOSADA
- 34 **LA COP 25 HA SERVIDO PARA QUE ENTENDAMOS MEJOR EN ESPAÑA LA IMPORTANCIA DEL ESFUERZO DE LA ADAPTACIÓN DEL AGUA AL CAMBIO CLIMÁTICO**
JOSEFINA MAESTU
- 42 **GESTIONANDO INUNDACIONES Y SEQUÍAS**
TEODORO ESTRELA Y TOMÁS SANCHO
- 50 **LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁMBITO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE COMO MEJORA DE LA EFICIENCIA Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO. LA CUENCA DEL SEGURA**
MARIO URREA
- 56 **APORTACIONES E INSUFICIENCIAS DEL PNIEC PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO**
BALDOMERO NAVALÓN
- 60 **EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA**
F. JAVIER BAZTÁN
- 68 **HACIA UN SECTOR DE LA EDIFICACIÓN DESCARBONIZADO**
LUIS IRASTORZA
- 80 **EL PNIEC 2021-2030. CREACIÓN DE VALOR ECONÓMICO Y TRANSICIÓN JUSTA**
CÉSAR LANZA
- 84 **DE LA COP25 AL 2030. ¿QUÉ ESCENARIOS MUNDIALES, EUROPEOS Y ESPAÑOLES?**
ANTONIO SERRANO





MONOGRÁFICO

EMERGENCIA CLIMÁTICA





LA INGENIERÍA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Manifiesto del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil

1 COMPROMISO

Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, plenamente comprometidos con la "Agenda 2030", estamos convencidos de que el cambio climático constituye el mayor y más grave desafío que la humanidad debe enfrentar. En consecuencia, adheridos, en su momento, a los acuerdos de la Conferencia de París (COP21) de 2015, nos hemos sumado al objetivo de la Unión Europea de alcanzar la "neutralidad climática" en el 2050, apoyamos firmemente la celebración de la COP25 y votamos para que los acuerdos que salgan de esta Cumbre sean asumidos por los países y sectores afectados, que somos todos.

Los ingenieros estamos comprometidos con la decisión del Gobierno de España de haber aceptado la celebración en nuestro país de la COP25, bajo presidencia chilena. El Colegio de Ingenieros de Caminos ha presentado propuestas originales que se suman a las iniciativas de la Cumbre, y se ha ofrecido para llevar a cabo cualquier

acción cooperativa con los organizadores del evento. Asimismo, el Colegio y los profesionales que lo integran, al dar la bienvenida a los asistentes a la conferencia, se ponen a su disposición y manifiestan su deseo de que el acuerdo que resulte de los debates y discusiones refuerce de manera eficaz la lucha contra el cambio climático, que es nuestro gran objetivo común.

El Colegio y la Asociación de Ingenieros de Caminos destacan la ya dilatada dedicación de los ICCP a la lucha contra el cambio climático mediante acciones de descarbonización, adaptación, electrificación, medidas de economía circular, nuevas estrategias del transporte y movilidad, etc.

2 TRANSICIÓN ECOLÓGICA

En coherencia con lo anterior, compartimos la idea de la nueva presidenta de la Comisión, Ursula Von der Leyen, de aplicar un "enfoque integral" a la cuestión del cambio climático. Secundamos asimismo su anuncio de que propondrá la aprobación de

una ley de Protección del Clima con el fin de movilizar inversiones por valor de un billón de euros en los próximos diez años. Celebramos la reciente decisión del Banco Europeo de Inversiones (BEI) de financiar prioritariamente proyectos de descarbonización y adaptación ante el Cambio Climático y nos adherimos a la idea de afrontar la transición ecológica —y especialmente en los cambios que se produzcan en el trabajo de las personas y en la actividad económica— contando con que el presupuesto de la UE tenga un fondo de transición justa para paliar y proteger a los ciudadanos, y especialmente a los más vulnerables.

Asimismo, confiamos en que fructifiquen los anuncios formulados en el sentido de que urge promulgar en nuestro país la ley de Cambio Climático, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 y la Estrategia de Transición Justa, unos pilares que, en palabras de la Ministra Ribera, "garantizan un marco previsible que dé certeza a todos los agentes, especialmente al sector privado y a los inversores".



Nos sumamos en definitiva a la petición de que tenga lugar una transición ecológica socialmente justa, resiliente, sostenible y capaz de generar empleo. Entendemos que esta COP25 debe ser la punta de lanza de una acción climática transversal y permeable en todos los sectores económicos y sociales.

3 LOS PROCESOS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

El cambio climático es una realidad que se manifiesta en forma de fenómenos climáticos extremos, además de producir cambios morfológicos de importancia, algunos reversibles y otros no (subida permanente del nivel del mar, desaparición de glaciares, etc.). Todo ello obliga a poner en marcha, en paralelo a las medidas de mitigación, unos procesos de adaptación que afectan a la ordenación del territorio, al urbanismo, a las obras públicas, a las infraestructuras y a los servicios que prestan.

Los ingenieros de Caminos estamos dispuestos a desarrollar nuestra actividad de servicio público coordi-

nadamente con las diferentes especialidades científico – tecnológicas necesarias para afrontar con éxito las actividades de adaptación y protección ante la crisis del clima en los siguientes contextos:

- En las ciudades: Agenda Urbana, previsión de inundaciones, posibles episodios de calor excepcional, movilidad en situaciones críticas.
- En la gestión del agua: necesidad de una regulación más intensa y estricta para prevenir sequías más pronunciadas; actuaciones preventivas en el saneamiento y la depuración, fomento de las infraestructuras verdes y de los sistemas de drenaje sostenible, aumento de la seguridad de presas y embalses mediante una conservación programada y eficaz.
- En el sistema de transportes (infraestructuras y servicios), adecuando su diseño y modelos de operación a las cambiantes circunstancias climáticas y ambientales.
- En las costas: reforzamiento frente a temporales más intensos, recreci-

miento de obras de abrigo, defensas frente a inundaciones, regeneración de costas.

- En el territorio: ordenación compatible con los fenómenos extremos, prevención de la sedimentación de residuos en los embalses que reducen la disponibilidad de agua, reducción del riesgo de incendios cada vez más frecuentes.
- En la innovación tecnológica, aportando ideas y realizaciones de nuevo cuño que contribuyan a una adaptación más eficaz y resiliente de la sociedad y el territorio frente a los problemas del clima.
- En la gestión general de los recursos de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería: planteando desde esta nueva y sobrevenida condición de contorno (emergencia climática) todas las actividades, aportando nuestro conocimiento y experiencia, prestigiosa a nivel internacional, en beneficio de una sociedad avanzada con unas metas comunes de la humanidad, como son los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 🌐





EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN FRENTE A LA EMERGENCIA CLIMÁTICA

Declaración impulsada por el “Observatorio 2030”
del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos
de España (CSCAE)



En un contexto disruptivo, marcado tanto por los efectos de la globalización y la digitalización, como por la superpoblación, el agotamiento progresivo de los recursos naturales, la pérdida de la biodiversidad y el aumento de la inestabilidad social que todo ello está provocando, los profesionales y las empresas del sector inmobiliario y de la edificación reconocemos que el cambio climático constituye el desafío más acuciante de nuestros días y que YA es tiempo de actuar, asumiendo responsabilidades individuales y colectivas.

En nuestro ámbito, estamos firmemente concienciados y comprometidos con la “Agenda 2030” de la ONU y con las iniciativas globales destinadas a proteger y conservar nuestro planeta, garantizando la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. Por este motivo, consideramos imprescindible admitir la actual situación de emergencia climática y la importancia capital de transformar y adaptar el hábitat construido, puesto que los edificios y la construcción son causantes de casi el 40 % de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera con el consiguiente impacto sobre nuestros hábitats naturales.

Para los profesionales y empresas del sector de la construcción, satisfacer






las demandas y necesidades de nuestra sociedad respetando los límites y equilibrios ecológicos de la tierra exige un cambio de paradigma en nuestro comportamiento. Por lo tanto, necesitaremos diseñar y construir edificios, ciudades e infraestructuras que empiecen a entenderse como componentes indivisibles de un sistema más grande, resiliente y autosostenible, durante todo su ciclo de vida.

Disponemos de los conocimientos y técnicas para iniciar esa transformación. Ahora, es necesaria la voluntad, el compromiso y la cooperación de todos para que los cambios sean reales y a la velocidad adecuada, antes de que los daños sean irreversibles.

Para ello, los profesionales y las empresas del sector inmobiliario y de la construcción en España NOS COMPROMETEMOS A TRABAJAR PARA:

- Impulsar cuantas iniciativas sean necesarias con el fin de concienciar a la ciudadanía sobre la emergencia climática y la necesidad de adecuar viviendas, edificios y ciudades para ponerle freno.
- Colaborar con las administraciones públicas para acelerar la transformación de las ciudades y dirigirla hacia la sostenibilidad.
- Fomentar la sostenibilidad medioambiental, social y económica en nuestras actuaciones y establecerla como criterio de calidad en el desarrollo de proyectos, concursos públicos, premios y exposiciones.
- Compartir conocimientos e investigaciones y crear alianzas estratégicas.
- Acelerar el ritmo de la rehabilitación y la adaptación del parque de edificios existentes para poder cumplir con los objetivos establecidos.
- Tener en cuenta el ciclo de vida completo de los edificios, respetando los principios de economía circular en la medida de lo posible.
- Apostar por diseños que vayan más allá del estándar de emisiones de carbono nulas.
- Colaborar para reducir aún más los residuos que genera la construcción y a fomentar el uso de materiales renovables de bajo impacto medioambiental en todo nuestro trabajo.
- Promover un uso responsable de los recursos naturales en arquitectura y urbanismo desde la doble perspectiva cuantitativa y cualitativa. 



DECLARACIÓN DE LA WFEO SOBRE EMERGENCIA CLIMÁTICA

FMOI ha resumido su posición y compromiso para actuar rápidamente a través de una declaración sobre la emergencia del clima

La Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI), como máximo organismo de representación de la ingeniería a nivel mundial que reúne a instituciones nacionales de ingeniería de unas 100 naciones y representa a más de 30 millones de ingenieros, después de su Asamblea General de 2019 en Melbourne, y en el marco de la COP25 celebrada esta semana en Madrid, expresa su profunda preocupación por la emergencia climática.

Las organizaciones miembros de la FMOI, presentes en unos 100 países, serán invitadas a firmar esta declaración para participar en una campaña de comunicación global, crear conciencia sobre las consecuencias del cambio climático de manera inmediata y a largo plazo y a apoyar tecnologías innovadoras para enfrentarnos a estos cambios, así como construir infraestructuras y comunidades resilientes que sean ecológicamente sostenibles.

Según el presidente del Comité de Medio Ambiente de FMOI, Davide Stronati (Reino Unido): "Los ingenieros siempre han dado un paso al frente para encontrar soluciones a las necesidades sociales. El cambio climático es uno de los mayores problemas a los que la humanidad y el medio ambiente se enfrentan ahora y en el futuro. FMOI se esforzará junto con más de 30 millones de ingenieros para encontrar soluciones y combatir el cambio climático y crear comunidades resilientes que no dejarán a nadie atrás".

El Presidente de FMOI, Prof. Gong Ke (China) declaró: "Enfrentando el desafío cada vez más apremiante del cambio climático, ingenieros y organizaciones de ingeniería están en acción. Al darse cuenta de que la ingeniería es la clave del desarrollo sostenible, FMOI y sus miembros están trabajando duro, entre muchos otros, para desarrollar una ingeniería de mitigación y adaptación al cambio climático especialmente en países insu-

lares en vías de desarrollo. Estamos movilizando ingenieros en todo el mundo para implementar SDGS en las prácticas de ingeniería para reducir las emisiones de carbono y GEI y nos esforzamos constantemente por involucrar a más ingenieros para que jueguen un papel insustituible en acciones climáticas. Son nuestros ingenieros los que convierten las ideas en acciones y los objetivos en realidad".

Las crisis derivadas del denominado "colapso climático" se han convertido en uno de los problemas más graves de nuestro tiempo. Nuestras principales infraestructuras de transporte, energía, agua, residuos, telecomunicaciones y defensas contra inundaciones juegan un papel importante, ya que son responsables de una gran parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO2) derivadas de su consumo de energía, al mismo tiempo que tienen un impacto significativo en nuestros hábitats naturales.

El objetivo principal de la ingeniería siempre ha sido el progreso y mejora del bienestar de la sociedad. Aun cuando se observan importantes avances incrementales en los últimos 20 años, para todos aquellos profesionales de los sectores de construcción e infraestructuras, ahora ha quedado patente que conjugar la obligación de satisfacer las necesidades de nuestra sociedad con el uso sostenible de los límites ecológicos del planeta exige un cambio de paradigma.

FMOI, junto con sus organizaciones miembros, asociados y aliados, entendemos necesaria la definición y diseño de edificios, ciudades e infraestructuras como componentes indivisibles de un sistema superior, sostenible y en constante regeneración, en equilibrio con una sociedad más inclusiva en el ecosistema. Nos comprometemos a fortalecer nuestra práctica profesional y a crear actuaciones de ingeniería con impactos positivos para su entorno.



En consecuencia, declaramos que nos esforzaremos por:

1 Continuar creando conciencia sobre la emergencia climática y la necesidad urgente de actuar entre las organizaciones de ingeniería y miembros nacionales de FMOI y sus instituciones aliadas, así como otras partes interesadas de carácter nacional así como sus gobiernos.

2 Extender el intercambio de conocimientos e investigación a estos fines mediante una base de fuente abierta cuyo objetivo sea promover e incentivar el desarrollo de la capacitación técnica en las áreas de mitigación y adaptación al cambio climático.

3 Aspirar a establecer una comunidad de ingenieros donde una membresía diversa e inclusiva pueda colaborar para la consecución de estrategias innovadoras de mitigación del clima, involucrando a jóvenes y mujeres ingenieras para minimizar el impacto del cambio climático.

4 Apoyar a los países en desarrollo sobre los conocimientos de ingeniería relativos a las mejores prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático, promoviendo la modificación de la educación impartida sobre cambio climático a en sus distintos niveles y de manera transversal a todas las ramas de la ingeniería.

5 Emplear la influencia global de la FMOI y de su entorno para recopilar información que permita ilustrar los impactos negativos del cambio climático sobre la mujer y otros colectivos desfavorecidos en todo el mundo, y aprovechar dicha información para no dejar a nadie atrás en el camino hacia el desarrollo sostenible.

6 Aplicar y fomentar el desarrollo de los principios de mitigación y adaptación climática como medidas clave del éxito

de nuestra industria, mediante la instauración de sistemas de clasificación, premios, galardones y menciones.

7 Adecuar las infraestructuras mediante actuaciones para alargar su vida útil y hacerlas más eficientes en su consumo de carbón y nueva construcción de las mismas cuando dicha solución produzca un menor consumo de carbono a lo largo de su vida útil y genere unos resultados sociales más inclusivos. Acelerar el cambio a principios de economía circular y el uso de materiales con un bajo coste intrínseco de carbono en su producción en nuestra actividad.

8 Incorporar al proceso de diseño de infraestructuras, como principio de actividad de la práctica del ingeniero, el análisis de costes a lo largo del ciclo de vida, el modelado de las necesidades de carbono a lo largo de su vida útil y su evaluación post-constructiva, y sumarse al objeto de optimizar y reducir los consumos de carbono y otros recursos (intrínsecos, operativos y de uso).

9 Adoptar principios prácticos de diseño regenerativo para el diseño de infraestructuras que permitan a la sociedad realizar los cambios necesarios para la consecución del objetivo de la conversión en economías de cero emisiones netas para 2050.

10 Aumentar los niveles actuales de colaboración entre la CMNUCC, FMOI y sus miembros, asociados, aliados, y todos los demás profesionales involucrados en el diseño y provisión de infraestructuras para reducir aún más los residuos generados durante su construcción y operación.

11 Trabajar con nuestros miembros, asociados y aliados para hacer realidad este compromiso. 🌐





Ingeniería ante el cambio climático

Con la presencia de la Alta Comisionada para la Agenda 2030, Cristina Gallach

El 5 de diciembre se celebró la jornada 'Ingeniería ante el cambio climático', organizada por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en el marco de la celebración de la COP25 en Madrid. Cristina Gallach, Alta Comisionada para la Agenda 2030, y José Polimón, vicepresidente del Colegio y presidente del Comité Técnico de Agua, Energía y Cambio Climático del Colegio, fueron los encargados de inaugurar la sesión.

Cristina Gallach agradeció el papel fundamental que están jugando los ingenieros de Caminos en la lucha contra el cambio climático. "Habéis asumido la importante contribución que se deriva de vuestra profesión, en una situación en la que la palabra 'sostenibilidad' está en el centro de todo. La COP es la alineación y la forma de visibilizar nuestro compromiso", ha manifestado. En su opinión, "es necesario asumir y verbalizar los retos con una agenda positiva. Estamos ante un marco de acción concreto que trasciende, consciente de las dificultades".

La Alta Comisionada resaltó el trabajo realizado "en los últimos 18 meses para que todos avancemos en este marco y cada colectivo lo asuma como propio, con gran liderazgo por parte de las políticas públicas". En este sentido, tam-

bién manifestó que es necesario que la "sociedad contribuya, tanto el sector económico como los profesionales, con cuyas acciones determináis que nuestro entorno sea sostenible". Cristina Gallach destacó la importancia de "contagiar de este espíritu a otros colectivos e involucrar a las nuevas generaciones, siempre en constante diálogo con las administraciones públicas". "Las infraestructuras son para las personas y para el planeta. Por eso, no hay que olvidar la parte humanista de vuestra profesión. Seguid en esta posición de liderazgo junto con la Agenda 2030, porque hay voluntad de cambio y de hacer las cosas de manera diferente", señaló. Para concluir, comentó que "la COP25 será un punto de inflexión, porque lo que estamos transmitiendo es que si seguimos actuando como hasta ahora no vamos a llegar todos. Tenemos un compromiso con las nuevas generaciones: dejarles un planeta habitable".

Por su parte, José Polimón dio lectura a un manifiesto firmado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Dicho escrito consta de tres puntos: compromiso, transición ecológica y procesos de mitigación y adaptación. En su intervención, señaló que los ingenieros de Caminos "estamos convencidos de que el cambio climático constituye el mayor y más grave desafío

que la humanidad debe enfrentar y por ello, nos hemos sumado al objetivo de la Unión Europea de alcanzar la 'neutralidad climática' en el 2050, apoyamos firmemente la celebración de la COP25 y votamos para que los acuerdos que salgan de esta Cumbre sean asumidos por los países y sectores afectados, que somos todos".

En este sentido, el Colegio de Ingenieros de Caminos presentó propuestas originales que se suman a las iniciativas de la Cumbre, y se ofreció para llevar a cabo cualquier acción cooperativa con los organizadores del evento. Asimismo, el Colegio y los profesionales que lo integran se ponen a su disposición y manifiestan su deseo de que el acuerdo que resulte de los debates y discusiones refuerce de manera eficaz la lucha contra el cambio climático, que es nuestro gran objetivo común.

En materia de transición ecológica, José Polimón señaló que "el Colegio comparte la idea de la nueva presidenta de la Comisión, Úrsula Von der Leyen, de aplicar un 'enfoque integral' a la cuestión del cambio climático, así como el anuncio de que propondrá la aprobación de una ley de Protección del Clima con el fin de movilizar inversiones por valor de un billón de euros en los próximos diez años". "Nos sumamos, en de-



José Javier Díez Roncero, Tomás Sancho, Cristina Gallach, Juan A. Santamera, Antonio Papell y José Polimón

finitiva, a la petición de que tenga lugar una transición ecológica socialmente justa, resiliente, sostenible y capaz de generar empleo. Entendemos que esta COP25 debe ser la punta de lanza de una acción climática transversal y permeable en todos los sectores económicos y sociales”, comentó.

Respecto a los procesos de mitigación y adaptación, estos “afectan a la ordenación del territorio, al urbanismo, a las obras públicas, a las infraestructuras y a los servicios que prestan. Los ingenieros de Caminos estamos dispuestos a desarrollar nuestra actividad de servicio público coordinadamente con las diferentes especialidades científico-tecnológicas necesarias para afrontar con éxito las actividades de adaptación y protección ante la crisis del clima en las ciudades, en la gestión del agua, en el sistema de transportes, en las costas, en el territorio, en la innovación tecnológica y en la gestión general de los recursos”.

A continuación, Íñigo Losada, catedrático de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Cantabria (UC) y director de Investigación del Instituto de Hidráulica de Cantabria (IHCantabria), pronunció una conferencia sobre la afección a las costas, según un informe del IPCC, en el que se analizan las implicaciones del

cambio climático. En él se observa que “el nivel del mar no aumenta de manera uniforme. Las contribuciones de la expansión térmica, de la dinámica oceánica y de la pérdida de hielo pueden generar desviaciones de un 30 % con respecto al nivel medio del mar global”. En este sentido, “hemos realizado proyecciones basadas en escenarios. Por eso, no podemos asociar una probabilidad concreta a diferentes situaciones, según cómo evoluciona la sociedad. Lo que hagamos en términos de mitigación del aumento del nivel medio del mar se notará a partir de la segunda mitad del siglo”.

Ante este estudio podemos tomar diferentes conclusiones: “no intervenir, establecer retrocesos planificados, mantener la línea de la costa o avanzar en la línea de la costa”. Para concluir, señaló que “todos los indicadores de cambio climático en el océano y la costa muestran una aceleración en las últimas décadas. El aumento del nivel medio del mar es el mayor factor de riesgo en zonas costeras, pero no el único (subsistencia, exposición, vulnerabilidad). También manifestó que “la mitigación es esencial para afrontar el reto del cambio climático, pero no suficiente para abordar los riesgos en la costa y la adaptación debería implementarse con estrategias flexibles, para ajustar la evo-

lución en el tiempo de nuestro conocimiento y coyuntura (económica, social, tecnológica, ambiental, etc.)”.

Por su parte, Davide Stronati, de la FMOI, leyó la ‘Declaración de Emergencia Climática’, en la que aboga por seguir creando conciencias, entender el intercambio de conocimiento, crear una comunidad inclusiva de ingenieros, involucrando a todos los países y poner en valor la economía circular. Davide Stronati se mostró preocupado por la cuestión de la emergencia climática y ha señalado que “la preocupación no es la misma en todo el mundo. Tenemos que compartir nuestra preocupación y hacer algo en todos los países del mundo”.

Y, seguidamente, Tomás Sancho, vicepresidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil, se ocupó de la gestión de fenómenos extremos (sequías e inundaciones), presentando un informe de la World Engineers Convention, que se celebró en Melbourne. En su intervención, señaló que “la ingeniería es fundamental para la lucha contra estos fenómenos y que debemos permanecer alineados con los ODS”. También destacó la importancia del conocimiento de la tecnología y la innovación.



José Polimón, Cristina Gallach e Íñigo Losada

Tomás Sancho subrayó la importancia de las lecciones aprendidas, como la importancia de la planificación, afrontando los riesgos de una manera planificada. También se refirió a la necesidad de actuar sobre la exposición y vulnerabilidad, no solo sobre la disminución de la peligrosidad de los eventos. “La ingeniería juega un papel muy importante para predecir a tiempo el fenómeno natural, las áreas afectadas, los riesgos y daños potenciales, la definición de las actuaciones de adaptación, etc.”.

“El papel actual del ingeniero es ser cada vez más colaborativo, lo que favorece la especialización y ello puede llevar a perder parte del liderazgo ejercido por los antiguos ingenieros generalistas. Esta especialización hace que exista una elevada cualificación para el manejo de herramientas complejas en el estudio de los eventos extremos como los SGI para la gestión de sequías e inundaciones o los modelos matemáticos utilizados en los estudios de hidráulica y en el diseño de presas de laminación de crecidas o de otras infraestructuras”, manifestó.

En materia de economía circular en aguas urbanas, Fernando Morcillo, presidente de AEAS y miembro del CT Agua, Energía y Cambio Climático del Colegio, señaló que se trata de una de

las claves para alcanzar la sostenibilidad, según el desarrollo de la COP25 en Madrid; “además, es un tema muy ligado al agua”. El abastecimiento y saneamiento del agua urbana es competencia municipal. Según datos de AEAS, en 2018 se suministraron 4.080 hm³, lo que supone el 15-18 % del uso de agua en España. El sector representa el 0,65 % del PIB y el precio por persona y año ronda los 104 euros –7.566 millones de euros al año–. Con 27 000 empleos directos y 35 000 indirectos. El agua urbana supone el 0,434 % del total de emisiones de GEI a la atmósfera y de 30,08 kg CO₂/año, lo que equivale a 15 litros de gasolina.

Hay cuatro grandes grupos dentro de la economía circular: reciclado y reutilización de materiales; producción, aprovechamiento y ahorro energético; valorización de subproductos como fangos y lodos; así como reutilización de agua: regeneración y suministro. “El sector de agua urbana contribuye decididamente a la economía circular, pero hay que cuidar lo existente y construir lo alternativo. Nosotros vamos a seguir trabajando con rigor, seriedad, profundidad, seguimiento para mostrar a la sociedad compromiso con estos objetivos”, concluyó.

Javier Baztán, de Naturgy y miembro del CT Agua, Energía y Cambio Climá-

tico del Colegio, ha centrado su discurso en el almacenamiento de energía. “La adecuación del sistema energético español a las exigencias del cambio climático va a precisar unas inversiones y unos cambios tecnológicos de gran envergadura en los próximos lustros, lo que va a suponer una gran oportunidad para nuestros profesionales y empresa”, subrayó. El almacenamiento de energía en el sistema eléctrico español admite diversas soluciones y tecnologías: “A corto plazo, la solución más eficiente a gran escala es el almacenamiento hidráulico en centrales reversibles, mientras que, a menor nivel jerárquico, la tecnología con mayor potencial será la de almacenamiento electroquímico mediante sistemas de baterías y sales fundidas”.

Asimismo, “se deberá acompañar la disponibilidad de nuevo almacenamiento de energía mediante centrales reversibles con el rápido crecimiento de la producción fotovoltaica y eólica, para controlar los vertidos de energía eléctrica y como consecuencia de ello, la ineficiencia del sistema”. Pero, además, según palabras de Javier Baztán, “existe una gran incertidumbre sobre la rentabilidad de las inversiones necesarias en nuevas centrales de almacenamiento de energía, que está retrasando la toma de decisiones sobre los proyectos

en estudios". Así, sería necesario agilizar la tramitación administrativa de los nuevos proyectos; así como clarificar la remuneración del almacenamiento de energía.

Por su parte, Baldomero Navalón, miembro del CT Agua, Energía y Cambio Climático del Colegio, y Luis Irastorza, CEO de TECNOPEN y miembro del CT de Ciudades, Territorio y Cultura del Colegio, valoraron las aportaciones al PNIEC. El plan realiza una electrificación de la economía del país y ofrece medidas sobre todos los sectores estratégicos: "Se calculan 236.000 millones de euros de inversión, de los que el 80 % provendrían del sector privado, una gran oportunidad para invertir en I+D+i, crear una industria local y empleo cualificado", afirmó Baldomero Navalón. Además, señaló que "las medidas propuestas en el PNIEC afectarán a las actividades profesionales que desarrollan los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos". Hay que tener en cuenta que la transformación del sistema eléctrico se centra en nuevas inversiones en generación renovable, pero también "hay que establecer interconexiones eléctricas internacionales, diseñar esquemas de apoyo retributivo al almacenamiento de energía, potenciar las redes, planificar el cierre progresivo de centrales nucleares y poner en marcha incentivos para la penetración del vehículo eléctrico".

Navalón realizó dos recomendaciones, primero en relación con la transformación del sistema eléctrico. "Se aconseja que el PNIEC incluya acciones necesarias en materia de redes y almacenamiento de energía a gran escala". Por otro lado, en lo que se refiere a la descarbonización de los sectores difusos, y en particular el transporte y la edificación, se sugiere que "se profundice, en colaboración con los actores relevantes de cada sector, en el contenido de las medidas que conformarán el plan, su ritmo de adopción y las estrategias para llevarlas a cabo".

Luis Irastorza, por su parte, completó este análisis desgranando las claves de la eficiencia energética en la edificación. "Es obvio que la edificación es uno de los sectores cuya descarbonización es necesaria y dentro del plazo objetivo (2050 para la UE)", subrayó. En este ámbito, la principal dificultad de descarbonizar está en el parque edificado. Así, los principales instrumentos para descarbonizar son planes de vivienda, el marco regulatorio de la Edificación, ERESEE, autoconsumo eléctrico y PNIECC. Se ha referido a la metodología Level(s): "Hay que avanzar hacia una metodología más holísticas de la edificación, que incorpore criterios de ACV, agua, salud, adaptación al cambio climático, costes y análisis de riesgos".

Finalmente, se celebró una mesa redonda sobre el PNIEC con los sectores implicados, bajo la moderación de César Lanza, de Tecnova Ingeniería y Sistemas y miembro del CT Agua, Energía y Cambio Climático del Colegio. Intervinieron María Moreno (SEOPAN); José Ignacio Martínez (AELEC); Fernando Morcillo (AEAS); Juan Antonio Gómez-Pintado (APCE); José M^a Quijano (CETM) y Fernando Argüello (FIDEX).

José Ignacio Martínez afirmó que el PNIEC es muy exigente en términos de objetivos, ya que "son muy ambiciosos, pero para las eléctricas representa toda una oportunidad en la medida en la que los objetivos son factibles siempre que se pongan en marcha políticas adecuadas y se realicen a menor coste posible".

María Moreno apuntó a la claridad de los objetivos del Plan en reducción de emisiones, energías renovables y eficiencia, "con una serie de ejes de actuación, maximizando beneficios y oportunidades y minimizando costes". Aunque en otros aspectos, el Plan requiere una mejora. "Es necesario identificar actuaciones concretas que resuelvan déficit inversor del sector, ya que queda mucho por hacer", afirmó.

Juan Antonio Gómez-Pintado puso el foco en la oportunidad que supone, ya que, al final, va a dar origen a un cambio de metodología que hacía falta. "En nuestro ámbito, encontramos dos vías de actuación: vivienda nueva, que cuenta con tecnología para la sostenibilidad, y, por otro lado, vivienda existente y cómo abordar las cantidades de vivienda de renovación". Y es que la clave estará en la rehabilitación y regeneración del parque de viviendas: "Hay que empezar ya y bien organizados, pero no esperar. Aunque la gobernanza no es fácil, supone un gran reto".

Fernando Morcillo se refirió a un sector ya electrificado por lo que el desafío tecnológico va en otras direcciones. "El PNIEC gusta porque hay planificación. Hemos vivido época donde las idas y venidas en materia de energía han sido brutales. El sector ha intentado hacer cosas, pero todo eran dificultades. En este sentido, la seguridad jurídica es vital". Además, añadió otro elemento que quizá el PNIEC no recoge: la coordinación administrativa y la derivada de las entidades locales.

José M^a Quijano destacó que los desafíos son muchos, todos a favor de mejorar; y que oportunidades hay muchas, pero esto provoca confusión sobre qué es lo mejor y a qué nos podemos acoger". Y añadió que "el papel lo aguanta todo, por lo que las cautelas deben ser necesarias para diferenciar criterios políticos de las necesidades reales. Hay que poner fechas concretas y contar con sectores específicos".

Fernando Argüello afirmó que el PNIECC "supone un desafío tremendo para toda la profesión y una oportunidad inmensa en todos los campos en los que trabajamos los ICCP". También hay que ver las dificultades y las cautelas: "El lema de la COP25 señala que ya es momento de actuar y manifiesta que hay urgencia por actuar, pero no hay que confundir urgencia con prisas". Para esto, "hay que jerarquizar actuaciones y que se respeten los criterios técnicos".



Transformación digital en agua, energía y medio ambiente'

Dentro de las actividades organizadas por la Oficina de Transformación Digital

El pasado 10 de diciembre se celebró una nueva jornada dentro de las actividades que desarrolla la Oficina de Transformación Digital, que tiene su sede en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. En esta ocasión, las intervenciones giraron en torno a la transformación digital en el ámbito del agua y el medio ambiente, como parte de las jornadas dedicadas al ámbito de actuación de los ingenieros de Caminos. Esta cita se enmarca también en las actividades que está organizando el Colegio durante la semana en la que se está celebrando la COP25 en Madrid.

La jornada fue presentada por José Polimón, vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, quien hizo referencia al manifiesto que se presentó en la jornada del día 5 sobre la ingeniería y el cambio climático. En dicho escrito, bajo el título 'La Ingeniería ante el cambio climático', el Colegio y la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil hacen hincapié en tres puntos: el compromiso con la lucha contra el cambio climático, la transición ecológica y los procesos de mitigación y adaptación. José Polimón se refirió a la necesidad de "crear y trabajar en equipos multidisciplinares en los que se integren profesionales de diferentes disciplinas para abordar el cambio climático desde diversos puntos de vista a la vez". Por último, presentó a los participantes en la jornada y puso en valor la celebración de este encuentro para "potenciar mejor el manejo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, para mejorar la gestión del agua y la conservación del medio ambiente". El vicepresidente se mostró convencido de que "si conseguimos aplicar de manera eficaz la transformación digital en este ámbito, podremos conseguir una mejora eficiente de los resultados".

El siguiente en intervenir fue el secretario general de Administración Digital del Ministerio de Política Territorial y Función Pública, Fernando de Pablo, quien señaló que "debemos utilizar la tecnología como un medio y no como un fin. Los cambios hacen que nos enfrentemos a retos medioambientales y estratégicos, que vienen derivados del acelerado avance tecnológico, basado en la gestión de datos, el futuro del trabajo, los trabajos del futuro y otra serie de variables que nos abocan a la 4ª revolución industrial". También comentó que la "transformación digital es percibida por algunos como negativa. Sin embargo, yo creo que es una gran oportunidad para superar una serie de retos. Las Administraciones Públicas tenemos que coordinarnos para contribuir a estos retos. También nosotros estamos viviendo esa transición; una transición que nos obliga a ser más eficientes no solo económicamente, sino socialmente; sin perder de vista las necesidades de los ciudadanos y las empresas". En su opinión, "en España nos encontramos en una situación inmejorable para afrontar el futuro: somos los primeros de Europa en implantación de fibra óptica, los 4º, en el uso de servicios públicos digitales... Solo es necesario tener confianza en nuestro país, en nuestros ciudadanos y en nuestras administraciones".

José Javier Díez Roncero, secretario general del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, participó como moderador de una posterior mesa redonda institucional. En su alocución, se refirió a la "necesidad de seguir trabajando en la innovación, porque, aunque nuestras infraestructuras son capaces, según un reciente informe de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil salen mal paradas frente a la innovación y el futuro, sobre todo las hidráulicas".



José Javier Díez Roncero, Francisco Javier Baratech, José Polimón, Fernando de Pablo y Ramón Gutiérrez

La mesa redonda comenzó con la participación de Francisco Javier Baratech, director general de Acuamed, quien realizó una presentación de su compañía. En su intervención, destacó la puesta en funcionamiento de instalaciones que mejoran la calidad del agua que llega los ciudadanos. “En la actualidad, estamos trabajando en la puesta en marcha de tres desaladoras en la cuenca del Segura. Además, durante 2019 vamos a producir 280 hectómetros cúbicos de agua, de los que 190 se han destinado a regadío y los 90 restantes al abastecimiento y usos industriales”, comentó. En cuanto a transformación digital, “Acuamed está trabajando en la mejora del software de gestión, una mejora en la calidad y el cuidado de la afección ambiental de los vertidos de las desaladoras. Además, contamos con un gestor documental, procedimientos de gestión y desmaterialización de la gestión”.

Ramón Gutiérrez Serret, director del Centro de Estudios de Puertos y Costas del Cedex, hizo referencia al Plan de Transformación Digital del Ministerio de Fomento 2020-2022 y a diferentes proyectos tecnológicos en los que están inmersos. Entre ellos ha destacado el proyecto Infomar, con el que se pretende la unificación de datos de cartografía marina; la evaluación del ruido submarino, según la Directiva de Ordenación Espacial Marina, con extensión a las costas españolas; la delimitación de zonas con protección ambiental; los estudios de maniobras de buques; y el Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en las costas, un estudio encargado por la Oficina Española de Cambio Climático, en el que “nos encargamos del diseño de la estructura de datos para integración, intercambio y comparabilidad de la información de cada comunidad autónoma”. Por último,



José Polimón, Fernando de Pablo y José Javier Díez Roncero

se refirió a la labor de la IAHR, en la difusión internacional del conocimiento en el tema del agua.

Federico Estrada, director del Centro de Estudios Hidrográficos del Cedex, señaló la “necesidad de incorporar nuevos desafíos y nuevos perfiles profesionales para seguir estudiando la disponibilidad del agua en nuestro país”. En su intervención, se ha referido a los ‘Anuarios de aforos’, que “fueron digitalizados en 2008, recopilando toda la información técnica y dando continuidad a los datos”; la evaluación de los recursos hídricos; la evaluación del impacto del cambio climático, mediante los modelos de la AEMET y las evoluciones futuras que establece la Oficina Española del Cambio Climático, seleccionando varios escenarios de emisiones. Por último, señaló que se están desarrollando grandes avances en los modelos tridimensionales.

En esta mesa institucional también participó Josefina Maestu, asesora del Gabinete del Secretario de Estado de Medio Ambiente, quien estructuró su intervención en una vertiente internacional y otra nacional. En la primera de ellas se ha referido al “último Foro de Davos, en el que se trató el riesgo del agua a nivel mundial y se pusieron de relieve la importancia de las soluciones y los desarrollos tecnológicos, para avanzar a nivel mundial”. En España, la situación del agua se analiza en el ‘Libro Verde de la Gobernanza del Agua’. “En él se recoge cómo hay que avanzar y cómo hay que incorporar nuestros procedimientos, usar la tecnología para hacer más y mejor las cosas. En la actualidad, disponemos de aplicaciones como drones y la posibilidad de teledetectar posibles usos de agua que se realizan sin autorización para ello. También podemos prever situaciones de emergencia. Pero la aplicación de las



Mesa redonda moderada por Víctor Izquierdo

nuevas tecnologías todavía es desigual, ya que se da una mayor tecnificación en baja y en zonas urbanas, pero menos en alta. Necesitamos mejorar las tramitaciones administrativas, la recogida de la información y la utilización de la nube. Es necesario disponer de los datos de las cuencas intracomunitarias, apostar por la ciberseguridad, por una estrategia global, por un plan de formación del funcionariado y por un plan de normalización de datos”, señaló.

Tras esta mesa institucional se ha celebrado otra técnica moderada por Víctor Izquierdo, asesor en Transformación Digital del Colegio. Durante su primera intervención, presentó a Federico Fernández, subdirector general de Formación y Relaciones Institucionales de la Dirección General de Protección Civil Emergencias; Alfonso Andrés, presidente del Grupo Inclam; y Sara Centeno, responsable del área de Agua y Medio Ambiente de Creatividad y Tecnología, S. A. Todos ellos realizaron una presentación sobre la importancia de la transformación digital en cada uno de sus ámbitos de actuación.

Para Federico Fernández, “las cifras de catástrofes denotan que cada vez son más virulentas por efectos del cambio climático y el impacto de las nuevas formas de tecnología”. “La transformación digital permite mejorar la eficacia, la seguridad y la eficiencia en todo el ciclo de la protección civil, singularmente de los equipos de primera respuesta, incrementado

así la seguridad de los ciudadanos”. Según la IFAFRI, “es necesario conocer la ubicación de los equipos de respuesta y su cercanía a los riesgos y peligros en tiempo real y detectar, monitorizar y analizar peligros y amenazas en las escenas de incidentes en tiempo real, entre otras”. Para mejorar la aplicación de las tecnologías en la protección civil es necesaria su normalización, “los estándares abiertos ayudarán a reducir los costos y garantizar la interoperabilidad. Además, el alcance de las tecnologías digitales debe tenerse en cuenta en estrategias de comunicación durante un desastre”.

Alfonso Andrés comentó que en España “sabemos producir herramientas informáticas, pero no sabemos venderlas y no existe colaboración entre la administración y las empresas. Eso hay que corregirlo, poniendo a disposición de las empresas no solo los resultados de los informes que elabora la administración, sino también los datos. La colaboración es fundamental en la transformación digital”.

Sara Centeno realizó una exposición de los servicios de Creatividad y Tecnología, respecto al ámbito en agua. En su opinión, “es importante disponer de sistemas de información y alerta temprana y ser eficaces y eficientes en la operación del ciclo integral del agua. Por último, destacó “la importancia de incorporar a las personas y los procesos en la tecnología para lograr una eficaz transformación digital”. 📍

listos para la revolución de los recursos



En 2050, en el mundo vivirán 9.000 millones de personas, la mayoría en grandes ciudades. Este crecimiento de la población plantea dos grandes retos: el acceso al agua y la gestión eficiente de los residuos. Por eso en SUEZ innovamos para crear soluciones hídricas alternativas y transformar los residuos en nuevas fuentes de energía. Nuestro objetivo: garantizar a las generaciones futuras el acceso a los recursos naturales.

www.suez.es



La afección del cambio climático a las costas españolas



ÍÑIGO J. Losada

Catedrático de Ingeniería Hidráulica
ETSI de Caminos, Canales y Puertos
Director de Investigación
IHCantabria
Universidad de Cantabria
Coordinador de Cambio Climático
de la CAECC

RESUMEN

La costa española está sometida a una altísima presión de origen antrópico, que se verá fuertemente agravada por el cambio climático. Este artículo pretende dar una visión general sobre cuál es el estado del conocimiento y de algunas de las acciones que se han emprendido en España para hacer frente al cambio climático en la costa. Además de mostrar los instrumentos de gobernanza más importantes, se presenta una visión general sobre las proyecciones de la dinámica costera y sus efectos sobre algunos sectores críticos, haciendo especial énfasis sobre el papel de la ingeniería civil para afrontar este reto.

PALABRAS CLAVE

Cambio climático, riesgos en la costa, ingeniería de costas, adaptación

ABSTRACT

The Spanish coastline is already subject to considerable anthropic pressure which will only be worsened by climate change. This article aims to provide a general overview of the state of knowledge and some of the actions that have been undertaken in Spain to tackle climate change on the coast. Following an outline of the most important management instruments, the article goes on to provide a summary of the forecasts of coastal dynamics and its effects on certain critical sectors, and places special emphasis on the role of civil engineering to face this challenge.

KEYWORDS

Climate change, risks on the coastline, coastal engineering, adaptation





INTRODUCCIÓN

España es un país que cuenta con un litoral de gran extensión y riqueza, ocupado con numerosos ecosistemas y espectaculares paisajes. Además, la economía española es altamente dependiente de la costa y de sus mares, ya que es donde residen importantes actividades socioeconómicas: transporte marítimo, pesca comercial y deportiva o un turismo masivo de sol y playa. Pero, además, la costa española incluye algunas de las ciudades y núcleos urbanos más importantes del país.

Lamentablemente, el modelo de desarrollo económico implantado en las últimas décadas y la explotación extensiva de sus recursos supone una amenaza para el litoral, que ha incrementado su exposición y vulnerabilidad debido a la alta degradación sufrida. A estas presiones de origen humano hay que añadir la amenaza del cambio climático. El aumento del nivel medio del mar (ANMM) y su efecto sobre los niveles extremos, el aumento de la temperatura superficial del mar, la acidificación o los cambios en los oleajes y mareas meteorológicas están contribuyendo y contribuirán, aún más en el medio y largo plazo, a un considerable aumento de los riesgos en la costa. Esto requiere, paralelamente a las políticas de mitigación, una ambiciosa y bien planificada estrategia de adaptación para hacer frente a los riesgos residuales que, sin duda, no van a poder ser abordados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) o alcanzando la neutralidad a mitad de siglo.

La redacción de esta contribución a nuestra revista se desarrolla durante la fase final de la borrasca Gloria. Un evento extremo que ha tenido un efecto devastador en la costa mediterránea española con un fatal desenlace para la vida de más de una docena de personas, daños incalculables sobre los ecosistemas costeros, daños

materiales sobre las infraestructuras y equipamientos costeros y consecuencias sobre la actividad económica de sectores clave asentados en esta parte del territorio tan expuesta a los eventos meteorológicos extremos y el cambio climático.

Aunque será necesarios abordar estudios específicos para ver si este evento es atribuible o no al cambio climático, Gloria supone un aviso importante sobre las consecuencias que el cambio climático puede tener para la costa española en un futuro cercano. Como se verá más adelante, el aumento del nivel mar en la costa por el efecto de la marea meteorológica asociada a Gloria (entre 60 y 100 cm según las zonas), será el nivel alcanzado por el nivel medio del mar de forma permanente hacia final de siglo, lo que llevaría a sufrir eventos análogos con una frecuencia mucho mayor, haciendo la gestión actual del litoral mediterráneo insostenible.

En este artículo se pretende dar una visión general sobre la situación del conocimiento del cambio climático en la costa española, las iniciativas que se están llevando a cabo para afrontar sus consecuencias y sobre el papel que el ingeniero de caminos juega y debe jugar en este ámbito.

ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS EN ESPAÑA

En España, el instrumento jurídico más importante para abordar el problema del cambio climático en las zonas costeras es La Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas. Dicha Ley se acompaña del Reglamento General de Costas, aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.

Esta Ley supuso un cambio sustancial para abordar el problema del cambio climático en la costa pues incorpora





regulaciones específicas para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral. Entre otros, exige que los proyectos para la ocupación del dominio público marítimo terrestre (DPMT) vengan acompañados de una evaluación prospectiva sobre los posibles efectos del cambio climático e incorpora como causa de extinción de las concesiones, el supuesto de que las obras o instalaciones estén en riesgo cierto de ser alcanzadas por el mar. Más aún, la Ley impuso al entonces MAGRAMA la obligación de elaborar una estrategia para la adaptación de la costa, con el fin de disponer de un diagnóstico riguroso de los riesgos asociados al cambio climático que afectan a nuestra costa, y de planificar una serie de medidas que permitan reducir sus efectos. Igualmente, la Ley especifica la obligatoriedad de que las Comunidades Autónomas a las que se hayan adscrito terrenos de dominio público marítimo-terrestre, presenten un plan de adaptación específico para dichos terrenos. Esto es especialmente relevante pues hace referencia a todos los puertos de gestión autonómica, base fundamental de la actividad pesquera y recreativa en nuestras costas.

Sobre esta base, con fecha 24 de julio de 2017, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar resolvió aprobar la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa, que fue sometida a evaluación ambiental estratégica ordinaria (MITECO, 2017; Losada et al. 2019). La Estrategia recoge un diagnóstico de la situación presente en la costa española, fija objetivos específicos y formula un conjunto de directrices generales para abordar metodológicamente el análisis de los riesgos derivados del cambio climático en la costa española, así como la determinación de los umbrales de riesgo y consecuencias aceptables. Mención especial merece la parte de la Estrategia que analiza las diferentes opciones de adaptación, priorizando las soluciones basadas en ecosistemas, o

verdes, para la protección de la costa, así como las recomendaciones para la implementación y seguimiento de proyectos de adaptación. Es importante señalar que la Estrategia recoge también un conjunto de indicadores para evaluar la eficiencia de las actuaciones de adaptación.

Al margen de estas dos grandes herramientas y el Plan Nacional de Adaptación, en la actualidad en fase de revisión, las Comunidades Autónomas costeras tienen también, dentro de sus competencias, instrumentos para una gestión sostenible de la costa y planes de adaptación que incluyen referencias específicas al espacio costero.

ANÁLISIS DE RIESGOS

Como base fundamental para la adaptación de la costa al cambio climático, la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa, establece la necesidad de identificar los riesgos derivados del cambio climático en la costa española con criterios homogéneos que permitan la priorización de actuaciones. Estos diagnósticos deben repetirse, aproximadamente, quinquenalmente con el fin de reducir posibles incertidumbres gracias a la incorporación de nuevo conocimiento científico y especialmente de bases de datos y proyecciones nuevas o actualizadas que vayan estando disponibles.

El marco del riesgo recomendado es el establecido por el IPCC (Wong et al., 2014) que formula el riesgo asociado a un impacto o conjunto de impactos en la costa como la integración de la peligrosidad inducida por las amenazas de origen climático, la exposición y la vulnerabilidad. El incremento o disminución en cualquiera de ellas o en cualquiera de sus combinaciones posibles, puede conducir a un incremento o disminución del riesgo.

Para poder implantar la evaluación de riesgos el MITECO planteó tres iniciativas que sirvieran como catalizado-

res del proceso: 1) la realización de un estudio piloto en el Principado de Asturias que sentara las bases metodológicas para estudios posteriores; 2) la financiación y supervisión de los estudios de riesgo de cambio climático en la costa a realizar por las diferentes Comunidades Autónomas y 3) la elaboración de proyecciones dinámicas multimodelo de las variables relevantes de la dinámica costera para ponerlas a disposición de las entidades que quieran hacer uso de las mismas en sus análisis de riesgo o planes de adaptación.

A continuación, se describen con más detalle alguna de estas iniciativas.

Proyecciones de la dinámica costera

Como parte del proceso de evaluación del riesgo en la costa y para facilitar un análisis con un cierto nivel de homogeneidad a lo largo de toda la costa española, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha facilitado proyecciones dinámicas multimodelo de las variables marinas fundamentales, temperatura superficial del mar, marea meteorológica, oleaje y nivel medio del mar, con alta resolución espacial para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 y los periodos 2026-2045 y 2081-2100, utilizando como periodo de referencia 1985-2005 (MITECO, 2019). Los resultados fundamentales son los siguientes.

Todos los modelos de la temperatura superficial del mar (SST) proyectan, para cualquier horizonte y escenario, un incremento de su valor medio con respecto al periodo base (1985-2005) en toda la costa española. Más del 80% de los modelos muestran que los mayores incrementos de la SST se producirán en la costa mediterránea española, en las últimas décadas del siglo XXI y para el RCP8.5. Esto es especialmente importante en las aguas de las islas Baleares en las que se proyectan incrementos de hasta 4oC en los valores medios del periodo





(2081-2100). Estos incrementos llevan asociada una mayor probabilidad de temperaturas extremas y olas de calor marinas con importantes implicaciones para los ecosistemas marinos.

En cuanto al oleaje, los resultados de las proyecciones muestran que su respuesta es altamente dependiente de la localización, el escenario y los horizontes considerados, así como de el parámetro considerado: altura de ola, periodo o dirección. Por ejemplo, para el periodo de fin de siglo y el RCP8.5, la altura de ola significativa extrema muestra importantes disminuciones (~30 cm) en la fachada gallega pero importantes cambios en la dirección del oleaje en la fachada norte de las Islas Baleares. Para estas condiciones, se observan disminuciones de la altura de ola extrema del mismo orden en las fachadas más expuestas al Atlántico en las Canarias. Sin embargo, las alturas de ola extremas son mayores (~20 cm) en las fachadas orientales de las islas. Por tanto, no se pueden extraer conclusiones genéricas sobre las proyecciones de oleaje y será necesario analizar los cambios localmente.

En general, e independientemente de los escenarios y horizontes considerados, los extremos de marea meteorológica

muestran pequeñas variaciones con respecto al periodo (1985-2005).

La figura 1, muestra que existe un gran acuerdo entre los modelos en que se producirá un mayor aumento con respecto al periodo base (1985-2005) a fin de siglo y mayor para un escenario de emisiones alto que medio.

En el corto plazo (2026-2045) los modelos proyectan en su banda superior valores similares para los dos escenarios, entre 17 y 25 cm en función del escenario y la localización. Las mayores diferencias se aprecian para el periodo (2081-2100). En el escenario RCP4.5 los modelos proyectan en su banda superior ANMM entre los 55 cm y 70 cm en la costa española con máximos en Canarias, Baleares y costa cantábrica occidental. Para el RCP8.5, la banda superior proyecta un incremento notable con valores superiores a los 75 cm en toda la costa y especialmente altos en Galicia, Baleares (> 80 cm) y en Canarias donde se proyectan aumentos cercanos a 1 m.

Un aspecto novedoso a considerar es que en el último informe del IPCC (2019), se advierte de que la contribución de la Antártida al ANMM se ha venido infraestimando, por lo las nuevas proyecciones de ANMM global se han

incrementado para 2100 y el RCP8.5 en una decena de centímetros, alcanzando 1.10 m.

El ANMM favorece la inundación permanente de las zonas bajas afectando a humedales, marismas, ecosistemas costeros y estuarios; asimismo incrementa la erosión de largo plazo en playas y especialmente reduce el periodo de retorno de los eventos extremos de inundación y erosión. Para valores por encima de ciertos umbrales y, en función de las características de la infraestructura, puede conducir a averías, daños diversos y pérdidas de operatividad.

De esta información se puede concluir que el mayor factor de riesgo para la costa española lo supone, en primer lugar, el ANMM y sus implicaciones sobre los eventos extremos y, en segundo lugar, el aumento de la SST y su afección sobre los ecosistemas. Asimismo, es importante destacar que los efectos serán mayores para escenarios con más alto nivel de emisiones de GEI y a medida que nos acerquemos a fin de siglo.

Análisis de riesgo

Como se ha dicho anteriormente el MITECO desarrolló en colaboración con

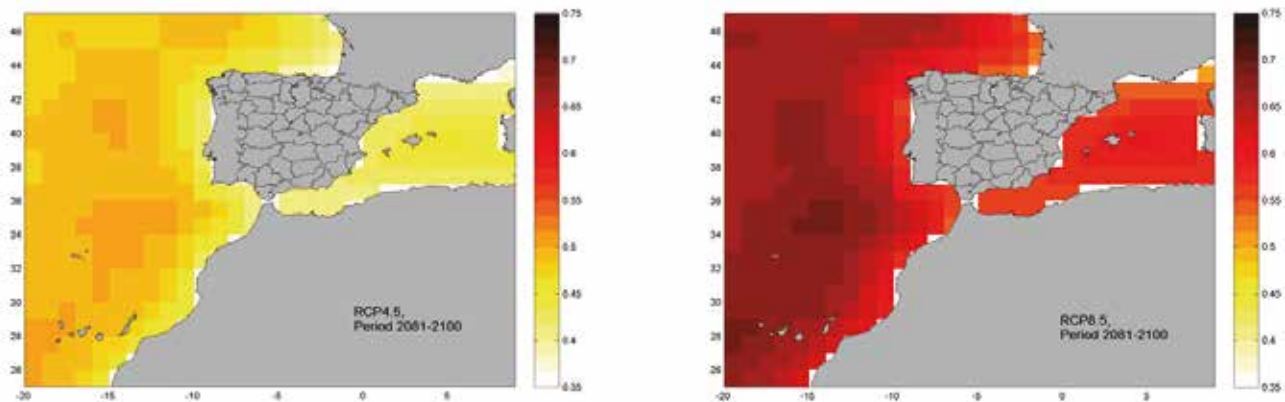


Fig. 1_ Proyecciones del aumento del nivel medio del mar a lo largo de la costa española. Los valores corresponden a las diferencias en el nivel medio del mar local, en el periodo 2081-2100 con respecto al periodo base (1985-2005) y para los escenarios RCP4.5, RCP8.5.





el Principado de Asturias un estudio piloto que sirviera para sentar las bases del análisis de riesgos en toda la costa española. Aunque no exclusivamente, la mayor parte del estudio piloto se centró en el análisis de la inundación y la erosión (MITECO, 2016).

Inundación

En dicho estudio se propuso una metodología para caracterizar la inundación costera bajo distintos escenarios de riesgo (MITECO 2016, Toimil et al. 2016). El riesgo se obtiene de la combinación de la peligrosidad, definida a través de los cambios en las dinámicas marinas, la exposición, asociada a los elementos socioeconómicos susceptibles de verse inundados, y la vulnerabilidad, ligada a la sensibilidad de los elementos que están expuestos a sufrir

daños. Así, peligrosidad, exposición y vulnerabilidad se calculan de forma independiente y posteriormente se integran en un modelo de daños para proporcionar las consecuencias del riesgo en términos socioeconómicos.

Para ello, se construye un conjunto de escenarios climáticos combinando eventos extremos y cambios futuros a medio y largo plazo, que alimentan un modelo de impacto que tiene en cuenta la topografía subyacente y los elementos defensa costera existentes, para generar los mapas de inundación. La exposición se define, para la situación actual y para el futuro, a través de los sectores población, vivienda, industria, infraestructuras críticas, agricultura y ecosistemas, y sus correspondientes indicadores socioeconómicos. En cuanto a la vulnerabilidad, se aplican

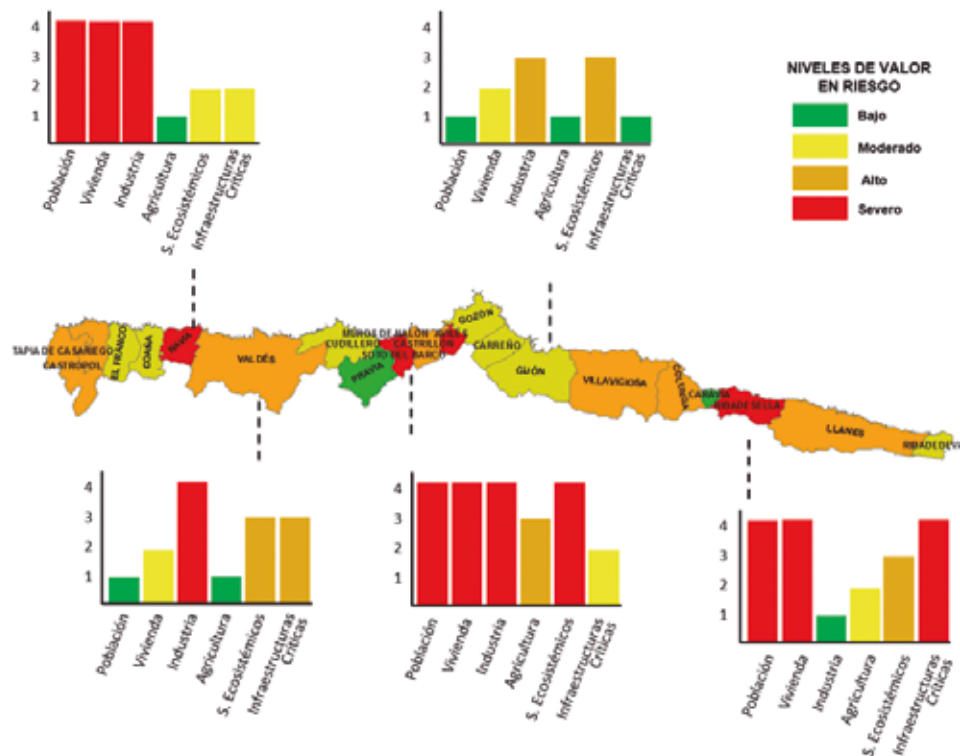


Fig. 2 Ejemplo de valor en riesgo sectorial agregado para la combinación del evento de 100 años de periodo de retorno y el ANMM correspondiente al escenario RCP8.5 en la costa del Principado de Asturias. Código de colores: verde (valor 1= valor en riesgo bajo), amarillo (valor 2= valor en riesgo moderado), naranja (valor 3= valor en riesgo alto) y rojo (valor 4= valor en riesgo severo).





funciones de daño específicas para aquellos activos expuestos y funciones de interrupción de la actividad para los flujos económicos. Por último, los mapas de inundación, los datos de exposición y las curvas de vulnerabilidad se integran en el modelo de daños. Como resultado, se obtienen las consecuencias del cambio climático para un conjunto de escenarios de riesgo que combinan cambios en el clima y en la coyuntura socioeconómica para un conjunto de sectores. La Figura 2 muestra un ejemplo del valor en riesgo sectorial agregado en cada uno de los municipios de la costa del Principado de Asturias.

Erosión

En el estudio piloto se propuso una metodología para caracterizar la erosión

costera y el riesgo de pérdida de valor recreativo asociado a escala regional en 57 playas encajadas (Toimil et al. 2017). El riesgo se obtiene combinando: la peligrosidad, definida a través de los cambios en las dinámicas marinas, la exposición, descrita a partir del valor recreativo de las playas, y la vulnerabilidad, asociada a la susceptibilidad de las playas a perder valor recreativo. Se utiliza un modelo de erosión que permite cuantificar de forma robusta la incertidumbre en la evolución futura de la línea de costa con un análisis probabilístico. Esto permite obtener miles de evoluciones potenciales futuras de la línea de costa, así como los estadísticos de retroceso asociados. La Fig. 3 muestra el retroceso estructural de la línea de costa con su incertidumbre en las playas de estudio a fin de siglo para el RCP8.5.

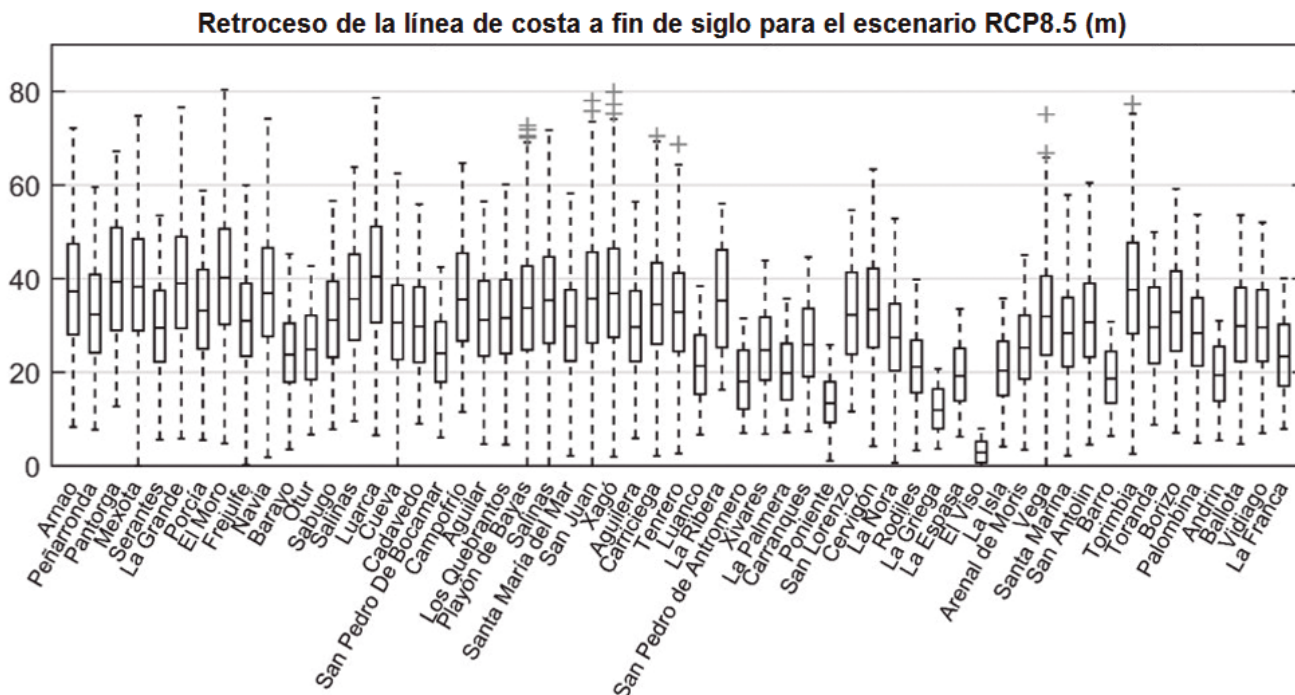


Fig. 3 Ejemplo de distribución espacial del percentil del 75% (marca superior de la caja), mediana (marca central de la caja) y percentil del 25% (marca inferior de la caja) de todo el rango de R2100 para cada playa (de O a E), a fin de siglo, y para el RCP8.5.



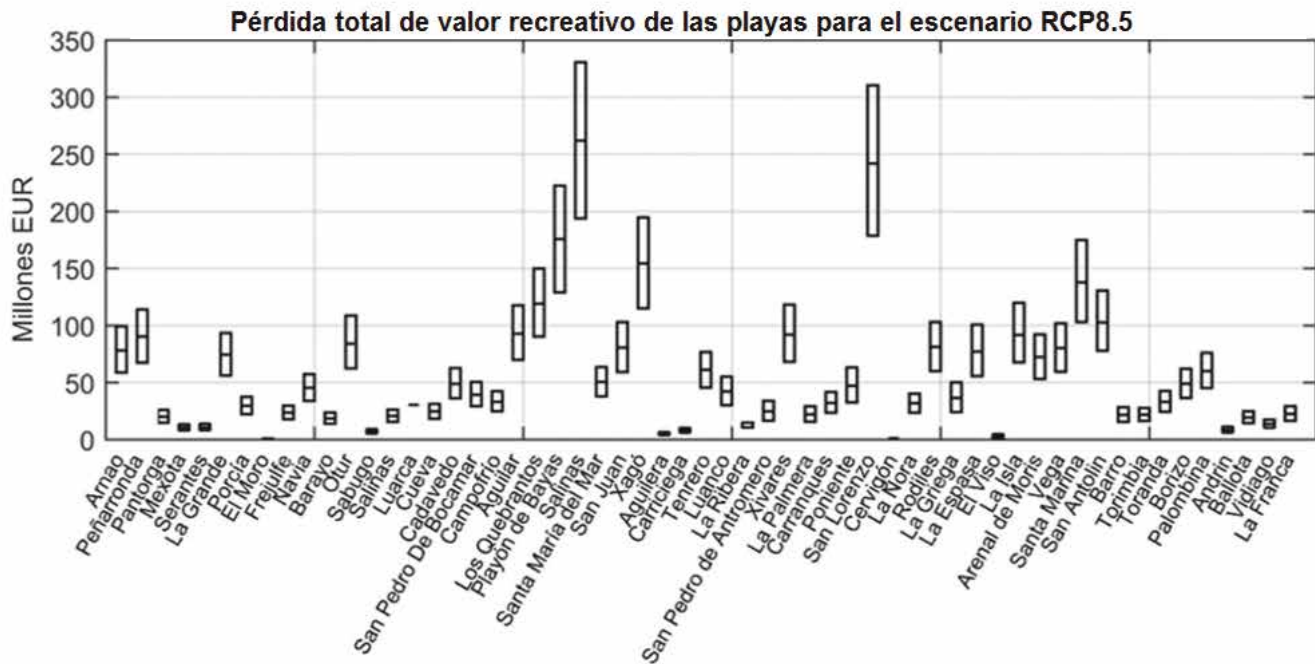


Fig. 4 Distribución espacial de la pérdida acumulada o total de valor recreativo correspondiente al percentil del 75% (marca superior de la caja), mediana (marca central de la caja) y percentil del 25% (marca inferior de la caja) de todo el rango de R2100 para cada una de las 57 playas (de O a E), a fin de siglo, y para el RCP8.5.

Los resultados de erosión obtenidos se combinan con criterios ambientales y sociales (exposición) y, finalmente, se les aplica una serie de factores correctores que tienen en cuenta las características, la calidad y los servicios específicos de cada playa (vulnerabilidad), dando lugar al riesgo de pérdida de valor recreativo de las playas de estudio. La Fig. 4 muestra la distribución espacial de la pérdida acumulada de valor recreativo y su incertidumbre en las playas asturianas a fin de siglo para el RCP8.5 (Toimil et al. 2018).

En la actualidad las diferentes Comunidades Autónomas están elaborando sus análisis de riesgo para la costa y los planes de adaptación para los terrenos concesionados bajo el marco del Plan PIMA Adapta Costas. El MITECO está dotando este Plan de recursos económicos, fuentes de datos y bases metodológicas que permitirán realizar un

análisis homogéneo de las prioridades de adaptación en nuestras costas.

Adaptación

Una vez analizados los riesgos, será necesario afrontar la adaptación dado que, primero, la pérdida de resiliencia de nuestras costas frente al clima por la acción antrópica requiere la implementación de medidas inmediatas para paliar los efectos de los eventos extremos sobre ecosistemas, población y medio construido y, segundo, la mitigación no será capaz de abordar los riesgos residuales de los cambios que se van a producir en la costa. Volviendo a Gloria, es evidente que una gestión de la costa que hubiera facilitado una exposición y vulnerabilidad más reducida, por ejemplo, mediante una adecuada gestión del sedimento en la costa mediterránea, hubiera reducido considerablemente los daños experimentados.



La adaptación de la costa se puede resumir en tres grandes alternativas: retroceder, acomodarse a las nuevas condiciones o mantener la línea de costa en una posición determinada. Independientemente, de cuál sea la fórmula para implementar cada una de ellas, es necesario tener en cuenta que su diseño deberá hacerse en un marco de incertidumbre y de recursos limitados y además, con unas consecuencias sociales y ambientales de gran alcance. Es decir, España debe realizar una transición en la gestión de la costa equivalente a la que se está planteando en otros sectores para hacer frente al cambio climático. Esto solo puede hacerse con un debate riguroso sobre nuestro modelo de gestión de la costa; con base en el conocimiento científico y en la implementación de estrategias y técnicas de observación permanente que nos permitan plantear trayectorias de adaptación, minimizando la incertidumbre y optimizando su eficiencia y, por supuesto, atendiendo a las importantes repercusiones sociales, económicas y ambientales que puede suponer un cambio de estas características.

EL PAPEL DE LA INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

La ingeniería de caminos, canales y puertos ha jugado un papel fundamental a lo largo de la historia en el diseño, proyecto, construcción y explotación de infraestructuras en la costa, pero también en la defensa y mantenimiento de la misma. Su formación específica para trabajar en la costa, su capacidad para interactuar con otras disciplinas y tomar decisiones en un marco de incertidumbre, convierten a este profesional en un elemento crítico para afrontar la adaptación al cambio climático. Más aún, su actividad en sectores relevantes como el ciclo integral del agua o en otros esenciales para la mitigación de GEIs, hacen que la ingeniería de caminos sea quizás una de las profesiones con mayor responsabilidad y oportunidades para realizar una gran transición hacia una gestión de la costa y, por ende, de un planeta más sostenible. 🌱

REFERENCIAS

- IPCC (2019). Technical Summary. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/04_SROCC_TS_FINAL.pdf
- Ley 2/2013 de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. <https://www.boe.es/eli/es/l/2013/05/29/2/con>.
- Losada, I.J., Toimil, A., Muñoz, A., Garcia-Fletcher, A.P., Diaz-Simal, P. (2019). A planning strategy for the adaptation of coastal areas to climate change: the Spanish Case. *Ocean & Coastal Management*, 182, 104983.
- MITECO (2016) Costes de la inacción debidos al cambio climático en la costa de Asturias. https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/informe_final_act_4_asturias_tcm30-163202.pdf
- MITECO (2017). Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española. https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategiaadaptacionccaprobada_tcm30-420088.pdf
- MITECO (2019). Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección

de impactos del cambio climático a lo largo de la costa española. https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/tarea_2_informe_pima_adapta_mapama_tcm30-498855.pdf

- Toimil, A., Losada, I.J., Diaz-Simal, Iza-guirre, C., Camus, P. (2017). Multi-sectoral high-resolution assessment of climate change consequences of coastal flooding. *Climatic Change* 145, (3-4), 431-444.
- Toimil, A., Losada, I.J., Camus, P., Diaz-Simal, P. (2017). Managing coastal erosion under climate change at the regional scale. *Coastal Engineering*, 128, 106-122.
- Toimil, A., Diaz-Simal, P., Losada, I.J., Camus, P. (2018). Estimating the loss of beach recreational value under climate change. *Journal of Tourism Management*, 68, 387-400.
- Wong, P.P., I.J. Losada, J.-P. Gattuso, J. Hinkel, A. Khattabi, K.L. McInnes, Y. Saito, and A. Sallenger (2014): Coastal systems and low-lying areas. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361-409.





JOSEFINA Maestu

Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales UAM. Máster en Planificación Territorial, Universidad Politécnica de Oxford.

Asesora de Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

La COP25

ha servido para que entendamos mejor en España la importancia del esfuerzo de la adaptación del agua al cambio climático

RESUMEN

La última reunión de la COP (25) celebrada en diciembre de 2019 en Madrid ha servido de marco para abordar la cuestión hídrica en el contexto de la adaptación al cambio climático. Las previsiones climáticas apuntan a una reducción de la disponibilidad de recursos hídricos en algunas regiones y el incremento de la frecuencia de episodios extremos de sequías e inundaciones.

Para poder adaptarnos a esta realidad y reducir la vulnerabilidad, se están considerando las medidas necesarias en los procesos de planificación hidrológica actualmente en marcha. A través de los Esquemas Provisionales de Temas Importantes (EpTi) se está implantando la estrategia de adaptación.

PALABRAS CLAVE

SCOP25, adaptación cambio climático, Esquemas Provisionales de Temas Importantes, planificación hidrológica

ABSTRACT

The latest UN climate change conference (COP 25), held in December 2019 in Madrid, served as the scenario to tackle the water question in relation to adaptation to climate change. Climate forecasts point to a reduction in the availability of water resources in certain regions and the increased frequency of extreme drought and flood events.

In order to adapt to this reality and reduce vulnerability, consideration is being given to the necessary measures required in the water planning processes that are currently underway. The adaptation strategy is being implemented by means of Interim Overviews of Significant Issues (known by the Spanish acronym EpTi).

KEYWORDS

COP 25, climate change adaptation, Interim Overviews of Significant Issues, water planning





INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta, a escala planetaria, al funcionamiento de ciclo hidrológico y a la base de recursos hídricos, a las capacidades de provisión de servicios del agua y a la demanda de tales servicios. Los impactos de estos cambios serán notorios en el estado de los ecosistemas y modificarán su capacidad para atender las necesidades de agua en cada momento con las infraestructuras y la capacidad de gestión existente.

Este es un problema a escala mundial que los países han de abordar en sus propios territorios.

La mayor importancia que año tras año tiene el agua en los procesos internacionales del clima no hace más que reflejar estos fenómenos. Estos procesos a la vez sirven de empuje para que los abordemos en el contexto de los procesos de planificación de los países.

La 25ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25) tuvo lugar en Madrid, España, del 2 al 13 de diciembre de 2019. El objetivo central de la COP25 fue elevar el nivel de ambición para las acciones de mitigación y también de adaptación.

En este artículo se abordan estos temas: lo que ha significado la COP 25 para el agua, que sabemos sobre cómo nos está afectando el cambio climático y lo que hay que hacer, y como los planes de demarcación del tercer ciclo 2021-2027, en preparación, están abordando la adaptación al cambio climático.

¿CUÁL HA SIDO EL PAPEL DE LA COP 25 PARA EL AGUA?

La COP 25 de Cambio Climático ha sido un hito para el agua. Un hito que ha sido posible gracias al mayor protagonismo que han estado cobrando en esta Convención las cuestiones relacionadas con la adaptación al cambio climático, y el reconocimiento de las sinergias entre las actuaciones de adaptación y de mitigación.

Hemos pasado de una situación en la que, en anteriores COPs, el agua se trataba en algún evento paralelo aislado, a la COP 25 en la que ha habido más de 54 eventos relacionados con el agua de diferente tipo (ver Tabla 1). En ellos se han tratado temas que van desde la ciencia y la observación de los cambios que se están produciendo en los glaciares, a las soluciones para la adaptación al cambio climático y a la gobernanza necesaria, buscando sinergias entre las soluciones del agua y la energía. Han estado especialmente presentes las soluciones basadas en la naturaleza y se han planteado las cuestiones de cómo financiarlas y cómo avanzar a través de partenariados diversos explorando el papel específico de los

diferentes agentes: jóvenes, empresas, gobiernos a escala nacional e internacional.

Hay que destacar el importante el esfuerzo que se ha hecho en la COP 25, por parte de la comunidad del agua, por romper con la tendencia de crear silos separados para los diferentes temas sectoriales para evitar “hablarnos a nosotros mismos sobre la importancia del agua” y para tender puentes a la comunidad del clima, aportando ideas sobre cómo incorporar el agua a los Planes Nacionales de Adaptación (NAP) y a las Contribuciones Nacionales (NDC). Hay al menos dos informes que se han presentado en la COP que nos ayudan a avanzar en este sentido. Uno de la GWP en relación con experiencias nacionales que habría que destacar¹ y otra de AGWA² en la que se realizan recomendaciones sobre como incorporar los aspectos de cambio climático en las políticas nacionales.

La sesión organizada por el MITECO “Humedeciendo los Planes Nacionales de Adaptación”³ sirvió, precisamente, para destacar que algo está cambiando en España ya que hay una realidad inaplazable del impacto de las inundaciones y las sequías. Del mismo modo, en Alemania, las recientes inundaciones han provocado un cambio en la conversación nacional sobre Cambio Climático, pasando de un énfasis únicamente en la mitigación. Sin olvidar que es necesario considerar la aportación de los enfoques basados en los derechos humanos teniendo en cuenta que la emergencia climática no se distribuye uniformemente, por lo que nuestras respuestas tampoco pueden serlo. Los NAP y los NDC deben priorizar las poblaciones vulnerables, ya que son los más afectados y excluidos.

¿QUÉ SE ESPERA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA?

De acuerdo con los informes del MITECO, los estudios de evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos, tanto en el ámbito nacional (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas -CEDEX), de la Unión Europea (Joint Research Centre- JRC, 2018) o globales (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC), coinciden en señalar dos tipos de resultados. En primer lugar, que las consecuencias del cambio climático diferirán notablemente entre países y regiones. En segundo lugar, el cambio climático afectará negativamente la disponibilidad de recursos hídricos en algunas regiones específicas dentro de las que se encuentra España y particularmente las cuencas mediterráneas del país.

Según el CEDEX (2017)⁴, si se producen los escenarios de incumplimiento de los acuerdos de París, se prevé una reducción de caudales medios de los ríos, desde 2010 a finales de siglo, del orden del 24%, pudiendo situarse entre el 30 y el 40% en las zonas más sensibles; y una reducción de la recarga de los acuíferos en proporciones similares.





Day	Date	Time	Venue	Titulo	Organismos
Lunes	2-dic	14:15-15:45	Espacio Diálogo	Water and hydrobiological resources: strategic inputs for the socioeconomic development of Chile, in a context of climate change	Chile
Lunes	2-dic	16:00	Zona Verde: Espacio Diálogo	Mesa redonda sobre el impacto de las grandes catástrofes y los riesgos asociados al cambio climático	
Lunes	2-dic	16:45-18:15	Theatre Side Event Room 2	Water & Climate change: private actors engagement and community mobilization to promote low carbon	United Nations
Martes	3-dic	11:00-11:45	Zona Verde: Espacio Mare Nostrum	Los derechos humanos al agua potable y al saneamiento	Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación
Martes	3-dic	13:00-14:30	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)	Tropical Glaciers: Few Can Survive	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)
Martes	3-dic	17:30-19:00	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)	From Data and Models to Public Investments	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)
Martes	3-dic	19:00-20:30	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)	The future of glaciers at 1.5°C, 2°C and above	International Cryosphere Climate Initiative (ICCI)
Miércoles	4-dic	08:30-09:45	Chilean Pavilion	Delivering water resource & supply services under uncertain future climates	Chile
Miércoles	4-dic	11:00-12:30	German Pavilion	Water - From Science to Action, Mitigation and Adaption in and through the Water Sector.	Germany
Miércoles	4-dic	12:30-14:00	Zona Verde: Stand de Suez	SOSTENIBILIDAD DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	Suez Spain
Miércoles	4-dic	16:00-17:00	UK Pavilion	Building Better Dams: the Past, Present and Future of Hydropower	FutureDAMS
Jueves	5-dic	09:45-10:30	UNFCCC Pavilion / Facebook [online]	Facebook Live Studio for a discussion about the High Level Water Action Event (5 Dec.) and the importance of water in climate negotiations at COP25.	UNFCCC, Facebook, AGWA
JUEVES	5-dic	12:30-14:00	CAIXA FORUM	Adaptation and resilience to Climate Change in Spain	CLUB OF ROME
Jueves	5-dic	12:30-14:00	Room Helsinki	Copernicus Land Monitoring Service for supporting global forest, inland water and urban adaptation	European Union
Jueves	5-dic	14:00-15:30	Zona azul: Pabellón Euroclima Edificio 6	Redes de cooperación iberoamericana en meteorología, agua y cambio climático	European Union
Jueves	5-dic	15:00-16:30	Theatre Side Event Room 6	Action for Adaptation: How We Manage Water for Climate Change Resilience	United Nations
Jueves	5-dic	16:00	Zona verde: stand de empresas públicas	Reunión sobre "Planificación y gestión del agua y saneamiento para hacer una uso eficiente de los recursos naturales"	TRAGSA
Jueves	5-dic	16:00-17:00	Zona Verde: Stand de Suez	Biodiversidad e infraestructuras verdes antes los escenarios de cambio climático	Suez Spain
Jueves	5-dic	17:00-18:00	MDB Pavilion	Resilient Watersheds and River Basins	World Bank, Global Commission on Adaptation, WRI, AGWA
Jueves	5-dic	18:00	MDB Pavilion (Judas sobre si es correcto)	Water Action Day Kick-Off: High-Level Reception on Water and Adaptation (invite only)	World Bank Group
Jueves	5-dic	11:00-12:30	German Pavilion - Hall 8, stand 6A36	Present the vision of the Global Peatlands Initiative, the major achievements and share on opportunities for collaboration	Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Germany
Viernes	6-dic	10:00-11:30	Zona azul: Spanish Pavilion	Where and how to get water in a world of scarcity?	Ministry of Industry, Trade and Tourism
Viernes	6-dic	10:00-13:00	Zona azul: Room 6 Edificio 4	Water - Solutions for the 2020 NDCs and beyond	Marrakech Partnership for Global Climate Action
Viernes	6-dic	13:00-14:30	French Pavilion	It's Time for Climate Action! Initiatives and Projects by French Stakeholders in Water	FWP
Viernes	6-dic	13:15-14:45	Theatre Side Event Room 2	Ecosystem-based adaptation in the water sector: when green and grey make blue!	United Nations
Viernes	6-dic	14:00-15:00	MDB Pavilion	Water Resilient Cities: A circular economy approach to water as a tool for climate change adaptation	World Bank
Viernes	6-dic	14:45-15:15	Green Zone Press room	Meeting the Green, the social and youth events with the Blue Zone on Water	ECODES and Madrid University
Viernes	6-dic	16:00-16:45	COP25 Action Hub	Aquatic Nature-Based Solutions: Adapting to Climate Change & Delivering Multiple Benefits Across Sectors	INBO/GaFWaC, FWP, IUCN, AGWA, SIWI, WWF
Viernes	6-dic	16:00-17:00	Nordic Pavilion	Young Water Solutions for Sustainable Development	SIWI
Viernes	6-dic	16:00-17:30	Zona azul: Spanish Pavilion	Watering the National Adaptation Plans	Ministry for the Ecological Transition
Viernes	6-dic	16:15-17:00	Green Zone - Sector action forum for climate and innovation	Treasure beneath our feet: Ecosystem based adaptation- learning from different cases in groundwater dependent ecosystems and livelihoods	GH Duero, ISME, ICATALYST, Project NAIAD
Viernes	6-dic	19:30-20:00	Zona azul: Spanish Pavilion	La Marjal Park: A green infrastructure to Avoid Floodings	Suez Spain
Sábado	7-dic	08:30-13:00	Zona azul: Strategic Development Goals Pavilion (SDG-DESA) Edificio 8 Room 2	Sustainable Water and Energy Solutions in support of the 2030 agenda for Sustainable Development and the Paris agreement: Interconnections with ecosystem services	DESA (United Nations) and Sustainable Water and Energy solutions Network
Sábado	7-dic	13:15-14:45	NDC Partnership Pavilion	Ecosystem-Based Adaptation in the Water Sector: When Green and Grey Make Blue	INBO, FWP, Helvetas Swiss Intercoperation
Sábado	7-dic	14:00-15:30	Zona azul: Pabellón Euroclima	The Untold Story of Water in Climate Adaptation	Global Water Partnership
Lunes	9-dic	10:00-11:00	UK PAVILLION	Jóvenes por el Agua y el Clima	Global Water Partnership
Lunes	9-dic	11:00-12:15	Zona azul: Strategic Development Goals Pavilion (SDG-DESA) Edificio 8	Scaling up climate action through integrated water and energy solutions: Delivering on the Paris Agreement and the 2030 Agenda	DESA (United Nations) and Sustainable Water and Energy solutions Network
Lunes	9-dic	13:00-14:30	TBC	Paris Committee on Capacity Building joint session with Adaptation Fund	Global Water Partnership
Lunes	9-dic	15:00-16:30	Room 1	Averting the climate and biodiversity crises: natural solutions pivotal in delivering NDC ambitions	Wetlands International, GIZ, AGWA, Ramsar Convention, IUCN, Global Peatland Initiative, BirdLife, Point Blue Conservation Science, Government of the People's Republic of China, SOSN, RSPB
Lunes	9-dic	16:30-18:00	MPOCA Climate Action Area	MPOCA Roundtable on SDG 6	UNFCCC, AGWA, SIWI, Business Alliance for Water and Climate, FAO, Global Alliances for Water and Climate, WWF, Megacities Alliance for Water and Climate
Lunes	9-dic	16:30-18:30	Meet-the-Experts	YOUTH GLOBAL WATER PARTNERSHIP	European Union
Lunes	9-dic	16:30-18:30	EU PAVILLION	Meet the Expert space, CEE youth discuss Youth Voices Policy Choices II national dialogues	Global Water Partnership
Martes	10-dic	11:30-13:00	Theatre Side Event Room 2	Transboundary groundwaters : a Climate Change mitigation and adaptation solution for Africa	United Nations
Martes	10-dic	12:30-13:30	Zona Verde: Ágora	LOS DOS COMO PALANCA ESTRATÉGICA: DEL FACTO MUNDIAL A LA AGENDA LOCAL	Suez Spain
Martes	10-dic	15:00-16:30	Room 4	Realities of cryosphere changes and risks for people	Stanislav Kutuzov, Russian Academy of Sciences Vladimir Lipenkov, Arctic and Antarctic Research Institute of Roshydromet, Wetlands International
Martes	10-dic	16:45-18:15	Theatre Side Event Room 1	Climate-resilient water management approaches	United Nations
Miércoles	11-dic	08:30-12:00	Sopra Steria building, Avenida Manoteras, 48, Edificio 8, 28050 Madrid (Puerto de IFEMA)	Facing natural resources scarcity - focus on water-related topics, way forward, priorities, keys for action	Green Cross France & Territories, Glispa, International Water Office, the Monaco Chamber for Renewable Energies and the Environment
Miércoles	11-dic	10:30-11:00	UNFCCC PRESS CONFERENCE	NDCs and SDGs: water as a connector to increase ambitions and accelerate implementation	Global Water Partnership
Miércoles	11-dic	11:00-12:30	KOREA PAVILION	Challenges on Cooperation Platform for Water-Energy-Food Nexus in the Asia and the Pacific Region	Science and Technology Policy Institute, Green Technology Center, Republic of Korea and United Nations Environment Programme
Miércoles	11-dic	14:15-15:45	Zona azul: Pabellón Euroclima	Perspectivas regionales sobre temas relacionados con el agua; la interfaz entre la ciencia y la formulación de políticas	Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Miércoles	11-dic	15:00-16:30	Theatre Side Event Room 2	Increasing Ambition for Water in NAP implementation and NDC delivery: Accessing Climate Finance	Global Water Partnership
Miércoles	11-dic	16:30-17:15	SDG Pavilion	Source-to-Sea and Climate Action	UNESCO BHP
Viernes	13-dic	13:15-14:15	Theatre Side Event Room 2	Water management/flood risk reduction/W-eco-Technology as adaptation strategies in Africa/Asia	United Nations

Tabla 1_ Eventos sobre el agua en la COP 25

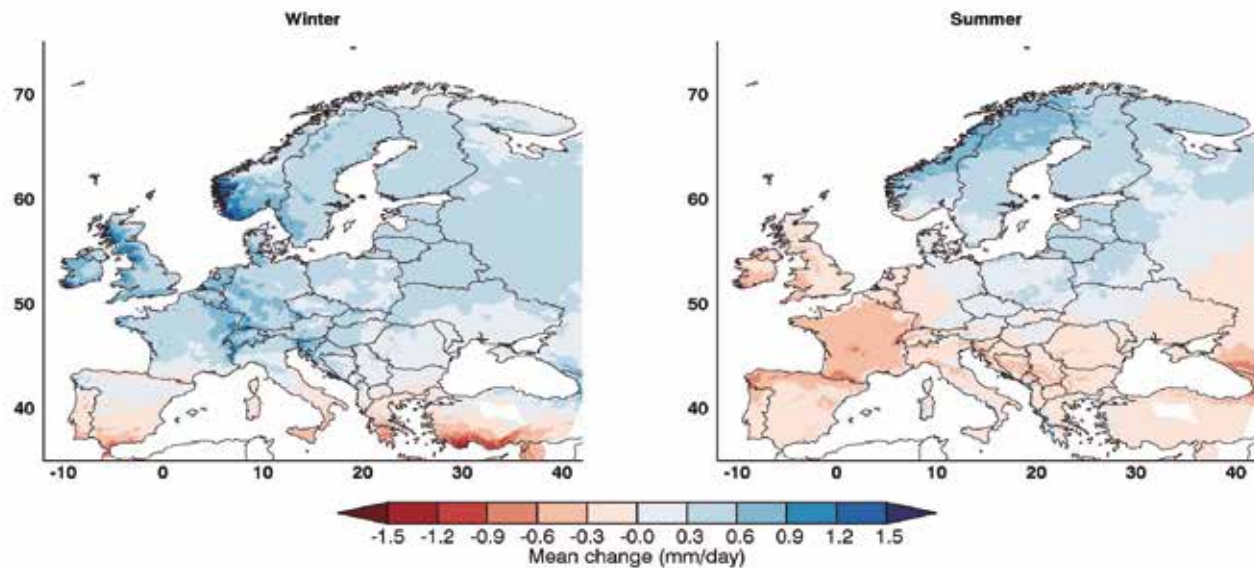


Fig. 1_ Cambio proyectado de las precipitaciones medias en Europa con aumento de la temperatura media en 2 ° C (Promedio de los 11 Modelos Cordex Europeos). Fuente: Bisselink et al (2018)

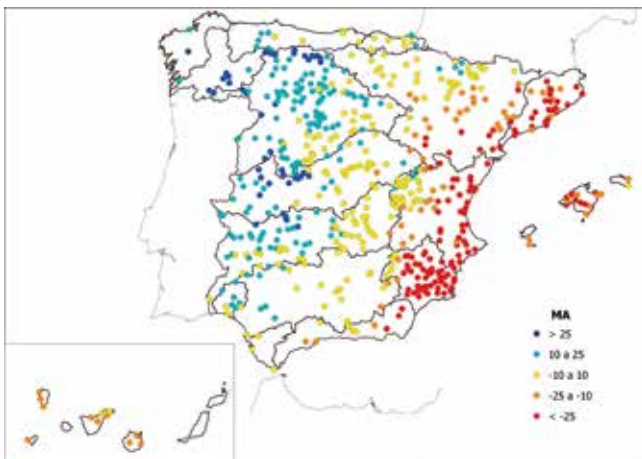


Fig. 2_ Variación porcentual de las precipitaciones medias anuales como consecuencia del cambio climático. Promedio Cordex. Fuente: Cedex (2017)

De acuerdo con esta información hay cada vez más conciencia de que, en conjunto y en claro contraste con la mayor parte de la Unión Europea, el cambio climático en España tendrá efectos negativos que resultarán de la superposición de la reducción de los recursos renovables de largo plazo y del aumento simultáneo de las necesidades hídricas y será un factor agravante de los desafíos a los que se enfrenta la gestión de los recursos hídricos en el país.

En el escenario central considerado por el JRC, el déficit hídrico de España ascendería a 1.400 Hm³ anuales, sin considerar cambios en los usos actuales del agua (Bisselink et al., 2018)⁵. El estudio del JRC, muestra que en España se producirá también una reducción significativa de los recursos subterráneos que pueden extraerse de forma sostenible – una reducción en la recarga anual de acuíferos de hasta 3.372 hm³/año en el escenario central⁶, aproximadamente un 50% del volumen de agua subterránea que se extrae en España en la actualidad (6.537 hm³/año según el MITECO⁷).

Estos resultados coinciden en señalar el carácter especial de las regiones de la cuenca del Mediterráneo. Mientras en la mayor parte de Europa el cambio climático conducirá a mayores precipitaciones, en el Mediterráneo se producirá un descenso significativo de las mismas con importantes consecuencias sobre la disponibilidad de recursos.

Las proyecciones del cambio climático hechas hasta ahora prevén un incremento en la frecuencia e intensidad de las





inundaciones. Según un reciente estudio (MITECO, 2018)⁸, se espera que el cambio climático tenga un doble efecto de incremento de las precipitaciones torrenciales y de su intensidad, a la vez que un incremento de la desertificación y erosión del suelo, de forma que los caudales asociados a estos episodios puedan incrementarse significativamente, y especialmente, en las zonas del litoral, donde estos efectos tendrán una mayor intensidad.

Las inundaciones son, año tras año el fenómeno natural que causa más daños en España, tanto a las vidas humanas como a los bienes y a las actividades económicas. Es importante destacar que en los últimos 20 años han fallecido más de 300 personas debido a este fenómeno y, como estimación global, cabe indicar que los daños por inundaciones a todos los sectores económicos suponen una media anual de 800 millones de euros. El riesgo de inundación es, de hecho, una amenaza a la seguridad nacional definida como tal en la Estrategia española de Seguridad Nacional.

¿ESTAMOS RESPONDIENDO? EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA ESPAÑOLA

De acuerdo con el informe de la “Subcomisión para el estudio y elaboración de propuestas de política de aguas en coherencia con los retos del cambio climático” de diciembre de 2018, los objetivos para la adaptación al cambio climático son la anticipación, la disminución de la exposición, la reducción de la vulnerabilidad, la gestión de riesgos de los fenómenos extremos, y la mejora de la gobernanza. El informe destaca que hay toda una batería de actuaciones posibles (ver anexo 1) que pueden servir para lograr estos objetivos.

En los sucesivos procesos de planificación ya se ha venido incorporando una previsión de reducción de los recursos hídricos disponibles en los escenarios de cambio climático. Los planes del primer (2009-2015) y segundo ciclo (2015-2021) de planificación hidrológica aplicaban ya los porcentajes de reducción contenidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) (Orden ARM/2656/2008) para el cálculo de los recursos disponibles en 2027.

Los documentos de los Esquemas Provisionales de Temas Importantes (EpTi) en fase de consulta pública, de los planes del tercer ciclo 2021-2027, en elaboración, incorporan los resultados de los trabajos de regionalización de los modelos del CEDEX, sobre los impactos previsibles sobre las distintas variables (P, ETP, recarga acuíferos, biodiversidad, estado de las masas de agua), sobre los recursos disponibles y en algunos casos sobre los usos del agua.

Algunos EpTi, lo hacen de manera más explícita como, por ejemplo, los de las Demarcaciones del Júcar, Guadiana y ambos Cantábricos en los que se analizan los impactos del CC

en relación con temas importantes como sus efectos en la contaminación, sobreexplotación de acuíferos, o fenómenos extremos, planteando medidas de contención de la demanda y fortalecimiento de los ecosistemas para reducir la vulnerabilidad.

En la mayoría de las demarcaciones en los EpTi se analiza como el CC afecta a la disponibilidad del recurso y por tanto a la garantía de agua para el regadío existente y el abastecimiento (en el Cantábrico) para plantear medidas independientes de obras o de sustitución de recursos que permitan garantizar las demandas (y los caudales ambientales). En el caso del Duero se hace constar los límites de las medidas infraestructurales en el contexto de Cambio Climático⁹.

En las demarcaciones donde las autoridades competentes han planteado nuevos proyectos de regadío (Duero, Ebro, Segura) se ha planteado la necesidad de su revisión dentro de los escenarios de cambio climático, considerando su viabilidad económica y ambiental y la valoración de alternativas en el contexto de las estrategias de ordenación del territorio.

En aquellas demarcaciones en las que se reconoce un problema de sobre-explotación de las aguas subterráneas o la concesión de derechos de uso por encima de los recursos disponibles, habría que considerar diferentes alternativas además de las de oferta. Todo ello reconociendo que las medidas de mejora de la eficiencia técnica (ahorro de agua) pueden tener un papel importante aunque en algunos casos como en el Júcar¹⁰ se llega a la conclusión que en los escenarios de cambio climático no se podrán mantener la estructura de usos actuales.

CONCLUSIONES Y UNA MIRADA HACIA LA COP 26

En el contexto de la COP 25 hemos visto una mayor presencia de la adaptación del agua al cambio climático, pero quizá de manera insuficiente porque muchos países no tienen mecanismos de coordinación para hacer frente a los impactos intersectoriales del cambio climático. Existen oportunidades como son la preparación de los Planes Nacionales de Adaptación y las Contribuciones Nacionales y puntos de entrada como el Acuerdo de París, que incluye, el Artículo 7.4 sobre adaptación, comenzando por las ciudades en las que se pueden unir la mitigación y la adaptación al cambio climático, particularmente en el uso ampliado de las Soluciones basadas en la naturaleza.

La elaboración de los planes de demarcación del tercer ciclo son una oportunidad para reconocer primero la magnitud del problema y para actuar después para adaptarnos al cambio climático, cuyas consecuencias nos están sacudiendo una y otra vez sin tregua. Los procesos de planificación actuales han comenzado esa andadura y el proceso de la COP 25






refuerza estos esfuerzos. Como se ha destacado en la propia COP uno de los temas en los que hay que avanzar más y más deprisa es en el conocimiento y gestión de las aguas subterráneas, que son un recurso estratégico para abastecimientos, regadíos, para la gestión de los períodos de sequía, y para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Los acuíferos aportan, además, como caudal base, el 30% de los caudales fluviales y su deterioro pone en riesgo el estado ambiental de los ríos y la sostenibilidad de sus servicios de provisión de agua y mantenimiento de caudales.

Los acuíferos constituyen el mayor sistema de reserva y regulación de caudales. Las 761 masas de aguas subterráneas de España regulan unos 30.000 hm³ renovables anuales, con una reserva cercana a los 48.000 hm³. Bombeamos de ellos unos 6.500 hm³: A pesar de esta importancia estratégica, los planes hidrológicos vigentes (MITECO, 2018) ponen de manifiesto que el 48% de las masas de agua subterráneas están en mal estado: el 25% en mal estado cuantitativo por extracciones por encima de los recursos renovables, y el 35% en mal estado cualitativo por contaminación difusa, sobre todo por nitratos y agro-tóxicos.

A nivel internacional la comunidad del agua se plantea que a pesar de que el agua está en el centro del cambio climático, no está en el radar político internacional al mismo nivel que la energía, por ejemplo. Todo ello a pesar de que la gestión eficiente y sostenible del agua es la medida principal a través de la cual las sociedades pueden adaptarse al cambio climático. Iniciativas como la Water Action Track de la Comisión Global sobre Adaptación (que se lanzó en la Cumbre del Clima de Nueva York en 2019) busca movilizar y aprovechar los esfuerzos mundiales para crear sociedades climáticamente más resilientes en el agua.

Hay oportunidades, ya que, en 2020, los países deben informar sobre cómo cumplirán sus compromisos en virtud del Acuerdo de París. Las buenas noticias para el agua es que en la preparación de la COP26 el Reino Unido ha expresado su intención de construir sobre los resultados de la COP 25 para asegurarse de que la COP26 sea un año crucial para la acción mundial sobre el cambio climático y el agua. 

NOTAS

(1) <https://www.odi.org/publications/16515-untold-story-water-climate-adaptation-ii-15-countries-speak>

(2) <https://alliance4water.org/wateringthendcs/>

(3) <https://youtu.be/rsSdiMxdxtU>

(4) CEDEX (2017) Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Julio 2017. Madrid. 320 pp.

(5) Bisselink, B., Bernhard, J., Gelati, E., Adamovic, M., Guenther, S., Mentaschi, L., De Roo, A., Impact of a changing climate, land use, and water usage on Europe's water resources, EUR 29130 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-80287-4, doi:10.2760/847068, JRC110927.

(6) Bisselink, B., Bernhard, J., Gelati, E., Adamovic, M., Guenther, S., Mentaschi, L., De Roo, A., Impact of a changing climate, land use, and water usage on Europe's water resources, EUR 29130 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-80287-4, doi:10.2760/847068, JRC110927.

(7) MITECO. 2018. Informe de seguimiento de Planes Hidrológicos y Recursos Hídricos en España. Año 2017.

(8) Con el soporte técnico del CSIC, del CEDEX, de la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Cantabria y la Universidad Politécnica de Madrid se ha estudiado la evaluación de los efectos del cambio climático en la gestión de los riesgos de inundación, todo ello en coordinación con la Oficina Española de Cambio Climático dentro de las acciones conjuntas de adaptación al cambio climático que estamos desarrollando.

(9) 'Si bien se aumenta la capacidad de regulación, las aportaciones no son suficientes para llenar los embalses. Esto es, hay un límite en el aumento de regulación a partir del cual la infraestructura no serviría para atender las demandas' (ETI CC, CHD).

(10) 'Es muy probable que no se pudieran mantener los usos y demandas de agua actuales' (ETI CC, CHJ)

(11) Las actuaciones para la adaptación al cambio climático recogidas en este capítulo son en su mayor parte las propuestas por la Subcomisión para el estudio y elaboración de propuestas de política de aguas en coherencia con los retos del cambio climático, aprobado en el pleno del Congreso de los Diputados en diciembre de 2018. El texto íntegro del informe puede consultarse en: http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/BOCG/D/BOCG-12-D-448.PDF#page=69





Anexo 1_ Actuaciones de adaptación al CC y de gestión de fenómenos extremos
 Las actuaciones¹¹ que se pueden desarrollar para mejorar la resiliencia y adaptarnos al cambio climático se presentan en la Tabla 3.

Actuaciones para la adaptación al cambio climático

Actuaciones		Ámbitos de actuación			
		Urbano	Medio ambiente/ recursos	Economía/ Producción	Fenómenos extremos
Mejorar el conocimiento para poder anticiparse	Auditoría de los usos y el estado de las infraestructuras hidráulicas y naturales				
	Evaluación “ex-ante” de la viabilidad ambiental y económica de obras hidráulicas				
Invertir en reducir la exposición mediante políticas preventivas (“no regret” policies)	Revisar nuevos regadíos				
	Ordenación del territorio y urbanismo				
	Frenar el despoblamiento rural				
	Caudales ecológicos				
	Lucha contra la erosión y la desertificación				
	Conseguir el buen estado de las aguas				
	Seguimiento y aplicación de las Directivas europeas en la lucha contra la contaminación				
	Fortalecer los mecanismos de coherencia y coordinación interadministrativa				
Diversificar y optimizar la gestión de los recursos y el territorio para aumentar la resiliencia y capacidad de respuesta del sistema y disminuir la vulnerabilidad	Aplicar la prioridad de usos y protección de las áreas de captación				
	Optimización de la oferta de agua				
	Diversificar fuentes de agua				
	Gestión plurianual de embalses				
	Gestión de sedimentos para reducir colmatación de embalses y disminuir la vulnerabilidad de la costa				
Reducir los impactos negativos de eventos extremos	Fortalecer los mecanismos de coherencia y coordinación interadministrativa				
	Abordar la sobreasignación de recursos				
	Elaborar planes de gestión de riesgo de sequías y de inundaciones				
	Reordenación del dominio público hidráulico				
	Fomento del uso de soluciones basadas en la naturaleza				
	Implementar medidas de drenaje sostenible				
	Favorecer la infiltración natural				
Informar e involucrar a la población					





Hay diferentes actuaciones posibles para mejorar la resiliencia ante eventos extremos, reduciendo la exposición y la vulnerabilidad frente a la sequía, así como para disminuir la exposición y la vulnerabilidad de las personas y sus activos frente al riesgo de inundaciones y otros fenómenos extremos,

Actuaciones para la gestión del riesgo de fenómenos extremos

Actuaciones		Sequías	Inundaciones	
1. Anticipación, mediante el conocimiento y la prevención	Incorporar las previsiones de variabilidad en la disponibilidad de agua en la evaluación de proyectos de transformación en regadíos y desarrollo urbanístico			
	Incorporar las previsiones de variabilidad en la disponibilidad de agua como un criterio explícito de evaluación de la eficacia técnica de las obras hidráulicas			
	Revisar las concesiones			
	Incluir los Planes especiales de sequía en los planes de demarcación hidrográfica			
	Regulación plurianual de embalses			
	Favorecer la implantación de sistemas de drenaje sostenible e infraestructuras verdes, incluyendo la limitación de usos del suelo en zonas inundables			
	2. Amortiguar efectos de las fluctuaciones con instrumentos de gestión de riesgos	Sistemas de apoyo a la infiltración y recarga de acuíferos (tecnologías blandas)		
		Promover sistemas de precios inteligentes		
	3. Contingencia, a través de instrumentos compensadores de los efectos negativos	Planes de Gestión del riesgo de inundaciones: medidas en materia de prevención, protección, preparación ante episodios de inundación y de recuperación		
		Establecer o mejorar los sistemas de alerta hidrológica		
		Revisión de los planes urbanísticos incluyendo la limitación de usos del suelo en zonas inundables (en particular las zonas de riesgo de avenidas)		
		Planes de lucha contra la desertificación		
		Planes de reforestación		
4. Flexibilidad, para dotar de respuestas adaptativas ante la ocurrencia de eventos extremos	Instrumentos económicos para paliar los impactos socio-económicos de los eventos extremos			
	Potenciar la contratación de seguros agrarios por agricultores y ganaderos			
	Mecanismos voluntarios de adaptación			
	Diversificar las fuente de ofertas de recursos hídricos			
5. Reforzar las capacidades sociales para hacer frente a los riesgos derivados de sequías e inundaciones	Mejora de los sistemas de saneamiento			
	Estudios de sistemas de redes separativas, donde pudiera resultar conveniente			
	Mejora de los sistemas de saneamiento allí donde se produzca el desbordamiento de sistemas de alcantarillado en episodios de lluvias torrenciales			
	Programa para eliminar las infraestructuras y barreras existentes en desuso			
	Implementar medidas de recuperación de la morfología de los ríos, de la vegetación de ribera y de las llanuras de inundación			
5. Reforzar las capacidades sociales para hacer frente a los riesgos derivados de sequías e inundaciones	Poner en marcha mecanismos financieros y de gestión para integrar el agua desalada en los sistemas de explotación			
	Recuperación de los acuíferos como reserva estratégica			
	Facilitar la involucración de los ciudadanos y la corresponsabilidad			
5. Reforzar las capacidades sociales para hacer frente a los riesgos derivados de sequías e inundaciones	Actuaciones de comunicación y transparencia. Instrumentos informativos			





Gestionando inundaciones y sequías

Mejores prácticas y contribución de la ingeniería



TEODORO Estrela

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Presidente del Comité del Agua del Consejo Mundial de Ingenieros Civiles (WCCE) y jefe de Planificación Hidrológica CH Júcar



TOMÁS Sancho

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Presidente del Grupo de trabajo del Agua (WGoW) de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería WFEO/FMOI y director general FYSEG

RESUMEN

El Grupo de Trabajo sobre el Agua (WGoW) de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (WFEO), en el ámbito de la contribución de la ingeniería a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas ha elaborado recientemente una monografía sobre la “Gestión de sequías e inundaciones: Mejores prácticas y contribución de ingeniería”, con información procedente de casos de estudio en todo el mundo. En este artículo se ofrece una síntesis de este informe, que está disponible (en inglés) en la página web de la WFEO.

PALABRAS CLAVE

Agua, sequías, inundaciones, ingeniería, ODS

ABSTRACT

Within the context of the contribution of engineering to United Nations Sustainable Development Goals (SDG), the Working Group on Water (WGoW) of the World Federation of Engineering Organizations (WFEO) has recently prepared a monograph on “Managing droughts and floods: Best practices and engineering contribution”, with information based on case studies around the world. This article presents a summary of the report, which is available (in English) on the WFEO web page.

KEYWORDS

Water, droughts, floods, engineering, SDG



1 Introducción

Según la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), el mayor número de desastres relacionados con el Clima se debe a las inundaciones, seguido de cerca por las tormentas. A continuación, aunque a una distancia considerable en número, se encuentran las sequías y las olas de calor (fig. 1).

Los impactos económicos causados por las inundaciones y sequías han ido en aumento en todo el mundo y suponen serias amenazas a la vida humana y al bienestar de la sociedad, representando un serio desafío para los Estados.

Las mayores inundaciones conocidas en la historia moderna se han producido en China, estimándose los daños anuales, en media, en un 1 % del producto interior bruto del país. En Europa, las grandes inundaciones que se produjeron entre 1998 y 2004 en los grandes ríos centroeuropeos fueron la causa de que se aprobase unos años más tarde la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

A diferencia de las inundaciones, las sequías son un fenómeno hidrológico extremo debido a la baja disponibilidad de agua, que se produce de manera lenta e imperceptible, y que cuando es detectada, suele ser demasiado tarde y puede provocar un alto impacto social, económico y medioambiental. Australia sufrió recientemente la peor sequía registrada en su historia, la llamada Sequía del Milenio, que se inició en 1997 y terminó oficialmente en 2012. En general, el país sobrevivió a los efectos de esta sequía demostrando la importancia que tiene la innovación y la planificación.

Ambos fenómenos hidrológicos extremos, sequías e inundaciones, se han

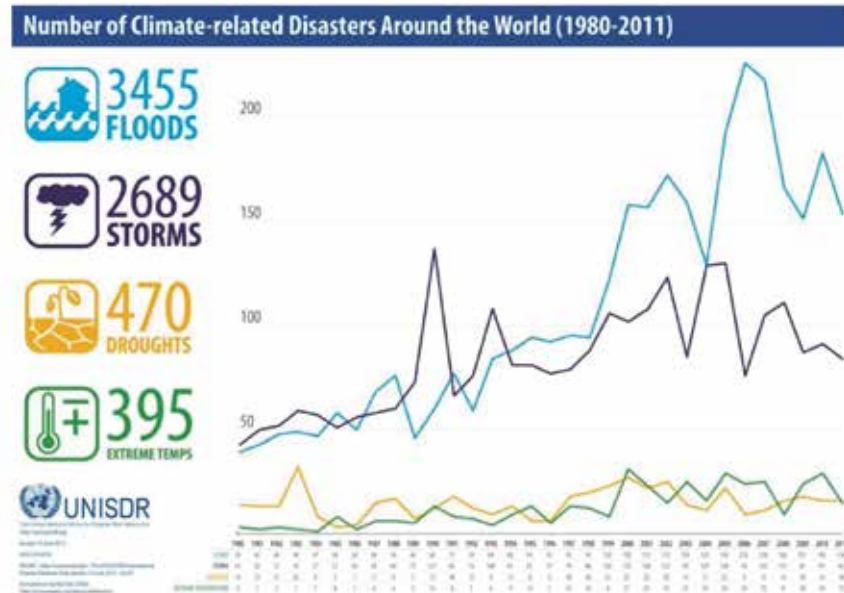


Fig. 1_ Número de desastres relacionados con el clima en el mundo (1980-2011). Figura tomada UNDRR

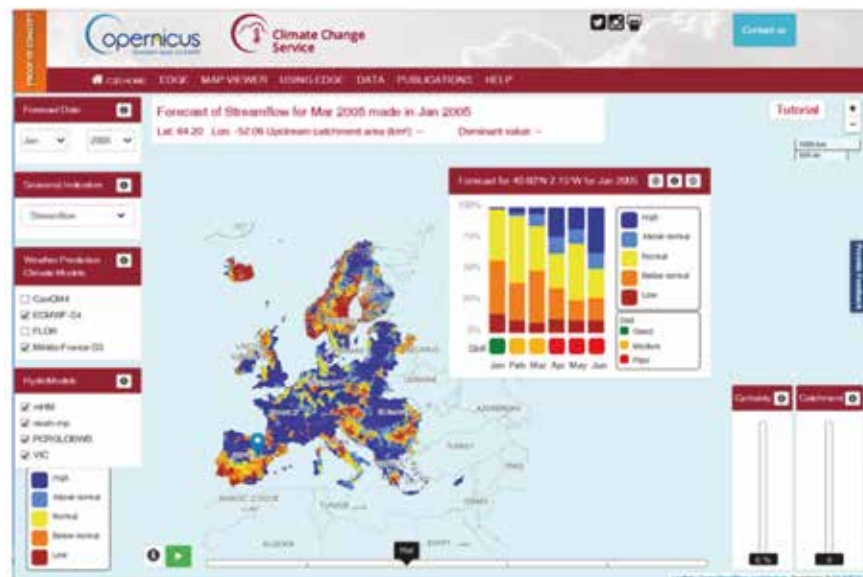


Fig. 2_ Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Fuente: Demostrador del proyecto EDGE (Samaniego et al, 2019) del programa de la UE Copernicus Clima

convertido en temas actuales globales acerca del Agua, tal y como se refleja en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (Objetivos Desarrollo Sostenible 6 y 11). El cambio climático provoca efectos negativos en la frecuencia de presentación de los sucesos hidrológicos extremos, como las sequías y las inundaciones (IPCC, 2014).

2 Evolución de las políticas de gestión los eventos hidrológicos extremos

Tradicionalmente los eventos hidrológicos extremos se han venido gestionando como situaciones de emergencia o de crisis a las que había que hacer frente movilizand recursos de carácter extraordinario, generalmente por vía de urgencia. Este enfoque basado en la gestión de crisis es un enfoque reactivo ya que incluye medidas y acciones que se ponen en marcha después de que un evento extremo haya comenzado. A menudo da lugar a soluciones técnicas y económicas poco eficientes, porque las acciones se toman con poco tiempo para evaluar las opciones óptimas y la participación de las partes interesadas es muy limitada.

En los últimos años estas políticas están cambiando en todo el mundo, pasando de un enfoque de gestión de la crisis a

otro basado en la gestión del riesgo o gestión adaptativa. Las relaciones entre la gestión del riesgo de desastres, el cambio climático y el desarrollo sostenible se muestran en la tabla adjunta (UNDDR, 2019).

Hoy en día, las políticas de gestión de las sequías en el mundo se basan en 4 elementos fundamentales: la promoción de las políticas basadas en la gestión de riesgos, la promoción de medidas de preparación y mitigación, la planificación de las sequías y la consideración de instrumentos de asistencia financiera (Iglesias et al., 2009).

De forma similar a como sucede con las sequías, la gestión del riesgo de inundación es el proceso de identificación, evaluación, selección, implementación y seguimiento de las acciones para mitigar los niveles de riesgo. En ese proceso también deben tenerse en cuenta consideraciones sociales, culturales, éticas, ambientales, políticas y jurídicas (US Army Corps, 2009). La OCDE (2019) sostiene que la buena gobernanza implica una mejora en el diseño, implementación y en el impacto de las políticas relacionadas con las inundaciones. Destaca también la importancia de incluir a todas las partes interesadas en la toma de decisiones.

3 Experiencias y mejores prácticas

En los últimos años se han desarrollado, en muchas zonas del mundo, planes de evaluación y gestión de los riesgos de las inundaciones y de las sequías. Las medidas para hacer frente a los riesgos de inundación deben identificarse, priorizarse e implementarse una vez que el riesgo existente es bien conocido y por ello, la elaboración de mapas de peligrosidad y riesgo es esencial. Existen un gran número de medidas, que pueden clasificarse en medidas de protección estructurales y medidas de gestión o no estructurales. La OCDE (2019) reconoce que se requieren soluciones “híbridas”, que combinen las medidas estructurales y las de gestión de la manera más eficaz para la protección frente a las inundaciones y que contribuyan a alcanzar el buen estado de las masas de agua.

Las medidas estructurales consisten en la realización de obras de infraestructura que actúan sobre los mecanismos de generación, acción y propagación de las avenidas alterando sus características hidrológicas o hidráulicas. Dentro de las medidas estructurales se encuentran las que disminuyen la magnitud y fre-

	Gestión prospectiva	Gestión correctiva	Gestión compensatoria
Gestión del riesgo de desastres	Evitar el riesgo	Reducción/mitigación del riesgo	Reforzar la resiliencia al desastre (financiera y social)
Cambio climático	Mitigación del cambio climático	Adaptación al cambio climático	Reforzar la resiliencia a los eventos extremos asociados al cambio climático
Desarrollo sostenible	Contribuir al desarrollo sostenible futuro	Incrementar la sostenibilidad de las condiciones de desarrollo existentes	Reforzar la resiliencia a los riesgos de todos los días

Tabla 1. Relaciones entre la gestión del riesgo de desastres, el cambio climático y el desarrollo sostenible. Fuente: UNDDR, 2019



Fig. 3_ Laminación de la avenida del río Aragón a su paso por Sangüesa mediante almacenamiento de agua en los embalses de Yesa e Itoiz

frecuencia de la inundación, como las presas de laminación de crecidas o los canales de desvío a cauces alternativos o al mar. Otras medidas modifican el nivel de la inundación, como son las motas y muros de protección o las actuaciones sobre la sección del cauce. También las hay que modifican la duración de la inundación, como las obras de drenaje de las infraestructuras lineales (carreteras, ferrocarriles, ...).

En muchas cuencas hidrográficas, de régimen muy irregular, los embalses constituyen una protección muy efectiva frente a las avenidas, mediante la gestión de resguardos estacionales para disminuir los caudales de avenida. De esta manera se consigue disminuir la peligrosidad y el riesgo de la inundación, aun manteniendo la misma vulnerabilidad y exposición en todos los bienes potencialmente afectados aguas abajo de dichos embalses.

Las motas son estructuras lineales paralelas al canal principal muy utilizadas para proteger zonas urbanas ya consolidadas. Sin embargo, este tipo de actuaciones incrementan el nivel en la sección y, consecuentemente, la

mayor velocidad y nivel del agua en la zona contenida por los diques implica un mayor riesgo inundación aguas abajo. Presentan además otros aspectos negativos, como las frecuentes roturas (gran longitud, falta de mantenimientos, recrecimientos, etc.) o el ser un obstáculo para afluentes y drenaje de esco-

rentías. Además, si se producen vertidos o roturas, generan un alto riesgo.

Las medidas naturales de retención de agua (NWRM) constituyen una aproximación innovadora para alcanzar los objetivos de gestión del agua mediante la restauración de la naturaleza y las funciones que generalmente ésta realiza. Las NWRM no son solamente medios para producir un único servicio, como es la protección frente a las inundaciones, sino que vienen acompañadas con otros beneficios, como la mayor biodiversidad, la mitigación de gases de efecto invernadero, el ahorro de energía o las oportunidades para el desarrollo rural, que afectan a muchas personas cuyo bienestar mejora directa e indirectamente (European Commission, 2015).

Las medidas no estructurales o de gestión son aquellas que sin actuar sobre la avenida en sí o sobre la acción del mar, modifican la susceptibilidad de la zona inundable frente a los daños por inundación. En Europa, la Directiva de inundaciones (año 2007) ha puesto el énfasis en la prevención, previsión y protección y en las medidas



Fig. 4_ Área de inundabilidad temporal controlada de Pradilla de Ebro en el río Ebro en España





Fig. 5_ Mapa de peligrosidad del río Ebro en Zaragoza (avenida de 100 años)

no estructurales. Las principales medidas no estructurales o de gestión son: medidas de adaptación de los bienes potencialmente afectados, medidas de ordenación territorial y urbanismo, sistemas de aviso frente a inundaciones, medidas de protección civil y medidas para promocionar los seguros frente a inundación.

Muchos expertos de todo el mundo están convencidos de que el desarrollo insostenible contribuye a un aumento en los daños causados por las inundaciones. El diseño de estrategias de mitigación proporciona un camino adecuado para evitar o minimizar esas pérdidas. La limitación en los usos de suelo en las áreas propensas a la inundación es un buen ejemplo de estas estrategias de mitigación. Es asumido por todos que no se puede eliminar completamente el riesgo de inundaciones y que por tanto hay una necesidad de integrar el riesgo de inundaciones en el proceso de planificación urbana y territorial, siendo conscientes de que en muchos casos la medida más eficiente para reducir el impacto de las inundaciones es evitar localizar los usos más vulnerables en las zonas con más peligrosidad.

Las medidas de ordenación territorial y urbanismo incluyen por tanto las limitaciones a los usos del suelo planteadas para la zona inundable en sus diferentes escenarios de peligrosidad, los criterios empleados para considerar el territorio como no urbanizable, y los criterios constructivos exigidos a las edificaciones situadas en zona inundable, que deben ir más allá de los requisitos de los códigos de construcción estándar, para así reducir las pérdidas de vidas y los daños a las propiedades.

Los sistemas de aviso en la gestión de los eventos hidrológicos de inundaciones son una pieza fundamental para una buena gestión del riesgo y gobernanza. Se han venido desarrollando desde finales del siglo XX,

Estos sistemas suelen incluir herramientas para la visualización y el análisis de los datos en tiempo real (precipitaciones, caudales en ríos, niveles en cauces y embalses, ...) así como modelos matemáticos de simulación y previsión de crecidas e inundaciones.

Otro tipo de medidas no estructurales es la promoción de los seguros frente a inundación y, en especial, los seguros agrarios. Las políticas de seguros

requieren la existencia de mapas de riego para determinar las primas de seguro.

En los periodos de sequía es habitual que se produzcan impactos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados. La gestión integrada de todos los recursos hídricos disponibles para atender las demandas y las necesidades ambientales es imprescindible. Sin embargo, la utilización de unos recursos mayores que los habituales, como suele suceder con los procedentes de las aguas subterráneas puede provocar afecciones a las zonas de descarga de los acuíferos en los ríos y zonas húmedas. Así, es necesario extremar el control del estado de las masas de agua superficiales y subterráneas, del cumplimiento de los caudales ecológicos fijados en los ríos y de los requerimientos hídricos de zonas húmedas.

En los últimos años se han desarrollado Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD) cuya finalidad es simular de forma suficientemente detallada los caudales que circulan por los ríos y canales, los almacenamientos en embalses, el estado de los acuíferos o el suministro a los usuarios que se produciría para un



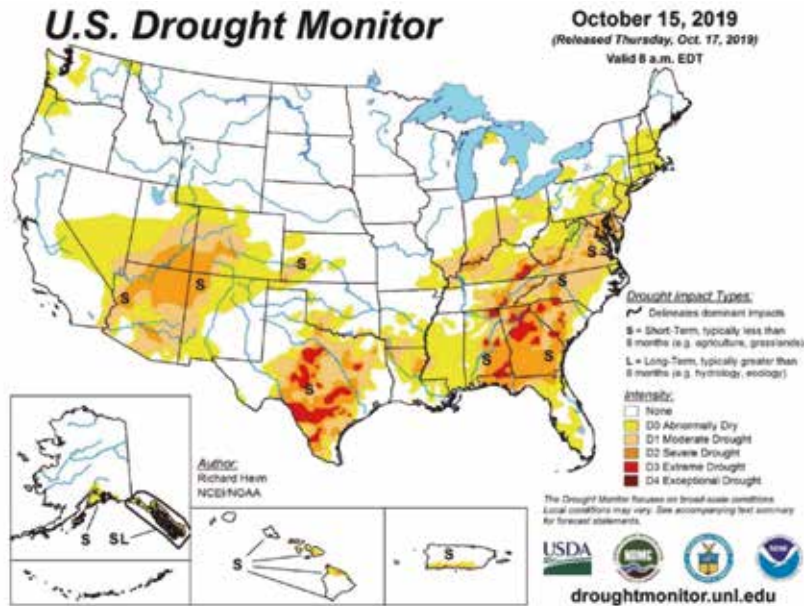


Fig. 6_ U.S.A Drought Monitor Map, October 15, 2019



Fig. 7_ Mapa de seguimiento de los Indicadores de sequía en España, julio de 2018

horizonte futuro con distintos escenarios hidro-meteorológicos, de demandas de agua y de medidas, como el Sistema de Apoyo a la Decisión AQUA-TOOL desarrollado en España (Andreu et al, 1996).

Los sistemas de aviso y seguimiento de las sequías son fundamentales a la hora de gestionar sequías ya que se pueden utilizar para controlar caudales ambientales, mejorar la disponibilidad de agua o realizar previsiones de desembalses y de consumos. Las principales ventajas de estos sistemas son la pequeña inversión que requieren frente a los daños potenciales.

En los últimos años en USA se viene utilizando un índice combinado para el seguimiento de la sequía, el U.S. Drought Monitor, donde las categorías de intensidad de la sequía están basadas en cinco indicadores clave, numerosos indicadores complementarios incluyendo los de impacto de la sequía y en informes locales de más de 350 expertos alrededor de todo el país (<https://droughtmonitor.unl.edu>).

4 Aportación y retos para la ingeniería: conocimiento, tecnología e innovación

El conocimiento, la tecnología y la innovación son aspectos fundamentales para la evaluación y gestión de los riesgos debidos a los eventos hidrológicos extremos. En la actualidad la innovación significa convertir los resultados de la investigación en servicios y productos competitivos en el mercado mundial y así generar crecimiento y empleo (Polimón, 2018).

La ingeniería desempeña un rol muy importante a la hora de predecir las áreas afectadas, los riesgos y daños potenciales, definir las actuaciones de adaptación, las mejores opciones de evacuación hacia zonas no inundables o para garantizar los usos esenciales del agua y limitar los daños en sequías, así como para desarrollar planes espe-





cíficos de gestión del riesgo de inundaciones y de sequías.

La actividad del ingeniero actual es cada vez más colaborativa, lo que favorece la especialización, lo que hace que exista una elevada cualificación para el manejo de herramientas complejas en el estudio de los eventos extremos, como los Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD) y los SIG para la gestión de las sequías e inundaciones o los modelos matemáticos utilizados en los estudios de hidráulica y en el diseño de presas de laminación de crecidas o de otras infraestructuras.

Otra faceta cada vez más presente en los ingenieros actuales es la internacionalización y las exigencias derivadas de ello: los idiomas, el conocimiento de la “cultura del agua” de cada región y la adaptación a factores locales diversos, así como la transferencia de conocimientos entre países con distintas características y circunstancias.

Las áreas emergentes y futuras para la ingeniería incluyen: el cambio climático como uno de los factores a considerar en el diseño, la explotación y la gestión para la seguridad de las nuevas infraestructuras críticas, contribuir a mejorar la gobernanza, invertir en las capacidades institucionales y aplicar soluciones integradas, transparentes y efectivas en la gestión del agua y especialmente la gestión adaptativa de los riesgos asociados a sus fenómenos extremos, inundaciones y sequías.

REFERENCIAS

- Andreu, J., Capilla, J., Sanchis, E. 1996. *AQUATOOL, a generalized decision-support system for water-resources planning and operational management*. *Journal of Hydrology*, 177(3-4), 269-291. DOI.

- CEDEX, 2017. Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España (2015-2017). Informe técnico para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, Madrid, julio de 2017.

- Estrela, T. and Sancho, T., 2016. *Drought management policies in Spain and the European Union: from traditional emergency actions to Drought Management Plans*. *Water Policy* 18 (2016) 153-176. doi: 10.2166/wp.2016.018. *IWA Publishing*.

- European Commission, 2015. *Synthesis document n°8 'Windows of opportunities' for Natural Water Retention Measures, NWRM SD8, European Commission Directorate General Environment and NWRM project team*, Brussels.

- European Commission, 2007a. *Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council*, COM (2007) 414 final.

- European Commission, 2007b. *Drought Management Plan Report. Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects. Technical Report - 2008 - 023*.

- Iglesias, A., Garrote, L., Cancelliere, A., Cubillo, F., Wilhite, DA. (Eds.), 2009. *Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems. Drought Management and Policy Development in the Mediterranean. Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 26. XVIII, 322 p.

- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. *Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

- OECD, 2019, *Applying the OECD Principles on Water Governance to Floods: A Checklist for Action*, *OECD Studies on Water*, *OECD Publishing*, Paris, <https://doi.org/10.1787/d5098392-en>.

- Ortega-Gómez, T. Pérez-Martín, M.A. and Estrela, T., 2018. Improvement of the drought indicators system in the Júcar River Basin, Spain. *Science of the Total Environment*. 610-611 (2018) 276-290. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.250>.

- Polimón, 2018. Bienvenida al IV Foro Global de Ingeniería y Obra Pública. *Revista de Obras Públicas*. n° 3600. Pág 12-15. Julio-agosto 2018.

- Samaniego, L., Stephan Thober, Niko Wanders, Ming Pan, Oldrich Rakovec, Justin Sheffield, Eric F. Wood, Christel Prudhomme, Gwyn Rees, Helen Houghton-Carr, Matthew Fry, Katie Smith, Glenn Watts, Hege Hisdal, Teodoro Estrela, Carlo Buontempo, Andreas Marx, Rohini Kumar, 2019, *Hydrological forecasts and projections for improved decision-making in the water sector in Europe*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0274.1>

- UNDDR, 2019. *Words into action. Engaging for resilience in support of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*

- USA Army Corps, 2009. *Flood Risk Management. Value to the Nation*.



Máster en TECNOLOGÍA DIGITAL E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

FEBRERO - DICIEMBRE 2020



- Módulo I TRANSFORMACIÓN DIGITAL (5 créditos)
- Módulo II BUILDING INFORMATION MODELING, BIM (5 créditos)
- Módulo III BIG DATA Y ANALÍTICA DE DATOS EN INGENIERÍA. DATOS ABIERTOS (5 créditos)
- Módulo IV DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA INGENIERÍA Y LAS OBRAS PÚBLICAS (5 créditos)
- Módulo V TERRITORIO INTELIGENTE (5 créditos)
- Módulo VI SERVICIOS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (5 créditos)
- Módulo VII CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (5 créditos)
- Módulo VIII INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN. APLICACIONES A LA INGENIERÍA CIVIL (5 créditos)
- Módulo IX MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD (5 créditos)
- Módulo X TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM) (15 créditos)

Carga lectiva: 60 créditos ECTS



2ª EDICIÓN



Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

INFORMACIÓN Y RESERVA DE PLAZA

91 700 64 62 master.tidi@ciccp.es

UNED



La transformación digital en el ámbito del agua y el medio ambiente como mejora de la eficiencia y prevención de los riesgos asociados al cambio climático

La cuenca del Segura



MARIO ANDRÉS
Urrea

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Presidente de la Confederación
Hidrográfica de Segura

RESUMEN

Se describen el pasado, presente y futuro de la Confederación Hidrográfica del Segura, en relación con las tecnologías de la información y de la comunicación en el internet de las cosas, big data, almacenamiento en la nube, etc. La afección del cambio climático supone uno de los mayores retos, debiendo contar con las mejores y últimas tecnologías que permitan tanto la gestión ordinaria como hacer frente a fenómenos hídricos extremos. Solo así se podrá realizar una adecuada adaptación al cambio climático, mitigando los riesgos inherentes al mismo no solo en las poblaciones sino también en el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Transformación digital; medio ambiente; cambio climático; recursos hídricos

ABSTRACT

The article outlines the past, present and future of the Segura Water Board in relation to information technologies and IOT communication, big data, cloud storage, etc. The effects of climate change pose one of the greatest challenges and the very best and latest technologies must be available to ensure both day-to-day operation and to tackle extreme water events. Only in this way will it be possible to adapt in a suitable manner to climate change and mitigate the inherent risks of the same not only to local population but also to the environment as a whole.

KEYWORDS

Digital transformation, environment, climate change, water resources





Las Confederaciones Hidrográficas (CCHH), instituciones casi centenarias, al igual que el resto de la sociedad española están inmersas en un proceso de transición hacia la transformación digital. Conceptos como internet de las cosas (IoT), computación en la nube, blockchain, big data, ciberseguridad, etc, se están implementando de manera continua en los organismos de cuenca, para no solo adaptar/facilitar la gestión diaria de los procedimientos administrativos sino también como estrategia de base para una mejor gestión integral de la propia organización, procurando alcanzar mejores cotas de eficacia y eficiencia de cara a la sociedad, premisa fundamental del concepto de servicio público.

Y en particular en las CCHH la implementación de esta transformación digital, se muestra especialmente interesante al confluir en ellas conceptos tan diversos, aunque siempre interrelacionados cuales son, medioambiente, ingeniería, administración, etc.

Los inicios de los sistemas informáticos en las CCHH se realizan en los años noventa, mediante el desarrollo e implantación de aplicaciones específicas para los procesos de gestión administrativa más relevantes del organismo como gestión económica, nóminas, personal, registro general y expropiaciones en el ámbito de competencias de la Secretaría General, la gestión de expedientes, registro de aguas y parte oficial, en el caso de la Comisaría de Aguas, la gestión de inversiones en la Dirección Técnica, así como los Sistemas de Información Geográfica en la Oficina de Planificación Hidrológica.

SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

Es de justicia comenzar con una mención especial al Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), cuya función principal en sus inicios fue disponer de información de calidad para la toma de decisiones en el caso de lluvias torrenciales y prevenir en la medida de lo posible los daños que se pudieran ocasionar. Es decir, se constituyó como un primer intento de prevención y adaptación de los riesgos asociados al cambio climático, caracterizado por los fenómenos hidrológicos extremos: la gestión de avenidas.

El paso del tiempo y su robustez y potencialidades lo han convertido asimismo en una herramienta fundamental tanto para la gestión hídrica en sequías, como en situación ordinaria aportando información a la explotación del sistema hidráulico para su optimización.

Esas características se constataron en la gestión de la DANA que azotó el sureste español el pasado mes de septiembre, convirtiéndose en protagonista no solo para la gestión interna, sino también para la gestión del aporte de información,

y de los riesgos asociados en estos fenómenos, a otras administraciones implicadas y al conjunto de la sociedad civil.

Ya no se puede concebir la gestión de los recursos hídricos tanto en situaciones extraordinarias como ordinarias sin la contribución que supone el SAIH.

APLICACIONES DE GESTIÓN

Las tecnologías de desarrollo de aplicaciones han evolucionado enormemente debiendo adaptarnos a dichos cambios. A partir del año 2005 se inició un proceso gradual de transformación de las herramientas de desarrollo, inicialmente con sistemas cliente servidor, hacia nuevas aplicaciones desarrolladas en entornos web y con un framework de desarrollo basado en software libre que permitiera homogeneizar las herramientas facilitando su mantenimiento posterior y disponer de funcionalidades básicas comunes para todas las aplicaciones que se fueran desarrollando en dicho framework, destacando la gestión de expedientes de contratación, gestión de expedientes jurídicos y la gestión del postravase Tajo Segura.

Siguiendo la normativa existente en aquel momento, la Ley 11/2007 de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos y el RD 4/2010 que regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad, se optó por la utilización de aplicaciones ya existentes en la Administración General del Estado (AGE) como la aplicación NEDAES de gestión de nómina y la aplicación de registro SIGEM. Esta reutilización se estableció como obligatoria en la Ley 40/2015 de Régimen Jurídico del Sector Público.

ADMINISTRACIÓN ELECTRÓNICA

La publicación de la Ley 39/2015 del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y la Ley 40/2015 de Régimen Jurídico del Sector Público, han supuesto un cambio radical en la tramitación administrativa de las Administraciones Públicas, configurando un escenario en el que la tramitación electrónica debe constituir la actuación habitual de las Administraciones en sus múltiples vertientes de gestión interna, de relación con los ciudadanos y de relación de administraciones entre sí, posibilitando en la CHS:

- Integración de Registro de CHS con el Sistema de Interconexión de Registros de la Administración General del Estado.
- Implantación de la herramienta de la AGE de Portafirmas.
- Adhesión a la plataforma de notificación electrónica de la AGE (Notifica).



PLATAFORMA PARA LA TRAMITACIÓN ELECTRÓNICA DE EXPEDIENTES (AQUO)

En el año 2016 se inició el proyecto de desarrollo e implementación de una plataforma de tramitación electrónica de expedientes que diera respuesta a la normativa vigente que obligaba a tramitarlos electrónicamente. En una primera fase se ha centrado en los procedimientos de la Comisaría de Aguas de CHS.

Los objetivos son los siguientes:

- Tramitación electrónica completa de los expedientes
- Integración con herramientas existentes en CHS
 - Registro General de Entrada/Salida
 - Sistema de autenticación corporativo (Single Sign On)
 - Sistema de información geográfica
 - Gestor documental Alfresco

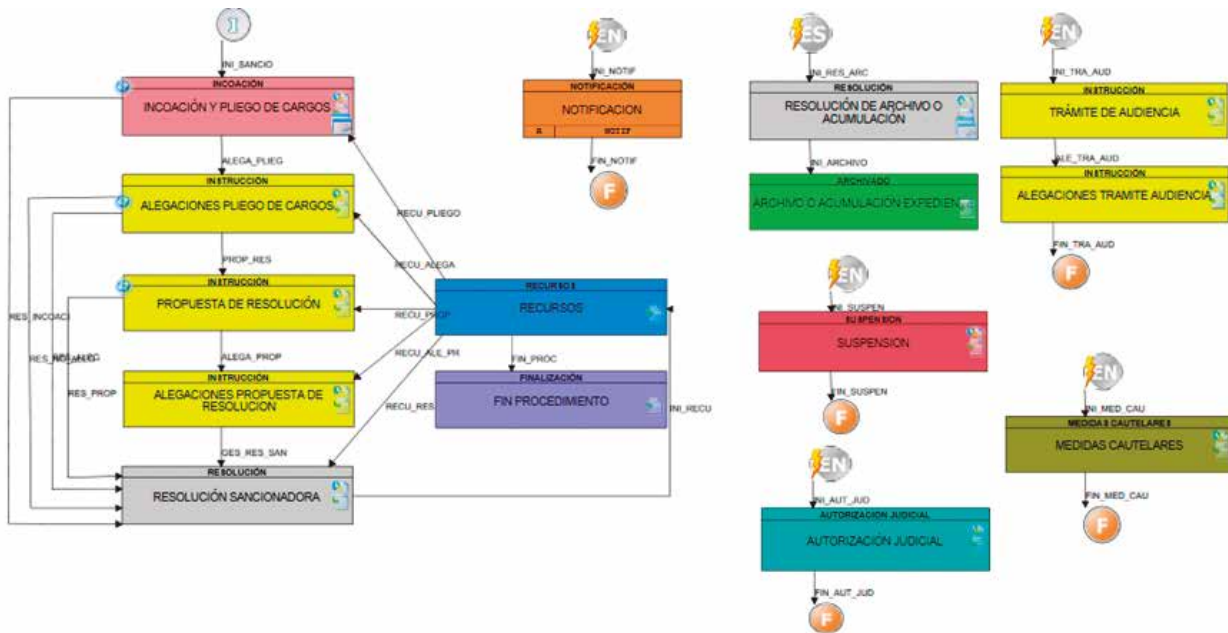
- Integración con herramientas de e-administración de la Administración General del Estado.
 - Plataforma @firma y port@firmas
 - Gestor de CSV
 - Notific@ (Sistema de Notificaciones Electrónicas de la AGE)
 - Plataforma de intermediación (SCSP, Sustitución de Certificados en Soporte Papel) del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas
 - TEU (Tablón Edictal Único)

- Reutilización de software ya elaborado por otras Administraciones Públicas.

- Desarrollos sobre productos de software libre.

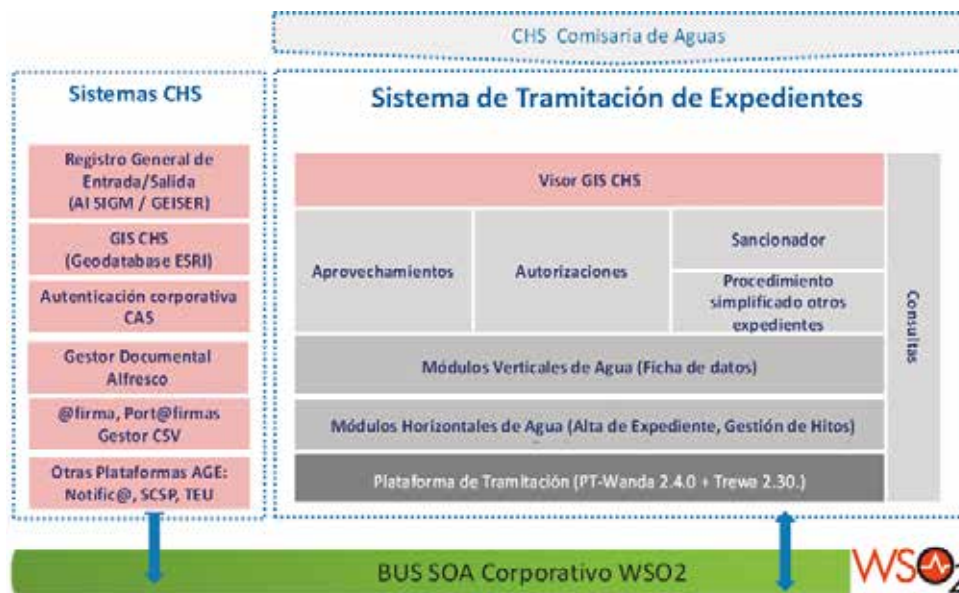
- Arquitectura y diseño modular.

En la siguiente imagen se puede ver el modelado del procedimiento sancionador:





La arquitectura del sistema es la siguiente:



AQUO se puso en producción a finales del año 2018 y actualmente se están tramitando con esta herramienta los expedientes sancionadores y de actuaciones previas, informes de evaluación ambiental y de información ambiental. La intención es incorporar y tramitar en esta aplicación la mayor parte de expedientes que se gestionan en la CHS.

SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control desarrollados en la CHS y que se aplican directamente en la explotación del sistema, también han ido evolucionando, adaptándose a las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones existentes en cada momento. En la actualidad y adicionales al SAIH, se dispone de los siguientes sistemas:

- SAICA, Sistema automático de información de calidad de las aguas en tiempo real
- SICA, Sistema de control de aprovechamientos en tiempo real
- BES, Batería estratégica de sondeos
- SAIH postravase

Los puntos de control del sistema SAICA, se integraron en los sistemas SAIH para facilitar su mantenimiento y evitar duplicidades innecesarias. Recientemente se ha conseguido la unificación de las comunicaciones, empleando diversos sistemas que dan soporte a todos los estos sistemas con el consiguiente ahorro de costes y una gestión y mantenimiento más sencillo.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los sistemas de información geográfica utilizados en el organismo son un elemento también esencial en su gestión, implementando una cartografía digital y conectada con los sistemas de información de gestión de CHS.

La acción combinada de las imágenes de satélite referidas a la delimitación de las áreas regadas, referenciadas en un GIS, con la misma referenciación sobre GIS del registro concesional digital posibilita un seguimiento continuado del respaldo concesional de toda la superficie regada.

INFRAESTRUCTURAS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

Las infraestructuras físicas que dan soporte a los sistemas de información, también han evolucionado enormemente, pasando de tener servidores independientes para cada una de las aplicaciones y sistemas a tener prácticamente todos los servidores virtualizados y en alta disponibilidad, minimizando los riesgos ante averías de la infraestructura física.

Esencial resulta la seguridad de los sistemas de información ya que las administraciones públicas se enfrentan a un número creciente de ciberataques tanto por motivaciones económicas como políticas, los incidentes que se producen ya no solo correspondieron al llamado «código dañino», sino que ha aumentado enormemente las intrusiones, los ataques que buscan una vulnerabilidad para introducirse en los sistemas de las organizaciones.





La CHS dispone de medidas preventivas tanto a nivel interno en los equipos locales como en el perímetro externo para evitar los ataques procedentes de internet. En el año 2017 la Confederación Hidrográfica del Segura se adhirió al Sistema de Alerta Temprana de Internet (SAT-INET) desarrollado e implantado Centro Criptológico Nacional (CCN), dependiente del CNI y se instaló la sonda diseñada para detectar posibles amenazas, los incidentes de seguridad deben analizarse y reportados al CCN.

COMPUTACIÓN EN LA NUBE

La mayor parte de las organizaciones españolas ya han iniciado un proceso de transformación para la migración a la nube, o al menos ya tienen planes para iniciarlo en un corto periodo de tiempo.

Sin embargo, ello no es un proceso sencillo, ni tiene que ser un proceso de todo o nada, debe ser un proceso progresivo en el que se vayan confiando poco a poco funcionalidades específicas para facilitar el proceso de adaptación.

En nuestro caso concreto, el primer elemento migrado a la nube ha sido la telefonía, migrando en su totalidad a telefonía ip, con todos los servicios proporcionados desde la nube del operador, evitando la inversión en nuevos equipos de centrales telefónicas y los servicios de mantenimiento asociados.

En estos momentos se están realizando estudios para una migración a la nube de algunos de los sistemas de información del organismo, debido a:

- Dificultad externa en el acceso a sistemas críticos durante la DANA de Septiembre de 2019 dado que la gran cantidad de accesos externos al SAIH para consulta, provocó una pérdida del servicio externo grave.
- Necesidad de respaldo de la infraestructura física existente en el centro proceso de datos (CPD) de CHS, para en caso de desastre en el CPD sea posible seguir proporcionando los servicios.
- Necesidad de inversión en renovación de licencias y migración de sistema de correo corporativo, que invitan a sistemas ofimáticos y correo en la nube con más prestaciones que los actuales, posibilidad de acceso remoto y herramientas de trabajo colaborativo para los usuarios.

BLOCKCHAIN

La introducción del Blockchain es planteable en relación al otorgamiento de concesiones administrativas, registro de aguas, inventarios demanial y patrimonial y en la licitación

de contratos públicos, dotando a estos procesos de mayor trazabilidad y transparencia, redefiniendo las relaciones de la administración y los ciudadanos y empresas en términos de mayor confianza, bajo la coordinación que se impulse desde la Dirección General del Agua.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Una parte esencial en la actividad de las CCHH será la incorporación de la metodología BIM en los procesos de ingeniería.

La potencia de BIM reside en la información, que es procesable en cualquier punto del ciclo de vida del proyecto, mejorando la precisión, las intenciones de diseño desde la oficina de proyectos hasta la ejecución, la transferencia de conocimientos de las partes interesadas, las órdenes de cambio y los problemas de coordinación de campo, y proporcionando información sobre los edificios e infraestructuras existentes para proyectos de renovación posteriores.

En el año 2015 se puso en marcha la Comisión BIM (<http://www.esbim.es>), planteándose la Hoja de Ruta con los hitos:

- “Uso obligatorio de BIM en licitaciones públicas de edificación”
- “Uso obligatorio de BIM en licitaciones públicas de infraestructuras”

Ya el anterior Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se incorporó como parte de es.BIM, suscribiendo el “Decálogo: Plan de acción” donde se comprometió a sensibilizar a las administraciones en el establecimiento de requisitos BIM en las licitaciones de infraestructuras con el objetivo de reducir costes, así como a desarrollar los estándares nacionales que posibiliten el uso homogéneo de BIM.

La CHS afronta en el corto plazo la necesidad de establecer requisitos BIM en sus licitaciones de infraestructuras con el objetivo de reducir sus costes, así como digitalizar los trabajos derivados del desarrollo de las infraestructuras, desterrando el formato físico, con el consiguiente ahorro económico y medioambiental, todo ello contemplando los estándares nacionales que se desarrollen.

BIG DATA

En CHS la mayoría de los datos recogidos son estructurados estando recogidos en bases de datos relacionales.

Una posible línea de actuación que estamos sopesando acometer en la CHS es la monitorización del estado del acuífero vinculado al Mar Menor. El fenómeno acaecido el





pasado mes de octubre, obliga a un replanteamiento de la gestión de la información generada en torno a la laguna, aglutinando gran cantidad de datos de diferentes fuentes tanto internas como externas a CHS.

CONCLUSIONES

Constatada la necesidad de continuar con la transformación digital, en las CCHH, como herramienta transversal para mejorar la eficiencia y prevención de los riesgos asociados al Cambio Climático, que no es sino el escenario cierto futuro en la gestión de los recursos hídricos y sus ecosistemas asociados.

Los aspectos más importantes de futuro en la CHS y en el resto de los organismos de cuenca podrían ser los siguientes:

1. Potenciar y desarrollar los sistemas de administración electrónica, mediante un análisis de la totalidad de los procedimientos administrativos existentes en las CCHH, digitalizándolos y estableciendo flujos de trabajo y guías de tramitación.
2. Digitalización del registro de aguas y conexión de las herramientas de gestión a él vinculadas.
3. Implementación del BIG data para el análisis de la información disponible y su uso para la toma de decisiones.
4. Migración progresiva de los sistemas e infraestructura tradicionales a la nube.
5. Aumentar los esfuerzos en ciberseguridad interna y externa, proporcionando una nueva sonda específica del CCN para la detección de amenazas en los sistemas de control industrial (SAT-ICS), orientada a los sistemas propios de la CHS.
6. Elaboración de un plan estratégico para la transformación digital en CHS, bajo la coordinación de la DGA, consecuencia de un proceso de normalización y homogeneización de la implantación de la transformación digital en los organismos de cuenca.

Únicamente con un marco regulatorio y estrategias perfectamente definidas en estos aspectos, el establecimiento de equipos multidisciplinares en los organismos de cuenca y el apoyo y coordinación de la Dirección General del Agua tanto en lo relativo a presupuestos, personal y objetivos a alcanzar en el corto, medio y largo plazo, posibilitarían la transformación digital de los organismos de cuenca modelando lo que deberían ser las Confederaciones Hidrográficas del siglo XXI. 📍





Aportaciones e insuficiencias del PNIEC

para la mitigación del Cambio Climático



BALDOMERO
Navalón

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

GT Agua, Energía y Cambio Climático del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

RESUMEN

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2020-2030 presentado por España a la Unión Europea promueve la descarbonización de la economía española mediante la electrificación, para alcanzar los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero en 2030 y la neutralidad de emisiones en 2050. Implica cambios estructurales en la mayoría de los sectores estratégicos, especialmente en el sector energético, el transporte y la edificación residencial. Se presentan algunas aportaciones a las medidas más relevantes del Plan en las dimensiones de descarbonización y eficiencia energética, desde la visión transversal que la ingeniería de caminos nos ofrece.

PALABRAS CLAVE

Cambio climático, descarbonización, eficiencia energética, electrificación

ABSTRACT

The National Integrated Energy and Climate Plan (PNIEC) 2020-2030 presented by Spain to the European Union promotes the decarbonisation of the Spanish economy by means of electrification, in order to reach the greenhouse gas emissions reduction objectives by 2030 and carbon neutrality by 2050. This requires structural changes in the majority of the strategic sectors and particularly in the energy, transport and residential housing sectors. The article focuses on some of the more relevant measures of the plan in terms of decarbonisation and energy efficiency, from the transversal approach offered by civil engineering.

KEYWORDS

Climate change, Decarbonisation, Energy Efficiency, Electrification





El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030) cuyo borrador fue presentado por España en febrero de 2019, favorablemente acogido por la Comisión de la Unión Europea quien emitió en junio de 2019 una serie de recomendaciones, está pendiente de su publicación final. Con un ánimo totalmente constructivo, se realizan una serie de aportaciones que puedan ayudar a la consecución de los muy exigentes objetivos que se plantean en el mismo.

El PNIEC promueve la descarbonización de la economía española fundamentalmente mediante la electrificación y establece los siguientes objetivos:

• **Objetivos 2030:**

o Reducir un 21 % las emisiones de GEI respecto al nivel del año 1990.

o 74 % de la electricidad debe ser producida con fuentes renovables.

o Mejorar en un 39,6 % la eficiencia energética.

o Como mínimo el 42 % de la demanda final de energía debe proceder de fuentes renovables.

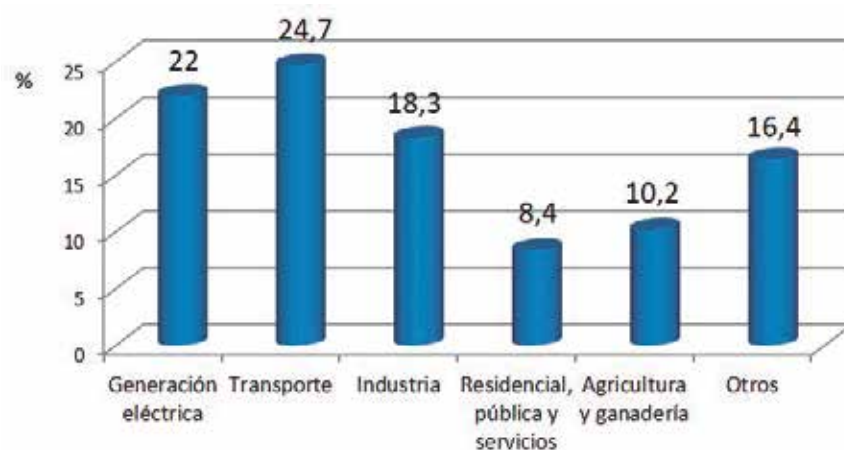
• **Objetivos 2050:**

o Reducir al menos en un 90 % las emisiones de GEI respecto al nivel de 1990.

o 100 % de la electricidad producida con fuentes renovables.

El PNIEC establece medidas sobre todos los sectores estratégicos (agua, energía, medio ambiente, movilidad, transporte y logística, edificación y urbanismo, ordenación del territorio, tecnologías de la información, sector financiero), calcula una inversión de 236.000 millones de euros de los que el 80 % provendría del sector privado, y crea una gran oportunidad para invertir en I+D+i y crear una industria local y de empleo cualificado.

Como se aprecia en el cuadro adjunto, solamente el 22 % de las emisiones de CO₂ provienen del sector eléctrico, siendo el sector transporte, la industria, la edificación y los servicios y la agricultura y ganadería responsables de más del 60 % de las emisiones de CO₂.



En primer lugar se aportarán algunas consideraciones de carácter general y posteriormente se incidirá en dos de las cinco dimensiones en que el PNIEC clasifica las medidas: la Descarbonización y la Eficiencia Energética.

El PNIEC establece medidas de mitigación orientadas esencialmente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Sería oportuno que incluyera también medidas de adaptación al fenómeno con el fin de reducir sus impactos y riesgos para el país. Así trasladaría al PNIEC las actuaciones necesarias y urgentes del próximo decenio del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, especialmente las relativas a los recursos hidrológicos y el medio litoral.

Sería deseable que el PNIEC, entendido como instrumento clave a escala nacional para la gobernanza de las acciones relativas al cambio climático, se estableciera como guía de los planes sectoriales correspondientes a sus diferentes ámbitos de actuación y dimensiones, y fuera modelo de las actuaciones que surjan a nivel autonómico y local sobre la materia.

El PNIEC se configura así con el Plan Director de la economía española de los próximos 10 años por su transversalidad, implica cambios estructurales de gran calado en sectores estratégicos, supone en algunos casos cambios en los usos y costumbres de los ciudadanos. Por todo ello sería altamente deseable que los distintos planes sectoriales recojan, a la ma-

yor brevedad posible, las políticas, medidas concretas e inversiones necesarias para lograr los objetivos que el Plan establece en cada área. El “European Green Deal” presentado por la nueva Comisión Europea poniendo como objetivo prioritario la lucha contra el cambio climático, la futura Ley Europea de Cambio Climático y la nueva política de financiación del Banco Europeo de Inversiones (BEI) establecerán las políticas y mecanismos de financiación que los planes sectoriales deberían aprovechar.

Por lo que respecta al objetivo de electrificación de la economía española, ello supone una profunda transformación del sistema eléctrico: fuerte y decidido impulso a las fuentes y tecnologías renovables de generación de energía eléctrica, fomento de la generación distribuida y del autoconsumo eléctrico, necesaria potenciación de las interconexiones eléctricas internacionales con Francia, Portugal y Marruecos, y la digitalización de las redes de distribución y transporte. Es necesario un cambio en la estructura económica del sector eléctrico con la aparición de una pluralidad de nuevos actores interrelacionando con el consumidor final: empresas de servicios energéticos, prosumidores activos, agregadores de demanda, administraciones locales, etc.. Ello exigirá procedimientos de coordinación y gobernanza que el PNIEC no menciona, que aseguren la coherencia global y el buen funcionamiento técnico y económico del suministro de electricidad.





El PNIEC consagra los principios de neutralidad tecnológica y coste-eficiencia como bases de selección de las opciones más favorables para las distintas medidas y actuaciones que contempla, especialmente en lo que se refiere a descarbonización y eficiencia energética. Sería deseable que se estableciesen pautas específicas que permitan concretar la aplicación de ambos principios dentro del PNIEC.

Se considera muy importante incluir una adecuada planificación, es decir, ordenar en el tiempo las actuaciones y medidas propuestas, señalar la interrelación entre unas y otras, y proceder a su jerarquización en términos de prioridad atendiendo a criterios de coste-beneficio, sean económicos, ambientales, de salud pública, creación de empleo o cambio hacia hábitos más sostenibles. Todo ello tanto para las medidas de mitigación como de adaptación al cambio climático.

Finalmente en lo que respecta a consideraciones de tipo general al PNIEC, se recomienda que el texto que finalmente en vigor sea consecuencia de un intercambio consensuado entre autoridades y representantes políticos, las comunidades científico-técnicas y las asociaciones empresariales concernidas. Además, se sugiere que se tenga en cuenta la opinión de las organizaciones profesionales, parte bien informada e independiente de la sociedad civil, como el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

PROPUESTAS SOBRE LA DESCARBONIZACIÓN

El PNIEC desarrolla la dimensión de la descarbonización señalando como objetivo de España a largo plazo, en 2050, la neutralidad en carbono, para lo que fija el objetivo vinculante de lograr una mitigación de al menos el 90 % de las emisiones brutas de GEI respecto al año de referencia 1990, objetivo que se establece para 2030 en una reducción de al menos el 20 %.

Establece 13 medidas específicas de promoción y desarrollo de las energías

renovables y 5 medidas para reducción en sectores difusos (agricultura, ganadería, forestal, agrícola). Se incluyen a continuación algunas propuestas y comentarios a algunas de esas medidas.

Medidas 1.1 y 1.2 del PNIEC. Desarrollo de nuevas instalaciones de energías renovables y su integración en las redes eléctricas.

El PNIEC se basa en el desarrollo masivo de nuevas instalaciones de energía renovable de origen eólico y fotovoltaico fundamentalmente. No se mencionan explícitamente las posibilidades de desarrollo potencial aún existentes en el campo de la energía hidroeléctrica, tanto en términos de producción como en lo que se refiere a almacenamiento eficiente de energía, aprovechando las infraestructuras hidráulicas ya existentes.

El Plan prevé construir para 2030 una capacidad de almacenamiento importante mediante centrales reversibles de bombeo, lo que aconsejaría establecer los procedimientos administrativos adecuados y la necesaria coordinación con la Administración Hidráulica, así como actuar con previsión temporal suficiente enviando las señales adecuadas a los agentes inversores para a ver viable el plazo señalado.

Sería deseable que el Plan incluyera una planificación adecuada para acompasar la entrada en servicio de las nuevas instalaciones renovables con la puesta en servicio de los imprescindibles medios de almacenamiento de energía que las complementan y con el cierre ordenado que pudiera producirse en las centrales nucleares.

Medida 1.8 del PNIEC. Renovación de centrales renovables existentes

Parece claro que no deberíamos renunciar a las centrales renovables existentes que van llegando al final de su vida regulatoria. Se recomienda que, con suficiente antelación y lo antes posible dentro del plazo de vigencia del PNIEC, la Administración Hidráulica defina los procedimientos administrativos simplificados que aseguren la competencia y los plazos de renovación de las concesiones.

Medida 1.7 del PNIEC. Promoción de gases renovables

Desde el punto de vista de la reducción de emisiones pero también como fomento de la economía circular, sería oportuno establecer objetivos cuantificados de uso del biometano producido generalmente en las EDAR asociadas al ciclo urbano del agua y a las plantas de residuos.

Sería deseable establecer alguna medida concreta para fomentar el enriquecimiento del biogás y su conversión en electricidad mediante la cogeneración de alta eficiencia, fomentando el autoconsumo en este tipo de instalaciones ambiental y localmente tan importantes.

Finalmente por lo que se refiere a la descarbonización sería necesario que el Plan concretara las mejoras y los cambios regulatorios que el sector eléctrico necesita, incluyendo las redes de transporte y distribución y los grandes sistemas de almacenamiento de energía.

PROPUESTAS SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El PNIEC hace suyo el objetivo de mejora de la eficiencia energética del 32,5 % en 2030 aprobado por la Unión Europea en su Directiva de Eficiencia Energética, y plantea una serie de medidas que elevan hasta el 39,6 % de mejora en 2030 en el consumo de energía primaria, es decir, España se plantea un objetivo más ambicioso que el establecido por la UE.

Para ello el Plan presenta 10 medidas diseñadas bajo un enfoque sectorial, correspondiendo 4 al sector transporte, 3 a la edificación residencial y terciaria, 1 transversal relativa a la tecnología y gestión de procesos industriales, 1 para el sector agrícola y 1 para el equipamiento de climatización y frío del sector terciario. Se presentan a continuación algunas propuestas y sugerencias a algunas de estas medidas.

Medida 2.1 del PNIEC. Cambio modal del transporte

El Plan establece la necesidad de un cambio modal en la movilidad urbana e interurbana hacia una mayor parti-





cipación de los modos más eficientes en consumo de energía final. El PNIEC debería partir de la base que el transporte, como eslabón crítico y esencial de la cadena logística y, por tanto, de la cadena de suministro, es un instrumento esencial de los modelos de producción. Las actividades de transporte poseen un carácter estratégico en el proceso de globalización mundial (modos marítimo y aéreo) y a escala europea (modos marítimo, aéreo y la carretera).

El Plan promueve la descarbonización del transporte profesional en el modo carretera tanto en el ámbito urbano como interurbano. En el ámbito urbano aboga por la restricción a la movilidad en vehículo propio en zonas centrales de las ciudades de más de 50.000 habitantes, el establecimiento de planes de movilidad sostenible y transporte en el trabajo, regulación a nivel autonómico, etc.; las experiencias recientes en este ámbito apuntan a que más que una disminución de emisiones lo que se produce en un trasvase espacial y temporal de las mismas, siendo necesario un cambio de usos y costumbres que la sociedad debe aceptar.

En el ámbito interurbano se plantea la necesidad de instrumentos financieros para las inversiones que permitan la transferencia modal al ferrocarril y al buque. Ello requiere de cambios estructurales que el PNIEC no debería olvidar, como el eje de ancho variable para mercancías, la eliminación de las restricciones a la competencia de todos los operadores públicos y privados, la mejora de la competitividad de los servicios en coste y eficiencia, etc.

El Plan se basa en la electrificación del transporte, si bien se podría dar un mayor impulso a la implantación progresiva del gas natural licuado (GNL) en el transporte profesional de personas y especialmente de mercancías, tanto por carretera como en el marítimo.

Medida 2.2. Uso eficiente de los medios de transporte

El PNIEC propone aumentar la masa autorizada de los vehículos pesados a 44 toneladas y su altura a 4,5 metros.

Parece lógico anticipar que estas condiciones pueden ejercer una influencia negativa en la durabilidad de los firmes de carreteras. Por tanto, se propone que se solicite la opinión de la Dirección General de Carreteras del Ministerio competente y de la industria de automoción.

Medida 2.4. Impulso del vehículo eléctrico

Sin entrar a valorar la viabilidad de alcanzar los 5 millones de vehículos eléctricos en el año 2030, es indiscutible la necesidad de crear una infraestructura de recarga ubicua y ágil, no solamente en las ciudades sino en la red de carreteras, autovías y autopistas. Asistimos a una carrera entre distintos operadores para el desarrollo de dicha red de recarga, si bien sería deseable la coordinación de nuevo con el futuro Ministerio de Transporte y Movilidad y las Comunidades Autónomas en el ámbito de sus competencias, para adecuar la red viaria a las condiciones de uso de los nuevos vehículos.

Medida 2.6. Eficiencia energética en edificios del sector residencial

El PNIEC establece el objetivo de rehabilitar 1,2 millones de viviendas en 2030 hasta transformarlas en edificios de consumo de energía casi nulo (EECN). Debe tenerse en cuenta que la Directiva UE 2018/844 establece que en 2050 todos los edificios deberán ser de consumo de energía casi nulo. Por tanto, la estrategia a largo plazo de renovación de edificios que debe estar definida y aprobada en marzo de 2020, debe concretar la prioridad de las actuaciones, los mecanismos de financiación y estimar los fondos públicos necesarios para ello.

Medida 2.8. Eficiencia energética en edificios del sector terciario

Las medidas de renovación del parque edificado (2.6, 2.7 y 2.8) se refieren exclusivamente a viviendas, la mayoría de las cuales son de titularidad privada, y a edificios terciarios de titularidad de las Administraciones Públicas. Si tenemos en cuenta que el 90 % de los edificios del sector terciario son de titularidad privada, se deberían establecer también objetivos y financiación para ellos.

El Plan ha utilizado un modelo para el sector servicios que no discrimina en función del tipo de edificio o uso, cuando en la realidad sus consumos son muy diferentes. Se propone la elaboración de submodelos para los usos de oficinas, hoteles, centros comerciales, pequeño comercio, centros sanitarios, almacenes, etc..

Por último, en lo que respecta a eficiencia energética, se aprecia una carencia de medidas que estimulen la aplicación de la inteligencia digital.

CONCLUSIONES

El PNIEC establece la descarbonización de la economía española a través de la electrificación, al concretar en torno a este vector energético las principales medidas prescritas para cumplir los objetivos de reducción de emisiones.

- Se dirige a dos grupos de actividades emisoras: las que se encuadran dentro del sector eléctrico y las que corresponden a los sectores difusos.

- Da por supuesto que la iniciativa privada deberá asumir un 80 % de las inversiones necesarias.

La transformación del sistema eléctrico se centra en las nuevas inversiones en generación renovable, ciertamente, pero aparte de ello habrá que establecer las interconexiones eléctricas internacionales previstas (con riesgo político), diseñar esquemas de apoyo retributivo al almacenamiento de energía, potenciar las redes, planificar el cierre progresivo de las centrales nucleares y poner en marcha los incentivos para la penetración del vehículo eléctrico y otras medidas sobre gestión activa de la demanda.

El éxito en la reducción deseada de emisiones en los sectores difusos, concretamente en la movilidad de las personas, el transporte de mercancías en sus diferentes modos y especialidades, la edificación residencial y terciaria, así como los servicios urbanos y metropolitanos, exigirá medidas audaces pero viables y realistas en términos de objetivos y ritmo de adopción. ☞





F. JAVIER Baztán

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Consejero de Energía Agua y Medio Ambiente CICCOP.
Generación Internacional Naturgy

El almacenamiento de energía en la transición energética

RESUMEN

El almacenamiento de energía va a ser un factor clave para facilitar en la transición energética, apoyando la introducción a 2030 de un mix energético basado en energías renovables. El PNIEC contempla la introducción a 2030 de 6 GW de almacenamiento, fundamentalmente en bombeos y baterías.

PALABRAS CLAVE

Cambio climático, transición energética, almacenamiento de energía, PNIEC, centrales hidroeléctricas reversibles, baterías

ABSTRACT

Energy storage will be a key factor in aiding energy transition, in support of the introduction in 2030 of an energy mix based on renewable energies. The National Integrated Energy and Climate Plan (PNIEC) considers the introduction of 6 GW of storage in 2030, primarily in the form of pumped storage and batteries.

KEYWORDS

Climate change, energy transition, energy storage, PNIEC, reversible hydroelectric power plants, batteries



1

Introducción

La conjunción del Cambio Climático y la Transición Energética, unido a grandes desarrollos tecnológicos, van a afectar de forma muy importante a todos los aspectos del Sistema Eléctrico, desde las infraestructuras de generación, la gestión del sistema, el mercado, el consumo y la regulación.

Desde los Acuerdos de Kioto y los posteriores de París 2015, se han incrementado las exigencias y se han hecho vinculantes los requisitos medioambientales. En este sentido, la Comisión Europea en el “paquete de invierno” fijaba unos objetivos vinculantes para 2030, que posteriormente actualizó el 28 de noviembre de 2018 en su hoja de ruta hacia una descarbonización sistemática de la economía, con la intención de convertir a la Unión Europea en neutra en carbono en 2050.

Por su parte la Administración Española, para cumplir con los compromisos europeos, ha establecido un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, con unos objetivos muy exigentes, y después de someter el Borrador a información pública, lo ha enviado a la Comisión Europea. Los objetivos son los siguientes:

- 21 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42 % de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,6 % de mejora de la eficiencia energética.
- 74 % de energía renovable en la generación eléctrica.

Así como conseguir para 2050 un grado de mitigación de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero (GEI) en esa fecha del 90 % respecto a 1990.

Lo anterior implica un crecimiento muy importante de la generación con Tecnologías Renovables no gestionables, lo que convierte al Almacenamiento de Energía en el principal elemento que permitirá que la nueva generación renovable sea posible, al dotar de flexibilidad al sistema y minimizar los “vertidos” de energía eléctrica. La previsión de potencia instalada en 2030 en España de acuerdo al PNIEC es de 157 GW (50 GW eólicos, 37 GW Fotovoltaicos, 27 GW ciclos, 16 GW Hidráulicos y 8 GW bombeos 7 GW solar térmica y 3 GW nuclear). Esta previsión implica, para el caso de almacenamiento (bombeos y baterías), la instalación de 6 GW adicionales.

Para un correcto funcionamiento del sistema eléctrico no solo habrá que hacer trasvase de energía entre las horas del día, sino que será necesario hacerlos entre las distintas estaciones, para lo cual el almacenamiento de energía de gran capacidad se hace imprescindible. Todo ello traerá consigo no solo la necesidad de remuneración del almacenamiento, sino también la potencia disponible garantizada para cubrir las rampas de la generación y la demanda y los servicios complementarios asociados al Sistema Eléctrico.

Estos cambios son de gran complejidad ya que afectarán a la práctica totalidad del sistema eléctrico. Incluso, se apunta su afección al modelo educativo de los futuros ingenieros, en donde se requerirá de una revisión de los contenidos de los estudios, de las capacidades y las actitudes.

Existen distintas formas de almacenamiento de energía, muchas de ellas en fase experimental. A nivel mundial en la actualidad el almacenamiento hidráulico es prácticamente el único existente, representa el 94 % del almacenamiento con 160 GW de potencia instalada y un 99 % de la energía almacenada con 9.000 GWh. Junto a las centrales reversibles las baterías son las que están llamadas a jugar un importante papel dado su rápido desarrollo tecnológico y disminución de costes. Ambos sistemas serán complementarios.

2

El almacenamiento hidráulico

Las centrales hidroeléctricas reversibles o de almacenamiento por bombeo permiten el almacenamiento de energía mediante el bombeo de agua desde un embalse inferior a otro embalse superior próximo, y su conversión de nuevo en energía eléctrica por turbinación.

En la tecnología reversible en el mundo hay 161 GW de Potencia Instalada que representa unos 9.000 GWh de energía almacenada. En España en el año 2018, la Potencia Instalada en reversibles es de 6 GW, con una Producción de 3,2 TWh y un consumo en Bombeo de 4,5 TWh. A nivel mundial China es la que más Centrales Reversibles nuevas a puesto en funcionamiento y en Europa es Austria con 360 MW.

La tendencia mundial es de un continuo crecimiento a lo largo de los años desde 1950 con una media anual 2 a 3 GW de centrales de almacenamiento reversibles y en la próxima década se estima que el crecimiento será a 10 GW/año. El almacenamiento de energía hidráulico es imprescindible para la transición fiable y segura hacia un sistema eléctrico basado en energías renovables.

Las características principales de las centrales reversibles son las siguientes:





Ubicación e impacto ambiental

- No consumen agua en el proceso, por lo que no están ligadas a la hidrología y por tanto puede ubicarse en zonas muy áridas (p. ej. Reversibles en desarrollo en Israel, Arabia Saudí) o incluso fuera de los cauces de ríos (próximos a centros de consumo).
- Para reducir su impacto ambiental, es posible aprovechar embalses existentes para la toma inferior, con la construcción de una balsa en puntos altos del valle. En ocasiones pueden aprovecharse dos embalses próximos.
- Las centrales y gran parte de la obra es subterránea.
- Permiten la instalación de grandes potencias (200-1.500 MW) o superiores, sólo condicionadas por el desnivel topográfico (100-1000 m), los diámetros constructivos de las conducciones, tiempo de almacenamiento (diario/semanal – estacional), tiempo de respuesta y el volumen máximo de las balsas requeridas.

Flexibilidad operativa

- Las reversibles bombean en horas valle con precios más bajos y turbinan en horas punta con mayores precios. De esta manera contribuyen en la Regulación de la curva diaria de demanda, consumiendo excedentes nocturnos y aportando potencia en puntas sin consumo de combustibles fósiles
- Las centrales reversibles contribuyen a la seguridad energética y estabilidad de la red, disminuyendo el riesgo de apagones compensando las grandes diferencias entre oferta y demanda de energía.
- Aportan una alta flexibilidad operativa ya que pueden arrancar y alcanzar la plena carga en cuestión de pocos minutos, así como cambiar de modo turbinación a bombeo. Aportan a la red la capacidad de regular frecuencia y tensión. Los nuevos diseños de velocidad variable permiten regular potencia en modo bomba.

Madurez de la tecnología

- El almacenamiento hidráulico es la tecnología más madura, con 161 GW representa el 94 % del almacenamiento de energía eléctrica a nivel mundial.
- Tiene una fiabilidad demostrada en funcionamiento más de 50 años (construcción masiva décadas de los 70 y 80's). Incluso los últimos desarrollos con velocidad variable cuentan con más de 10 años de funcionamiento.
- Emplean de tecnología punta de bajo riesgo

Vida útil

- La vida útil de la obra civil es muy elevada (100 años)
- La vida útil de los equipos (turbo-bomba, generador, transformador, etc.) alcanza los 50 años sin apenas deteriorar su rendimiento, siendo necesario un mantenimiento muy reducido.
- No se deteriora su capacidad de almacenamiento.

CAPEX y OPEX

- El coste de instalación en términos de potencia puede oscilar dependiendo del emplazamiento entre los 500–1.500 €/kW, dependiendo de que los embalses superior e inferior sean de nueva construcción o existentes (presa o depósito), la tipología de la central (subterránea o pie de presa), la longitud del circuito hidráulico, las condiciones naturales del emplazamiento (geología, topografía, hidrología), la distancia al punto de conexión a la red eléctrica de alta tensión y las medidas compensatorias medioambientales y socioeconómicas
- El coste de instalación en términos de energía almacenada puede oscilar dependiendo de la capacidad de los embalses entre los 50–200 €/kWh almacenado
- Los costes de operación y mantenimiento son bajos en comparación con la alta potencia instalada y el alto volumen de energía almacenado

2.1. Principales centrales de almacenamiento en construcción y proyecto

Se resumen a continuación los principales proyectos de centrales reversibles en construcción o proyecto por parte de empresas española en España y Portugal.

CHR Gouvães

El proyecto de Gouvães (fig. 1), propiedad de Iberdrola, se está construyendo en la actualidad en el norte de Portugal. Bomba y turbina del Embalse de Daivões a un nuevo embalse superior situado en el río Torno, con un salto bruto de 657 m, un embalse para almacenamiento de 21 h y energía almacenada de 18,3 GWh.

Dispone de un túnel de aducción de 4,7 km y Ø 7,30 m, chimenea de equilibrio diferencial tipo Johnson con pozo exterior de Ø 21 m, tubería forzada de 2,2 km, blindada en acero con secciones que varían Ø 6,0 m (en túnel), Ø 5,4 m (en zanja), bifurcación superior a 2 tuberías de Ø 3,8 m (en pozo vertical), y dos bifurcaciones inferiores a 4 tuberías de Ø 2,8 m, y el túnel de aspiración de 0,8 km.

La central dispone de 4 grupos de potencia total instalada de 880 MW, con un caudal nominal de 160 m³/s en turbinado y 128 m³/s en bombeo, y una producción anual estimada de 1.468 GWh.

La presa es de gravedad y planta recta de hormigón de 34 m de altura y aliviadero fijo sin compuerta para un caudal de 217 m³/s.

El estado actual de las obras es del 40 % de las excavaciones de presa con 25.000 m³. Túnel de Aspiración hormigonado al 65 %. Excavación chimenea de equilibrio superior finalizada con 26.000 m³. Tubería forzada muy avanzada en todos sus tramos. Caverna central hormigonado y montaje a un 63 %. Caverna transformadores a un 45 %. La fecha prevista de puesta en servicio finales 2021.



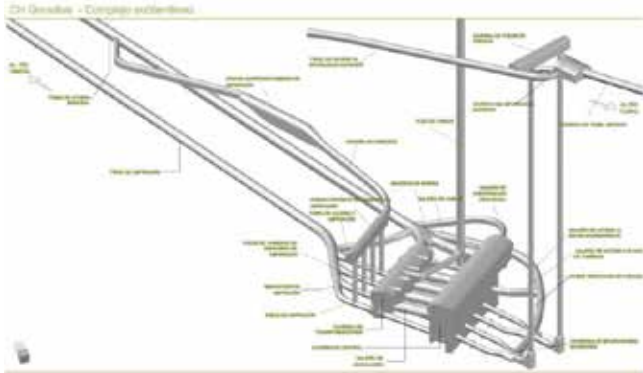


Fig. 1_ Complejo subterráneo de Gouvães

CHR Chira Soria

Las funciones fundamentales del proyecto de Chira Soria, ubicado en Gran Canaria y propiedad de REE, son aumentar la penetración de EERR no-gestionables, fundamentalmente eólica, la disminución de las emisiones GEI, compensar las desviaciones de potencia y frecuencia, mediante regulación hidráulica, almacenamiento de energía y mejorar la garantía de recursos hídricos para la demanda agrícola.

La Central, actualmente en proyecto, aprovecha dos presas existentes, las de Chira y Soria. El circuito hidráulico entre los embalses está formado por la galería de presión de 996,9 m de longitud y Ø 5 m interior, la conducción forzada en pozo de 352,8 m de altura y Ø 4 m interior, con chimenea de equilibrio de 101,5 m de altura y Ø 6 m interior, y la conducción de aspiración de 1.210,7 m de longitud y Ø 5 m interior, con chimenea de equilibrio de 157,30 m de altura y Ø 8 m interior (fig. 2).

Dispone de una central subterránea con 6 grupos Francis Turbo-Bombas de potencia total 200 MW y caudal de 68,4 m³/s en turbinación y 53,4 m³/s en bombeo con una potencia de 220 MW, siendo el salto bruto de 357,23 m. El Volumen turbinaable/bombeable es de 4 hm³, las horas de turbinado a máximo caudal es de 16 h y la energía acumulada es de 3,2 GWh.



Fig. 3_ Circuito hidráulico Hidrocaleras

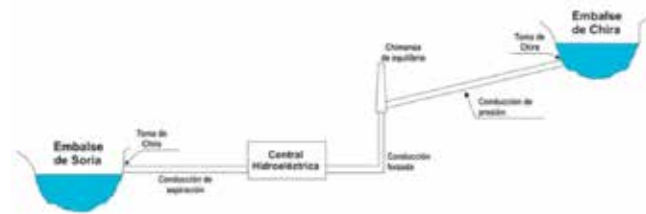


Fig. 2_ Circuito hidráulico Chira Soria

Los grupos se encuentran alojados en una caverna de 84,15 x 31,70 x 17,65 m y los equipos electromecánicos y transformadores, en otra caverna separada 35,82 m y dimensiones 85,55 x 22,70 x 33,90 m.

La línea de evacuación de 220 kV, tiene un tramo aéreo de doble circuito de 17.090 m y un tramo subterráneo de doble circuito de 1.165 m + 155 m de longitud.

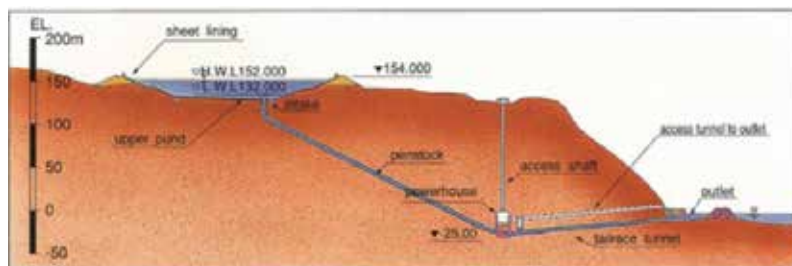
La toma/descarga en el embalse de Chira es mediante una torre de 30,25 m terminada en un "morning glory" de Ø 17,95 m, con losa superior y rejas laterales de 2 m de altura. La toma/descarga en el embalse de Soria es horizontal mediante una estructura de transición de 7,50 m de altura en la entrada con 4 ventanas de 2,50 m de ancho con rejas, para conectar con la Conducción de Aspiración de Ø 5 m interior.

El plazo de ejecución de las obras está previsto en 65,7 meses y el presupuesto en 391 M€ y está previsto comenzar próximamente con su construcción.

Proyecto HIDROCALERAS. CHR marina de Mioño

El objetivo del Proyecto (fig. 3) es la construcción de una Central Hidroeléctrica Reversibles con agua de mar, utilizando como balsa superior el área minera abandonada de Las Caleras (Anita) y la ensenada de La Tejilla (municipio de Mioño, Cantabria) y la balsa inferior el mar Cantábrico.

Su tecnología se basa en experiencias anteriores como la CHR Okinawa (Japón), 1999, de 31 MW de potencia instalada, salto





de 150 m y caudal de turbinación 23 m³/s. Y actualmente otros Proyectos similares en Hawái y Chile.

La potencia total en turbinado es de 49 MW, potencia total en bombeo de 47 MW, caudal máximo de turbinado 23 m³/s, caudal de bombeo 17 m³/s. Tiene un salto bruto de 250 m, longitud de la tubería de impulsión 1.400 m y volumen del embalse superior 3,33 hm³. El CAPEX del proyecto es 73,75 M€.

El proyecto, en fase de viabilidad tiene retos importantes como son la ataguía en el mar para la construcción de la toma inferior y el funcionamiento de los equipos electromecánicos con agua de mar.

CHR Belesar III

La reversible de Belesar III en fase de proyecto utilizará el embalse de Belesar (654 hm³), con una altura de presa de 132 m, la más alta de España en su día, y un contraembalse, Peares, con 182 hm³ y una presa de 118 m de altura. Ambas pertenecen a NATURGY y están localizadas en el río Miño, en Lugo. La central tendrá instaladas 2 turbinas Francis reversibles, sumando una potencia de 215 MW, con un caudal máximo de turbinación de 180 m³/s, y 169 m³/s de bombeo.

Como se observa en el esquema (fig. 4), el proyecto consiste en una toma superior en el embalse de Belesar (fig. 5), túnel de toma, pozo de carga (de 115 m), túnel de presión, casa de máquinas en caverna y bifurcadores de entrada y salida, túnel de descarga, toma inferior en el embalse de Peares (fig. 6), chimenea de equilibrio y túneles de acceso. La distancia entre embalses es de unos 3 km con un salto bruto de 137 m.

Para llevar a cabo la construcción de las tomas será necesario bajar el nivel de ambos embalses hasta una cota que permita ejecutar accesos hasta la zona de obra y trabajar en estas de forma segura. Este proyecto aprovechará la existencia de la línea de transmisión y subestación existente de Belesar, así como algunos accesos, y las antiguas canteras se utilizarán como puntos de vertido para los materiales sobrantes de la excavación. De esta forma se consiguen proyectos con menor impacto medioambiental.

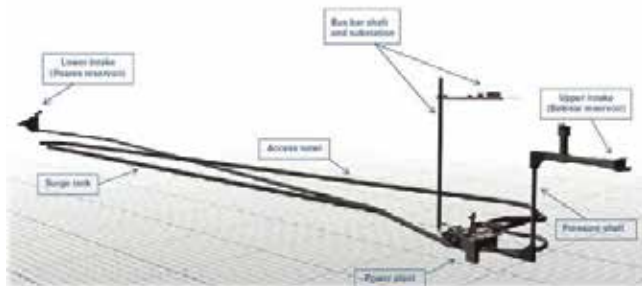


Fig. 4_ Esquema de la CHR Belesar III

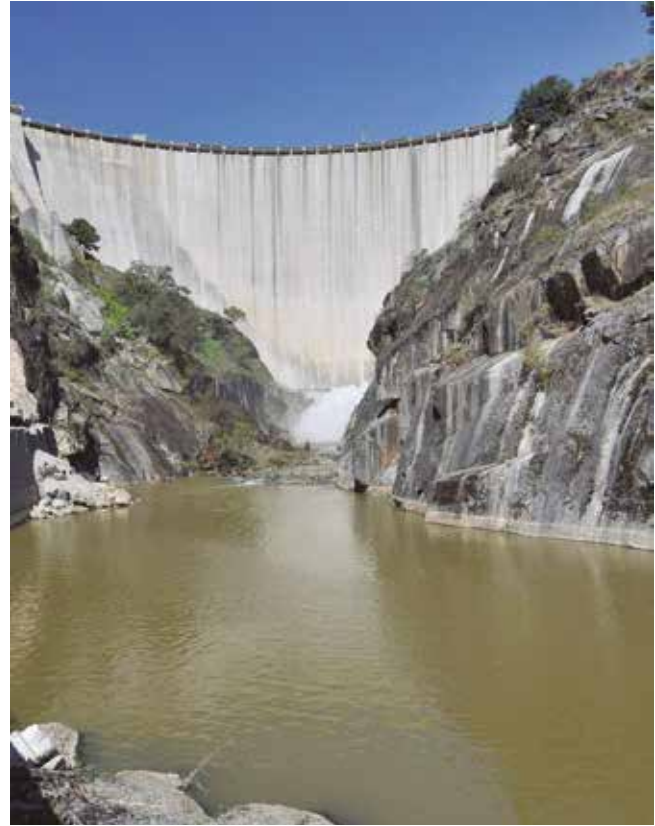


Fig. 5_ Presa de Belesar



Fig. 6_ Presa de Peares





Fig. 7_ Presa de Salas

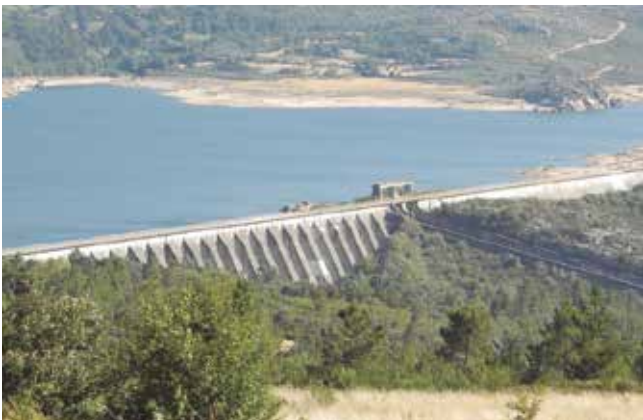


Fig. 8_ Presa Las Conchas

CHR Salas-Conchas

El embalse de Salas (fig. 7) tiene una capacidad de 75,6 hm³ y una presa de 50 m de altura, mientras que el contraembalse, Las Conchas (fig. 8), tiene una capacidad e 69 hm³ y una presa con 46 m de altura. Ambas pertenecen a NATURGY y se sitúan en la frontera con Portugal, en los ríos Salas y Limia. La central estará equipada con 2 turbinas Francis reversibles (2x185,5 MW), con un caudal máximo de turbinación y bombeo de 150 m³/s y 123,7 m³/s respectivamente.

Las estructuras principales tienen una configuración similar a la de Bill, en este caso con una distancia entre embalses de 6 km y un salto bruto de 285 m (fig. 9).

3 El almacenamiento con baterías

A escala de red, se utilizarán baterías de gran capacidad (almacenamiento centralizado) y en la gestión de la demanda especialmente la residencial y en la movilidad, la escala será de menor capacidad por instalación (almacenamiento distribuido). Sus funciones fundamentales serán la regulación de frecuencia, reserva rodante de capacidad, desplazamiento de la energía en el tiempo y dotar de capacidad de base a las energías renovables variables.

Ante el muy importante crecimiento esperado de la energía solar fotovoltaica tanto en sistemas centralizados como distribuidos, estos deberán de disponer de almacenamiento de energía en baterías para que puedan efectivamente “retrasar” la producción de energía, haciendo que la energía eléctrica esté disponible cuando es demandada.



Fig. 9_ Esquema de la CHR Salas-Conchas





En el sistema energético del futuro la capacidad de gestión de la energía será más importante que la propia energía, por lo que habrá que adecuar la regulación y el modelo de mercado.

En la actualidad, coexisten varias tecnologías de almacenamiento electroquímico disponibles para grandes capacidades, de plomo-ácido, flujo REDOX, alta temperatura, lón-Litio, etc. pero la tecnología de almacenamiento lón-Litio es la más prometedora y se continúa desarrollando y ensayando grandes sistemas de almacenamiento a nivel industrial.

El coste actual de las baterías de lón-Litio es actualmente excesivamente alto, 200-840 €/kWh, pero el potencial de reducción de costes de las tecnologías de almacenamiento es significativo, aunque la excesiva concentración en tecnologías dependientes de materias primas limitadas hace que la incertidumbre en el precio crezca. A medio plazo, el coste total instalado de una batería de lón-Litio podría caer hasta un 50 % adicional para 2030 (quedando entre 130 €/kWh y 430 €/kWh dependiendo de la tecnología)

En España no se han instalado de momento grandes sistemas de almacenamiento con baterías a nivel utility, si bien

ya existen instalaciones en el mundo con más de 100 MW instalados.

Existen algunas plantas de poca potencia experimentales como la de almacenamiento eólico desarrollada por ACCIONA en Barasoain (Navarra) que está dotada de un sistema de almacenamiento integrado por dos baterías SDI de lón-Litio del fabricante surcoreano SAMSUNG ubicadas en sendos contenedores:

Una batería de respuesta rápida de 1 MW/0,39 MWh (capaz de mantener 1 MW de potencia durante 20 minutos) y otra de energía de respuesta más lenta y mayor autonomía, de 0,7 MW/0,7 MWh (capaz de mantener 0,7 MW durante 1 hora).

4 Conclusiones

- La adecuación del sistema energético español a las exigencias del cambio climático va a precisar unas inversiones y unos cambios tecnológicos de gran envergadura en los próximos lustros. Va a ser una gran oportunidad para nuestros

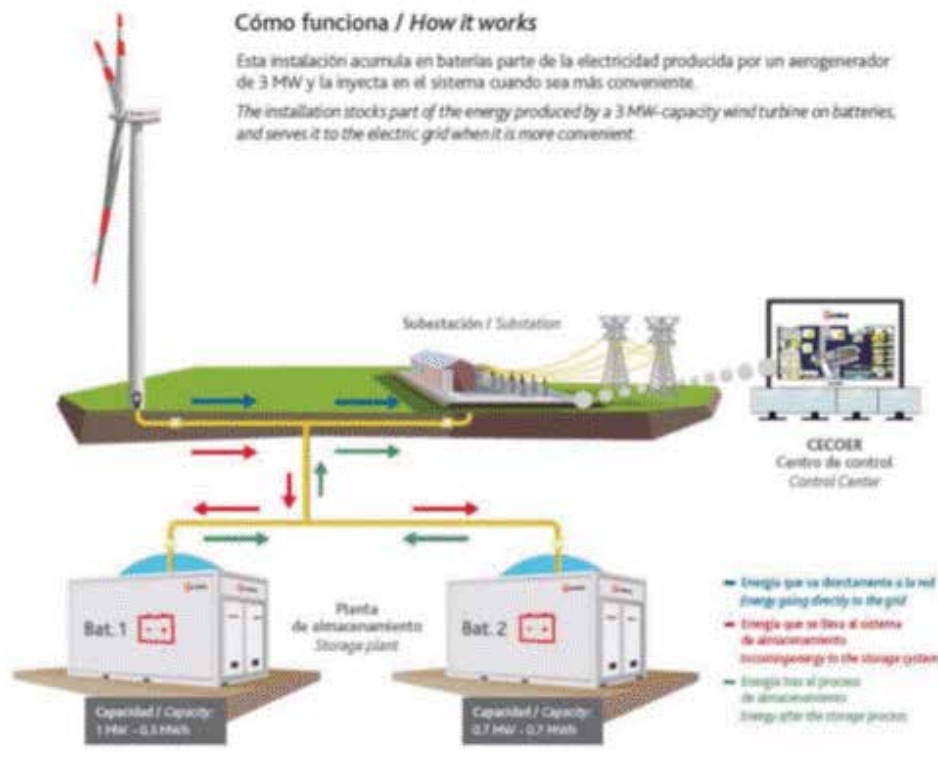


Fig. 10_ Sistema de baterías de Basasoain





profesionales y para nuestras empresas, y todos deberán estar preparados para participar activamente en ese reto.

- El almacenamiento de energía en el sistema eléctrico español admite diversas soluciones y tecnologías, complementarias en función de sus características de capacidad (potencia y energía), tiempo de respuesta y operatividad cíclica (carga y descarga). A corto plazo la solución más eficiente a gran escala (nivel sistémico) es el almacenamiento hidráulico en centrales reversibles, mientras que a menor nivel jerárquico (distribución y consumo) la tecnología con mayor potencial será la de almacenamiento electroquímico mediante sistemas de baterías. Todas las tecnologías son complementarias en el tipo de servicio que pueden proporcionar y de su ubicación en la red.

- Se debe acompañar la disponibilidad de nuevo almacenamiento de energía mediante centrales reversibles con el rápido crecimiento de la producción fotovoltaica y eólica, para controlar los vertidos de energía eléctrica y como consecuencia de ello la ineficiencia del sistema.


- Existe una gran incertidumbre sobre la rentabilidad de las inversiones necesarias en nuevas centrales reversibles de almacenamiento de energía, que está retrasando la toma de decisiones sobre los proyectos en estudio. Por tanto, se considera necesario:

- Agilizar la tramitación administrativa de los nuevos proyectos de almacenamiento especialmente en lo que se refiere al ámbito concesional hidráulico y ambiental.

- Clarificar a la mayor brevedad posible la remuneración del almacenamiento de energía, definiendo en el ámbito del operador del sistema eléctrico los servicios a prestar por estas centrales, la modalidad de contratación y los ingresos a percibir.

- Es posible un desarrollo de nuevos aprovechamientos de almacenamiento de energía de origen hidráulico minimizando su impacto ambiental mediante el aprovechamiento de embalses, canteras, minas y otras instalaciones ya existentes u obsoletas.

- Los ambiciosos plazos establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) hacen necesario no demorar las decisiones que afectan al almacenamiento.

- El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, coprotagonista histórico del desarrollo de todo tipo de Infraestructuras Energéticas, apoya los esfuerzos previstos en el PNIEC y ofrece su colaboración para garantizar el cumplimiento de sus objetivos con las mejores soluciones técnicas y económicas entre otros en el ámbito del almacenamiento de energía. 

REFERENCIAS

[1] Resumen y Conclusiones de la Jornada sobre Almacenamiento de Electricidad en la Transición Energética (2019). Subcomisión de Energía del Colegio de Ingenieros de Caminos

[2] El almacenamiento hidráulico. Centrales reversibles. Baldomero Navalón. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[3] Central reversible Chira-Soria. Yonay Concepción. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[4] Identificación y viabilidad de centrales hidráulicas de almacenamiento de energía en proyectos internacionales. Francisco Enseñat. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[5] *Pumped storage in Spain*. Revista Waterpower. Javier Baztán Moreno (Naturgy), Bruno Troulli and M. Bhattarai (MWH). Junio 2013

[6] El salto reversible de Belesar III. Hydro 2012, Bilbao. Javier Baztán, Ana Martín (Naturgy).

[7] Almacenamiento en Baterías y gestión de la red. Ignacio Cruz. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[8] Central hidroeléctrica reversible con agua de mar. Luis Ángel Fernández – Consorcio Hidrocaleras. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[9] El proyecto Tâmega. Diseño y construcción de la central reversible de Gouvães. Luis de la Torre. Jornada sobre almacenamiento en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 2019

[10] *The world's water battery*. International Hydropower Association





Hacia un sector de la edificación descarbonizado



LUIS Irastorza

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Socio director de Tecnopen y miembro del GT de Ciudades, Territorio y Cultura del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

RESUMEN

En este artículo se explica, en primer lugar, la enorme dificultad para cumplir con el Acuerdo de París. En segundo lugar, se hace un repaso a la situación de la normativa edificatoria en el mundo y a la presencia de la edificación en los diferentes compromisos de emisiones (NDC). En tercer lugar, se detalla el contexto regulatorio presente y futuro de la edificación en nuestro país, que viene muy condicionado por la política energética y climática europeas, que van a sufrir una aceleración considerable con el Pacto Verde Europeo recientemente puesto en marcha por la nueva Comisión. Por último, se detallan las medidas relativas a la edificación recogidas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, actualmente en tramitación, y se realizan varias propuestas para incluir en el mismo.

PALABRAS CLAVE

Edificación, descarbonización, eficiencia energética, rehabilitación, emisiones, prestaciones, neutralidad en carbono, código de construcción

ABSTRACT

This article sets out by explaining the enormous difficulty in complying with the Paris Agreement. The author continues with a review of the situation concerning building standards and codes around the world and the presence of different emission commitments (NDCs) in building. Consideration is then given to aspects concerning the present and future building regulations in Spain, which are very much conditioned by European energy and climate policy and which will undergo considerable fast-tracking in the face of the European Green Deal recently released by the new Commission. The article concludes by describing measures related to building contained in the National Integrated Energy and Climate Plan, currently being drafted, and makes several proposals for inclusion in the same.

KEYWORDS

Building, decarbonisation, energy efficiency, renovation, emissions, provisions, carbon neutrality, building codes

1 El contexto general de la descarbonización

Tras muchos años de estudios y debates, la comunidad internacional ha conseguido plasmar en el Acuerdo Climático de París, de diciembre de 2015, la forma en la que hacer frente al enorme desafío que constituye para la humanidad el calentamiento de nuestro planeta, derivado fundamentalmente de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero de los diferentes sectores de nuestra economía.

El objetivo de dicho Acuerdo es conseguir que el incremento medio de la temperatura en la superficie de la Tierra sea considerablemente inferior a los 2 °C sobre temperatura en la época preindustrial, así como a realizar los mayores esfuerzos para que dicho incremento sea inferior a 1,5 °C.

Inconsistencia entre los objetivos del Acuerdo de París y los compromisos voluntarios de emisiones (NDCs)

Para conseguir dicho objetivo, los 197 países firmantes se han comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta el año 2030 de conformidad con unos compromisos nacionales voluntarios (NDC, por

sus siglas en inglés), que forman parte del Acuerdo como un Anexo del mismo.

En estos momentos, existe una profunda inconsistencia entre los objetivos de incremento de temperatura del Acuerdo y los NDC comprometidos por los diferentes países, dado que éstos son compatibles con un incremento de temperatura de unos 3 °C, considerablemente superior al incremento de temperatura objetivo.

En la figura 1 puede observarse que, con los NDC comprometidos por los diferentes países, las emisiones siguen aumentando ligeramente, algo que es incompatible con los objetivos del Acuerdo de París.

Dichos compromisos deben ser actualizados al alza cada cinco años, correspondiendo efectuar la primera revisión este año 2020, con motivo de la Conferencia de las Partes (COP) que tendrá lugar en diciembre de este año en Glasgow.

Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), organismo de la ONU, publicó el pasado mes de septiembre de 2018, en virtud de los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París, el Informe titulado "Global Warming of 1.5 °C". En dicho

Informe, el IPCC establece las sendas para conseguir que el incremento de temperatura en la superficie de nuestro planeta no supere 1,5 °C y cuantifica la cantidad remanente de gases de efecto invernadero -el más importante de los cuales es el dióxido de carbono- para conseguir dicho objetivo.

Límites de emisiones remanentes para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París

En síntesis, suponiendo una evolución razonable de las emisiones del resto de gases de efecto invernadero, la cantidad remanente de CO₂ a emitir por el conjunto de actividades humanas a partir del 1 de enero de 2020 para conseguir que exista una probabilidad del 67 % de que el incremento de temperatura no supere 1,5 °C sobre la correspondiente a la época preindustrial es de 340 gigatoneladas (miles de millones de toneladas), equivalente a 8 años al ritmo actual de emisiones de 42 gigatoneladas anuales (Global Carbon Budget, 2019); dicha cantidad asciende a 500 gigatoneladas para una probabilidad del 50 % de no superar dicho umbral de temperatura, lo que equivale a 12 años a partir de 2020 al ritmo actual de emisiones.

Si estableciéramos el límite de incremento de temperatura en 2 °C, la cantidad remanente de emisiones de CO₂ a partir del 1 de enero de 2020 para conseguir una probabilidad del 67 % de no ser superada sería de 1.090 gigatoneladas, equivalente a 26 años al ritmo actual, o bien de 1420 gigatoneladas para una probabilidad del 50 %, equivalente a 34 años.

Del mencionado informe del IPCC se deduce que para conseguir que el incremento de temperatura en la superficie de la Tierra no supere 1,5 °C con una probabilidad del 50 %, es necesario alcanzar el máximo de emisiones de CO₂ en 2020 y conseguir una reducción lineal de las mismas de forma que se hagan nulas entre 2040 y 2055, año que finalmente es función de la evolu-

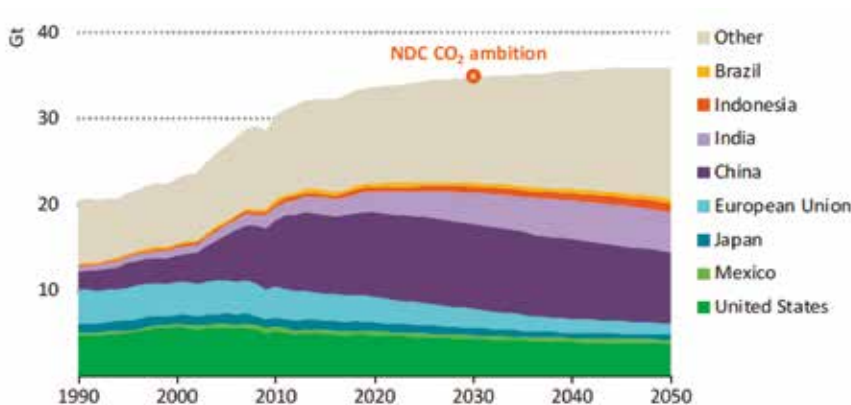


Fig. 1_ Emisiones de CO₂ derivadas de la energía en los NDC. Fuente: World Energy Outlook, 2019 (IEA)

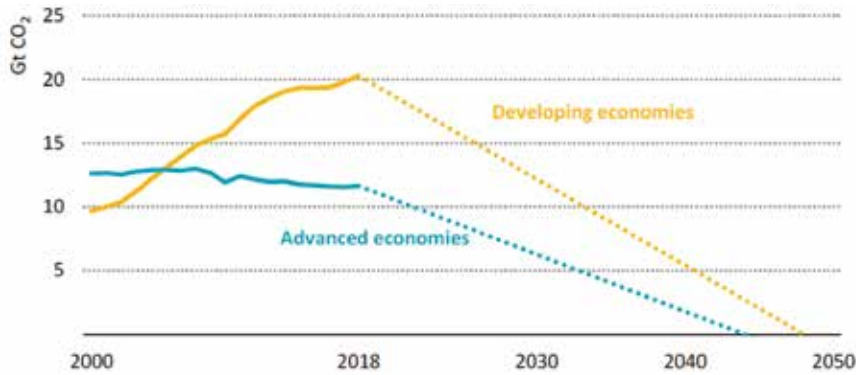


Fig. 2_ Trayectoria de las emisiones de CO₂ derivadas de la energía para conseguir un 50 % de probabilidades de un incremento de 1,5 °C.
Fuente: World Energy Outlook, 2019 (IEA)

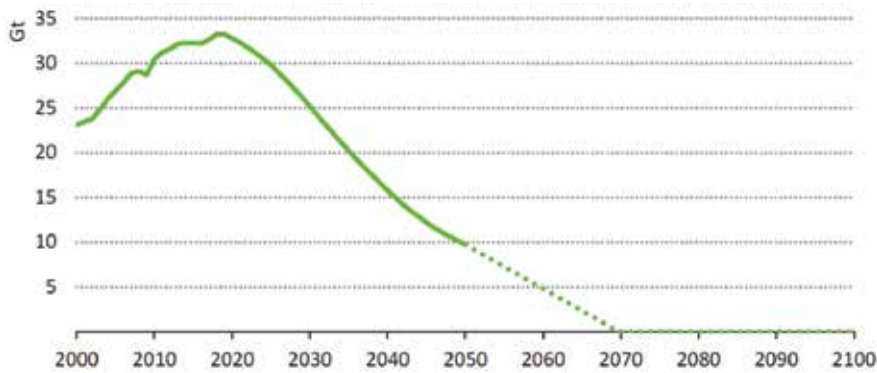


Fig. 3_ Emisiones de CO₂ derivadas de la energía para conseguir una probabilidad del 67 % de un incremento de 1,8 °C.
Fuente: World Energy Outlook, 2019 (IEA)

ción del resto de gases de efecto invernadero (ver figura 2).

Asimismo, el reciente Informe “World Energy Outlook (WEO) 2019”, de la Agencia Internacional de Energía (IEA), estima que para conseguir que el incremento de temperatura en la superficie de la Tierra tenga una probabilidad superior al 67 % de no superar 1,8 °C –lo que es sensiblemente equivalente a que a tener una probabilidad de un 50 % de que el incremento de temperatura sea de 1,65 °C–, las emisiones de CO₂ derivadas de la energía deben ser inferiores a 10 gigatoneladas anuales en 2050 -en 2018 fueron de 33,2 gigatoneladas-, lo

que supone una reducción anual del 3,8 % a lo largo de los próximos 30 años, y anularse en 2070 (ver figura 3).

De lo anterior se deduce la enorme dificultad que representa el cumplimiento de lo estipulado en el Acuerdo de París, lo que va a exigir una profunda y acelerada transformación de todos los sectores de la economía, que debería estar completamente descarbonizada antes de 2050.

Por otra parte, hay sectores cuya descarbonización completa va a resultar virtualmente inviable en el plazo de los 30 años que derivan del Acuerdo

de París. Dichos sectores son, entre otros, la industria del cemento, del acero y algunas partes de la industria química, el transporte marítimo, el transporte aéreo de larga distancia y, en menor medida, el transporte pesado por carretera. Las emisiones remanentes de dichos sectores deberán ser compensadas con reforestación y con tecnologías de captura, utilización y almacenamiento de carbono, que están todavía por desarrollar y cuyo coste a escala industrial es una incógnita en estos momentos.

Lo que no hay duda es que, si se pretende alcanzar una descarbonización completa de la economía en 2050, va a resultar necesario conseguir una descarbonización completa en dicha fecha tanto de la generación eléctrica como de los edificios.

Asimismo, dicho proceso acelerado de descarbonización debe producirse con mucha mayor intensidad y rapidez en los países industrializados, al ser los mayores responsables de las emisiones históricas acumuladas, que alcanzan las 2.280 gigatoneladas desde la época preindustrial hasta finales de 2019 (IPCC Global Warming of 1,5 °C, 2018). De dichas emisiones históricas, tal y como puede verse en la figura 4, un 25 % corresponde a EEUU, un 22 % a la UE28, un 13 % a China, un 7 % a Rusia, un 4 % a Japón, un 3 % a India y un 26 % al resto de los países del mundo (Global Carbon Budget, 2019).

En síntesis, aunque el cumplimiento completo de los objetivos establecidos en el Acuerdo de París presenta enormes dificultades, lo que resulta claro es que los países industrializados deben liderar una profunda transformación de todos los sectores de la economía, todo ello con una velocidad y con un alcance que únicamente tiene precedentes en la Revolución Industrial de principios del siglo XIX y en el “New Deal” de los años 30 en EE. UU.



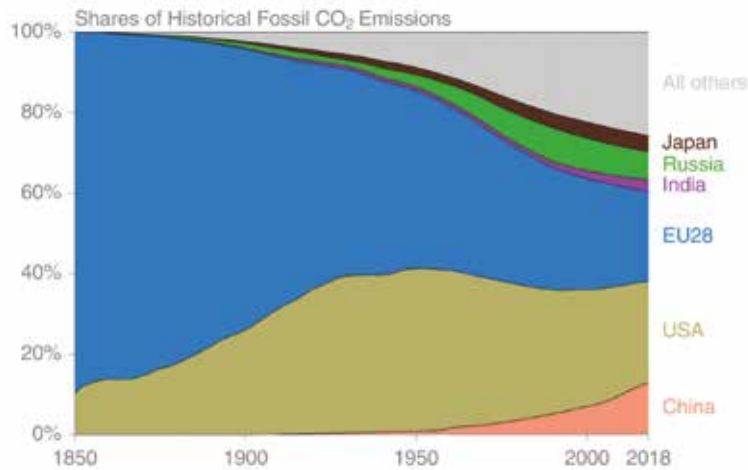


Fig. 4_ Distribución de las emisiones de CO₂ entre las diferentes regiones del mundo.
Fuente: Global Carbon Budget, 2019

2 Energía y emisiones actuales y futuras del sector de la edificación en el mundo

El reciente informe “2019 Global Status Report for Buildings and Construction”, publicado por la Agencia Internacional de Energía (IEA) y UNEP (*United Nations Environmental Program*) ha estimado que la edificación supone, en el conjunto del mundo, el 39 % de las emisiones de CO₂ derivadas de la energía y el 36 % del consumo final de energía (ver fig. 5).

Del 39 % de emisiones derivadas de la energía atribuibles a los edificios, el

28 % es debido al uso y explotación de los mismos (del que el 32 % corresponde a emisiones directas y el 68 % a emisiones indirectas derivadas del consumo eléctrico y de las redes de climatización) y el 11 % a la fabricación de los materiales de construcción –entre otros, el cemento, el acero y el vidrio–.

En cuanto al 36 % del consumo de energía final que suponen los edificios, el uso y la explotación de los edificios representa el 30 % (22 % el uso residencial y el 8 % el uso no residencial) y el 6 % la industria de la construcción.

Para poder estimar la posible evolución futura de las emisiones del sector de la edificación, es necesario tener en cuenta lo siguiente

a) El considerable aumento de superficie construida de los últimos años, proceso que va a continuar a lo largo de los próximos años.

Dicho aumento deriva del incremento de la población mundial, del proceso de urbanización y del crecimiento económico, fundamentalmente de los países emergentes. Desde el año 2010 al 2018 se ha incrementado la superficie construida en un 23 %, la población en un 10 % y el consumo de energía y las emisiones en un 7 %. Es decir, a pesar del considerable aumento de eficiencia energética, que ha mejorado en un 15 % en 8 años, las emisiones y el consumo de energía continúan aumentando (ver Figura 6).

b) La mayor parte de los NDC no cubren las emisiones del sector de edificación de forma específica.

De los 194 NDC vigentes en estos momentos, únicamente 136 hacen referencia al sector de la edificación. De estos 136 NDC, la mayor parte no tienen objetivos concretos ni prescriben acciones normativas (ver figura 7). En concreto, únicamente 104 establecen objetivos de eficiencia energética y 51 incorporan

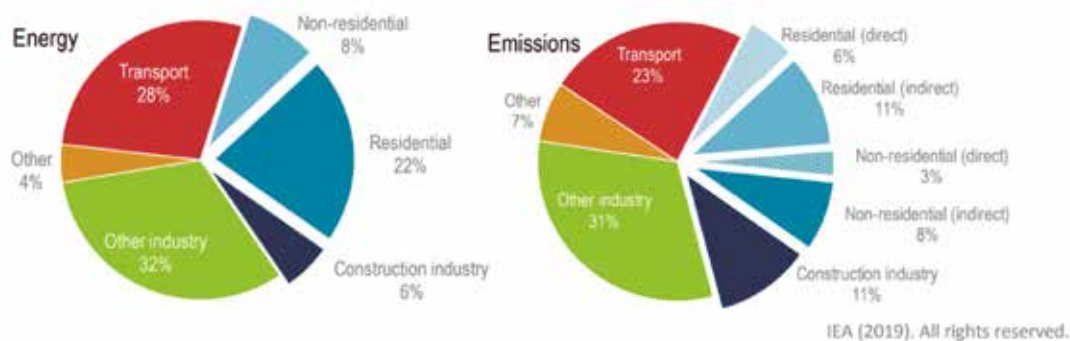


Fig. 5_ Peso del sector de la edificación y fabricación de materiales en el consumo de energía final y en las emisiones de CO₂, 2018
Fuente: 2019 Global Status Report for Buildings and Construction (IEA, UNEP)



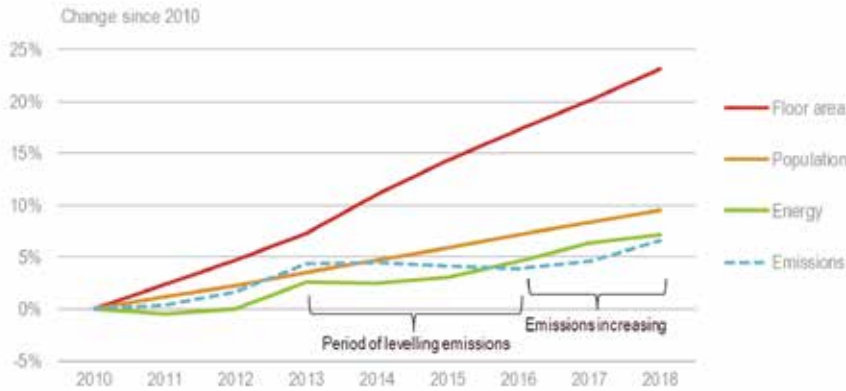


Fig. 6_ Variación de la superficie construida, población, uso de energía y emisiones derivadas de la energía en el mundo, 2010-2018
Fuente: 2019 Global Status Report for Buildings and Construction (IEA, UNEP)

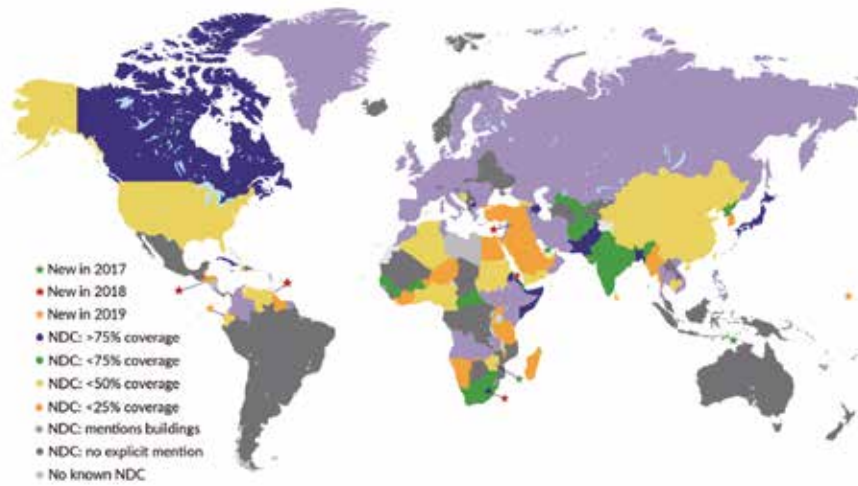


Fig. 7_ Cobertura de los edificios en los NDC.
Fuente: 2019 Global Status Report for Buildings and Construction (IEA, UNEP)

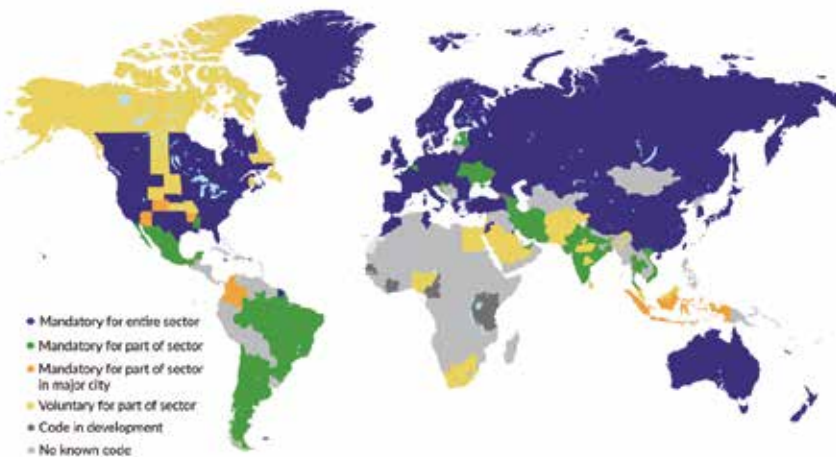


Fig. 8_ Países y regiones con código de edificación
Fuente: 2019 Global Status Report for Buildings and Construction (IEA, UNEP)

objetivos de fuentes renovables en la edificación.

Si los objetivos establecidos en los NDC vigentes llegaran a ser normativos, esto supondría alrededor del 60 % de las emisiones del sector de la edificación.

c) La inexistencia de códigos de construcción en la mayor parte de los países.

Los códigos de construcción desempeñan un papel muy relevante en la reducción del consumo de energía y de las emisiones de los edificios. Para que dichos códigos resulten eficaces, es necesario que sean exigentes, que sus requerimientos aumenten con el tiempo, que su cumplimiento sea inspeccionado y que resulten obligatorios tanto para los edificios de uso residencial como no residencial.

En estos momentos, únicamente 73 países disponen de códigos de construcción, 41 de los cuales son obligatorios para edificios de uso residencial y 51 para edificios no residenciales; 4 países tienen códigos voluntarios para edificios residenciales y otros 12 para edificios de otros usos; por último, 8 países están en el proceso de desarrollo de códigos de construcción (ver figura 8).

d) Todavía pocos países tienen procedimientos de certificación energética de edificios

El objetivo de la certificación energética de las prestaciones del edificio es proporcionar información fehaciente al usuario sobre el edificio que va a comprar o alquilar.

En el año 2018 únicamente 85 países han desarrollado programas de certificación de edificios.

De lo anterior se deduce que, si se quiere conseguir la descarbonización del sector de la edificación en el mundo -algo que es absolutamente necesario





para poder cumplir con el Acuerdo de París-, queda un largo camino, en el que hay que llevar a cabo muchas iniciativas. Habría que empezar por desarrollar códigos de construcción obligatorios para edificios residenciales y no residenciales en los países que todavía no lo tienen -adaptados a sus condiciones climáticas y económicas-, implantar poco a poco la certificación energética obligatoria de los edificios nuevos y existentes que mida las prestaciones del edificio y habría que incorporar el sector de la edificación con compromisos cuantitativos específicos en los NDC de todos los países. En muchos casos será necesario empezar por una radiografía precisa del sector antes de establecer códigos y objetivos cuantitativos.

3 La descarbonización de la edificación en España

Según los últimos datos publicados por el Observatorio de Energía y Sostenibilidad de la Universidad Pontificia de Comillas -publicado en 2019, a partir de datos consolidados del año 2017-, el sector de la edificación es el responsable del 32 % del consumo de energía final en España, así como del 28 % de las emisiones derivadas de la energía, sector que, a su vez, fue el causante del 76 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país en dicho año (ver figuras 9 y 10).

Del consumo de energía final y emisiones de la edificación en nuestro país, el 59 % corresponde a vivienda y el 41 % restante a usos no residenciales.

A su vez, en la UE el peso de la edificación en la energía final consumida en la fase de uso y explotación de los edificios es del 40 % y del 36 % en las emisiones de gases de efecto invernadero.

En los porcentajes anteriores tanto para España como para la UE, únicamente está incluida la energía y emisiones de la fase de uso y explotación del parque

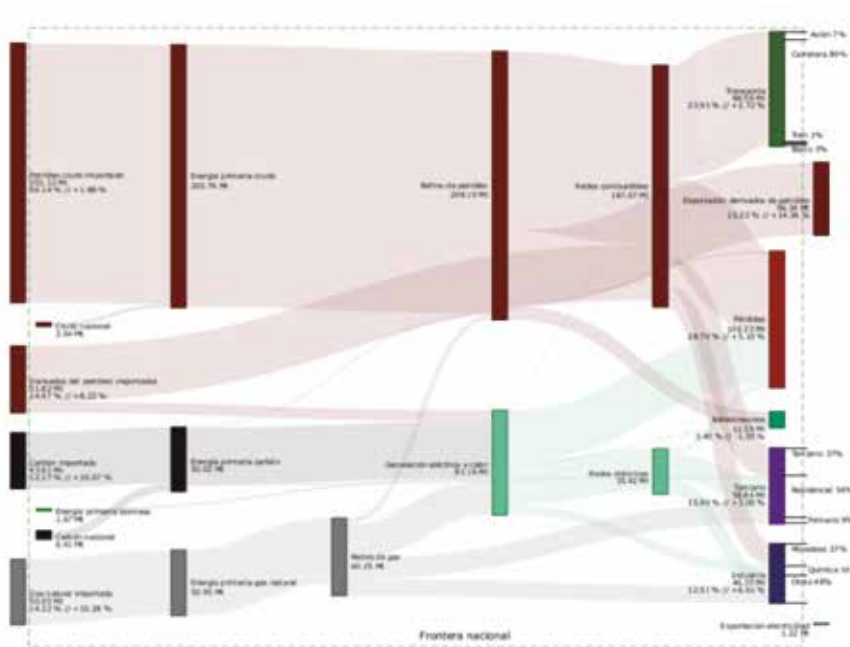


Fig. 9_ Fuentes, transformación y usos finales de la energía en España, 2017
Fuente: Observatorio de energía y sostenibilidad, Cátedra BP, Universidad Comillas, edición 2018

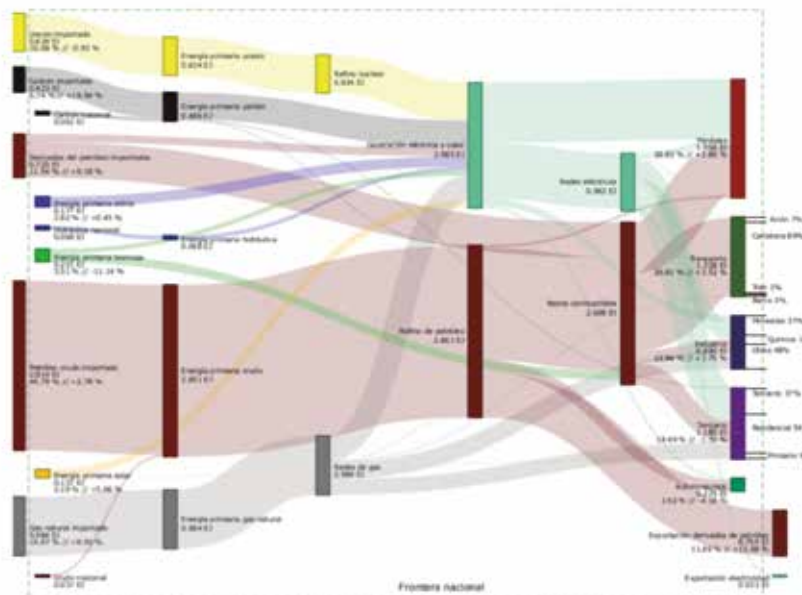


Fig. 10_ Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2017
Fuente: Observatorio de energía y sostenibilidad, Cátedra BP, Universidad Comillas, edición 2018





edificado, no estándolo los valores correspondientes a la fabricación de los materiales de construcción ni al resto de fases del ciclo de vida de la edificación: transporte de los materiales a obra, construcción de la edificación, rehabilitación a lo largo de la vida útil y demolición y reciclado al final de la misma.

El importante peso de la edificación tanto en el consumo de energía como en las emisiones de gases de efecto invernadero hace que sea necesario abordar su mitigación si se quiere conseguir la descarbonización de la economía.

La estrategia para abordar la descarbonización de la edificación debe ser diferente para la construcción de nueva planta y para la rehabilitación del parque existente. En el primero de los casos -muy relevante para la mayor parte de los países emergentes, muchos de ellos en pleno proceso de concentración urbana y con crecimientos poblacionales todavía relevantes, pero de una importancia relativa mucho menor en los países industrializados, donde el fuerte proceso de concentración urbana ya se ha producido y donde la población está bastante estabilizada-, la estrategia a seguir es a partir de una exigencia normativa cada vez mayor desde el punto de vista de la eficiencia energética y las emisiones.

En el caso de la rehabilitación del parque edificado, de una relevancia relativa mucho mayor en los países industrializados, la dificultad para abordarlo es mucho más grande por cuanto que, en la mayor parte de las ocasiones, no se produce el retorno económico que financie la inversión a partir de los ahorros en la factura energética derivados de la actuación rehabilitadora.

Para poder visualizar lo anterior en nuestro país, debe tenerse en cuenta que el parque de viviendas a finales de 2019 es de 25,9 millones -de las que unos 18,7 millones son viviendas principales- y que se iniciaron 100.733 viviendas en 2018 (en 2019, con datos de enero a

octubre, el número de viviendas iniciadas es un 9 % superior a 2018, lo que, de mantenerse, nos daría unas 110.000 viviendas iniciadas en 2019).

A su vez, varios estudios que cuantifican la demanda potencial de viviendas (INE, Banco de España, BBVA Research) estiman que, considerando tanto la vivienda habitual como la segunda residencia, puede estar en unas 125.000 a 150.000 viviendas anuales. Es decir, el número de viviendas que anualmente se van a iniciar en nuestro país representa un porcentaje del entorno del 0,5 %-0,6 % del parque existente. En el caso de los usos no residenciales, el porcentaje que representa la edificación de nueva planta es, todavía, considerablemente inferior al caso de la vivienda.

Lo anterior explica bien la absoluta necesidad de abordar la descarbonización del parque edificado, tanto de viviendas como de usos no residenciales, sin lo cual no resultará posible abordar la descarbonización del sector de la edificación ni, por tanto, de la economía en su conjunto.

Por último, para que un proyecto de un edificio de nueva planta o bien de una rehabilitación profunda consiga ser de consumo de energía casi nulo, la estrategia a seguir es la siguiente: a) en primer lugar, reducir la demanda de energía final al máximo; b) posteriormente, diseñar unos sistemas de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria muy eficientes; c) y, por último, suministrar la mayor parte de la energía primaria requerida a partir de fuentes renovables, tanto en el propio edificio como en el entorno.

3.1 El marco regulatorio de la UE

El marco regulatorio de la UE para descarbonizar la edificación está contenido, por un lado, en el “Paquete de Energía Limpia para todos los europeos” y, por otro, en el “Pacto Verde Europeo”, pendiente de desarrollar en estos momentos.

El “Paquete de Energía Limpia para todos los europeos”

El “Paquete de Energía Limpia para todos los europeos” está formado por cuatro directivas y cuatro reglamentos que fueron aprobados a lo largo de los años 2018 y 2019. De ellos, los que afectan de forma directa a la edificación son los siguientes

- Directiva 2010/31 de Eficiencia Energética en la Edificación, modificada por la Directiva 2018/844, de 18 de mayo.

- Los Estados Miembros (EEMM) deben desarrollar códigos de construcción de forma que los requerimientos se establezcan a partir del empleo de la metodología del coste global mínimo en el ciclo de vida del edificio, es decir, incluyendo tanto el coste de inversión como el de explotación. Dichos códigos deben ser revisados al alza con una periodicidad máxima de cinco años.

- Los EEMM deben desarrollar Estrategias de Renovación a Largo Plazo de forma que todos sus edificios se transformen de forma rentable en edificios de consumo de energía casi nulo en 2050, debiendo incluir hitos indicativos en 2030 y 2040. Las propuestas de las Estrategias de los EEMM a la Comisión deben estar finalizadas para el 10 de marzo de 2020.

- Exige la preinstalación de puntos de conexión para vehículo eléctrico, que, en el caso de uso residencial, deberá ser para todas las plazas de aparcamiento.

- Antes del 31 de diciembre de 2019 -algo que no ha ocurrido en el momento de redactar este artículo-, la Comisión adoptará un acto delegado que complementa la presente Directiva, estableciendo un régimen común voluntario de la Unión para la clasificación del grado de preparación para aplicaciones inteligentes de los edificios. La clasificación estará basada en una evaluación de las capacidades de un edificio o una unidad de éste para adaptar su funcionamiento





a las necesidades de sus ocupantes y a la red, y mejorar su eficiencia energética y sus prestaciones globales.

- Directiva UE 2012/27 de Eficiencia Energética, modificada por la Directiva 2018/2002, de 18 de diciembre.

- Deberán rehabilitarse el 3 % anual de la superficie climatizada de los edificios que sea titularidad y estén ocupados por la Administración Central, de conformidad con los requerimientos de eficiencia en vigor en el momento de acometer dicha rehabilitación.

- Directiva UE 2018/2001 de Fomento de Energías Renovables.

- Los EEMM deberán incluir un nivel mínimo de energía procedente de fuentes renovables tanto para los edificios de nueva planta como para las rehabilitaciones profundas.

- Reglamento UE 2018/1999 de Gobernanza de la Unión de la Energía y Acción por el Clima, de 11 de diciembre.

- Recoge la obligatoriedad de los EEMM de preparar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) para el periodo 2021 a 2030, que debe ser informado por la Comisión Europea y actualizado cada dos años y que constituye el instrumento legal de descarbonización de cada uno de los países de la UE. Dichos Planes deben establecer las medidas necesarias para descarbonizar todos los sectores de la economía, entre ellos la edificación.

El Pacto Verde Europeo

A su vez, la Comisión Europea aprobó el pasado 11 de diciembre de 2019 el “Pacto Verde Europeo”, que debe desarrollarse en forma de instrumentos legislativos en un futuro próximo (ver figura 11). Dicho Pacto recoge una serie de medidas con una influencia muy directa sobre la edificación, las más importantes de las cuales son las siguientes:



Fig. 11_ Principales hitos del Pacto Verde Europeo. Fuente: KPMG EU Office

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

- La Comisión propondrá una Ley Climática Europea en marzo de 2020 con el objetivo de conseguir la neutralidad climática en 2050.

- Para el verano de 2020, la Comisión presentará un estudio de impacto con un objetivo de reducir las emisiones en 2030 en un 50 %, al menos, e intentando alcanzar el 55 %, con respecto a las correspondientes en 1990. Hay que tener en cuenta que el objetivo actual del “Paquete de Energía Limpia para todos los europeos” es conseguir una reducción del 40 %, aunque el aumento de ambición de los objetivos durante su tramitación en el Parlamento Europeo y en el Consejo permite pronosticar que, si se cumplen los requerimientos del mismo, se podría llegar a una reducción del 45 %

- La Comisión propondrá un mecanismo de ajuste al carbono en frontera con el objeto de reducir las fugas de carbono.

- En cuanto a medidas específicas para la edificación.

- La Comisión aumentará las exigencias de la legislación relativa a la eficiencia energética de los edificios, empezando por una evaluación en 2020 de las Estrategias de Renovación a Largo Plazo propuestas por los EEMM.

- La Comisión revisará la regulación de los productos de construcción en línea con los requerimientos de la economía circular.

- La Comisión analizará para antes de junio de 2021 la viabilidad de incorporar la edificación al régimen de comercio de derechos de emisión.

- Otras medidas relevantes para el sector de la edificación.

- Transformación del Banco Europeo de Inversiones en un Banco Europeo del Clima, de forma que, al menos, un 50 % de sus créditos tengan por finalidad proyectos relacionados con el clima. Esto puede resultar muy relevante para llevar a cabo grandes actuaciones de rehabilitación urbana.

- En marzo de 2020, la Comisión presentará un Plan de Acción de Economía Circular, que debe ayudar a la modernización de la economía europea y que





tendrá un foco especial, entre otros, en el sector de la construcción.

- En marzo de 2020, la Comisión adoptará una Estrategia Industrial, entre otros para los sectores del acero y del cemento, con el objetivo de descarbonizarla y digitalizarla.

3.2 El marco regulatorio español

El marco regulatorio español está muy condicionado por la regulación europea, al haber asumido la UE un claro papel de liderazgo mundial en la descarbonización de su economía.

Los instrumentos legales para conseguir la neutralidad climática de nuestra economía

En primer lugar, hay que mencionar la “Estrategia a Largo Plazo para una “Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050”, exigido por el Reglamento UE de Gobernanza 2018/1999, actualmente en tramitación y que tiene como objetivo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 90 % con respecto a las correspondientes al año 1990. Ello va a obligar, conforme se ha explicado anteriormente, conseguir una completa descarbonización del sector de la edificación.

Por otro lado, está la futura “Ley de Cambio Climático y Transición Energética”, de la que el Gobierno presentó un Anteproyecto en febrero de 2019 y que ha sido anunciada para este año 2020. Hay que resaltar aquí que dicho Anteproyecto no recogía ningún capítulo sobre edificación, tal y como habían recogido borradores anteriores, aunque diferentes agentes solicitaron su inclusión expresa en el texto definitivo.

La nueva regulación del autoconsumo eléctrico

Otro instrumento legal que está llamado a tener una notable influencia en la descarbonización de la edificación es el Real Decreto 244/2019 de Autoconsumo Eléctrico, que ha supuesto una fuerte liberalización de la generación

eléctrica, con medidas como permitir el autoconsumo colectivo, permitir el autoconsumo proveniente de instalaciones de generación en las proximidades del edificio y una importante simplificación administrativa.

El marco regulatorio de la eficiencia energética de la edificación

En cuanto al marco regulatorio de la eficiencia energética en la edificación, éste viene recogido en el Documento Básico de energía del Código Técnico de Edificación (DB HE CTE), en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y en la regulación de la Certificación Energética de los Edificios. Todos ellos o bien han sido modificados recientemente o bien están en fase avanzada de tramitación administrativa, todo ello para adaptarse a los requerimientos que dimanan de la regulación europea, que ha sufrido modificaciones muy relevantes como consecuencia del Paquete “Energía Limpia para todos los europeos”, aprobado en 2018 y en 2019 y que obliga a las legislaciones nacionales de los EEMM a adaptarse a sus requerimientos.

La revisión del Código Técnico de Edificación (CTE), que regula los requerimientos técnicos de la edificación de nueva planta, así como las rehabilitaciones profundas, fue publicado en el BOE el pasado 27 de diciembre de 2019, entrando en vigor al día siguiente de su publicación. La parte más relevante de dicha modificación es la relativa a los requerimientos de eficiencia energética de los edificios (DB HE CTE), aunque también se ha aprovechado para incorporar otras modificaciones como la protección frente al radón y unas pequeñas modificaciones de la protección frente a incendios.

En cuanto a la exigencia de los nuevos requerimientos del CTE, su revisión prevé un periodo voluntario de seis meses para su aplicación, es decir hasta el 27 de junio de 2020, siendo obligatorio su cumplimiento para todos los proyectos que soliciten la licencia de obras a partir de dicha fecha.

Para no retrasar su entrada en vigor -debió hacerlo antes de septiembre de 2018, antes de que hubieran transcurrido cinco años desde la revisión anterior, que fue en septiembre de 2013, por lo que ha acumulado un retraso de algo más de un año-, no se han incorporado los requerimientos de puntos de carga del vehículo eléctrico -recogidos en la Directiva UE 2010/31 de Eficiencia Energética en la Edificación- ni tampoco mayores exigencias de generación fotovoltaica una vez aprobado el Real Decreto 244/2019 de Autoconsumo Eléctrico el pasado mes de abril de 2019. Se espera una revisión adicional incorporando estos temas a lo largo de 2020.

Las modificaciones más relevantes de los aspectos de eficiencia energética en la revisión del CTE que acaba de entrar en vigor han sido las siguientes

- Para el uso residencial

- Reducción de alrededor de 37 % en la demanda de energía primaria no renovable
 - Limitación de la energía primaria total (nuevo)
 - Establecimiento de un coeficiente global de transmisión de calor, cuyo valor límite depende del factor de forma del edificio (nuevo)
 - Disminución de los valores de las transmitancias de los componentes
 - Limitación a la permeabilidad al aire de la envolvente (nuevo) y aumento de la exigencia de la estanqueidad de las carpinterías
 - Limitación a la ganancia solar en julio (nuevo)
- Para el uso no residencial
- Eliminación de la comparación con el edificio de referencia, estableciendo valores límite de la energía primaria no renovable y de la energía primaria total





con independencia del factor de forma del edificio, algo que tiene una gran relevancia (nuevo)

- Establecimiento de un coeficiente global de transmisión de calor, cuyo valor límite depende del factor de forma del edificio (nuevo)
- Disminución de los valores de las transmitancias de los componentes
- Aumento de la exigencia de la estanqueidad de las carpinterías
- Limitación a la ganancia solar en julio (nuevo)

Los requerimientos de eficiencia energética recogidos en esta revisión del CTE, tanto para el uso residencial como para el no residencial, están dentro del intervalo de valores propuesto por la Comisión Europea en su “Recomendación UE 2016/1318, de 29 de julio, sobre las directrices para promover edificios de consumo casi nulo” (hay que tener en cuenta que los edificios que cumplan con este CTE serán considerados como de consumo de energía casi nulo), pero en su parte baja, en varias ocasiones incluso rozando el nivel mínimo de exigencia permitido.

Por tanto, aunque es indudable que los nuevos requerimientos de eficiencia energética para los edificios de nueva planta y para las rehabilitaciones profundas suponen un avance sustancial en la dirección adecuada, la normativa se ha quedado bastante corta si se quiere cumplir con el objetivo de descarbonización completa para 2050. Hay que tener en cuenta que los edificios que se construyan con este CTE 2019 distarán mucho de ser de consumo y/o emisiones nulas, por lo que es posible que deban de ser rehabilitados de aquí hasta 2050 para cumplir con los compromisos adquiridos.

Tampoco se mencionan aspectos prestacionales o de monitorización de

los edificios en funcionamiento, habiendo multitud de estudios que ponen en evidencia las grandes diferencias existentes entre los consumos teóricos en la fase de proyecto -el momento en que se verifica el cumplimiento del CTE y se obtiene la calificación energética del edificio- y los consumos reales del edificio en operación (ver, por ejemplo, la recomendación (UE) 2016/1318 de la Comisión de 29 de julio de 2016 sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo o bien varias ponencias de los Congresos de Edificios de Energía Casi Nula -EECN- de los últimos años).

La Estrategia de Renovación a Largo Plazo

En el momento de escribir este artículo, el Ministerio de Fomento está en el proceso de redacción de la “Estrategia de Rehabilitación Energética del Sector de la Edificación en España” (ERESEE), la cual, de conformidad con la Directiva UE 2010/27 de Eficiencia Energética en la Edificación, debe estar finalizada para su remisión a la Comisión Europea con anterioridad al 10 de marzo de 2020.

En dicha ERESEE 2020, la organización GREEN BUILDING COUNCIL de España ha colaborado, bajo la dirección del Ministerio de Fomento, para recoger las propuestas e identificar las barreras por parte de todos los agentes privados y públicos del sector, habiendo presentado un documento de conclusiones a principios de diciembre de 2019.

Tal y como indica la Directiva UE 2010/31 de Eficiencia Energética en la Edificación, dicha ERESEE debe establecer la manera de descarbonizar el parque existente en 2050 así como establecer hitos concretos para 2030 y 2040. Además, debe definir el programa y los medios financieros y legales para conseguir el cumplimiento de los objetivos anteriores. No debe olvidarse que las ERESEE anteriores, de 2014 y de 2017, aunque fueron muy buenos documentos desde el punto de vista

de radiografía del sector, apenas consiguieron incrementar el exiguo ritmo de rehabilitación energética en nuestro país.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030

Por último, y de conformidad con el Reglamento UE 2018/1999 de Gobernanza, todos los EEMM han tenido que redactar unos Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC) para el periodo 2021 a 2030. El Gobierno español presentó el primer Borrador de dicho Plan en febrero de 2019, que fue informado por la Comisión Europea en junio del pasado año.

Los principales objetivos de dicho Borrador de Plan para el año 2030 son los siguientes

- 21 % de reducción de emisiones de GEI respecto de 1990 (40 % para la UE)
- 42 % de renovables sobre el uso final de la energía (32 % para la UE)
- 39,6 % de mejora de la eficiencia energética (32,5 % para la UE)
- 74 % de energía renovable en la generación eléctrica (37 % en 2018)

A su vez, la consecución de dichos objetivos es consistente -así lo afirma el PNIEC- con conseguir una completa descarbonización de la economía en 2050.

El Plan recoge un total 53 medidas para todos los sectores económicos, que, a su vez, vienen agrupadas en cinco dimensiones

- 20 medidas para la dimensión de la descarbonización
- 10 medidas para la dimensión de la eficiencia energética
- 4 medidas para la dimensión de la seguridad energética





- 10 medidas para la dimensión del mercado interior de la energía

- 9 medidas para la dimensión de la investigación, innovación y competitividad

De las anteriores medidas, cinco hacen referencia exclusiva al sector de la edificación, tres de ellas a la edificación de uso residencial y dos a la edificación no residencial

- Medidas para la edificación residencial

- Intervención sobre la envolvente térmica de 1.200.000 viviendas (de forma creciente, desde 30.000 en 2021 hasta 300.000 en 2030)

- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones térmicas, centralizadas e individuales, de calefacción y agua caliente sanitaria de 300.000 viviendas/año

o El ahorro esperado acumulado estimado de las dos medidas anteriores es de 4.756 ktep de energía final

- Renovación del equipamiento residencial: frigoríficos, congeladores, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas

o El ahorro previsto acumulado estimado de esta medida es de 1.976 ktep de energía final

- Medidas para el sector terciario

- Extensión de la obligación de renovación de edificios públicos a un ritmo de un 3 % anual a todas las Administraciones Públicas, es decir a las Comunidades Autónomas y a las Corporaciones Locales

- Rehabilitación energética de edificios privados mediante programas de apoyo público

o El ahorro previsto acumulado estimado de las dos medidas anteriores es de 1.379 ktep

Por tanto, el ahorro previsto acumulado para el periodo 2021 a 2030 del conjunto de las cinco medidas anteriores para el sector de la edificación es de 8.111 ktep de energía final, de los que 6.732 ktep corresponden al uso residencial y 1.379 ktep al uso terciario.

A continuación, realizamos algunas propuestas para incorporar como medidas adicionales al PNIEC 2021-2030 relativas al sector de la edificación. En todo caso, hay que tener en cuenta que el Gobierno español debe emitir una nueva propuesta de PNIEC de una manera inminente (la fecha límite para enviar esta nueva propuesta fue el 31 de diciembre de 2019):

- Medidas para impulsar la rehabilitación

- Establecer un objetivo de renovación de edificios terciarios de titularidad privada

- Desarrollar programas e instrumentos y proveer los recursos necesarios para elevar la tasa de rehabilitación

- Obligación de monitorizar al menos un 20 % de la superficie rehabilitada de las AAPP

- Implicación de los Bancos Multilaterales (BEI o BERD) para financiar grandes actuaciones de rehabilitación

- Incorporar una limitación del consumo de energía en los materiales de construcción

- Incorporación gradual de criterios de economía circular y de la metodología Level(s) a los indicadores del CTE

- Incorporar dos requerimientos en el DB HE CTE: valor prescriptivo y valor que da derecho a unos determinados incentivos

- Necesidad de incorporar criterios prestacionales en la próxima revisión del CTE

- Necesidad de desarrollar un modelo econométrico para edificación no residencial segregado por usos

- Certificación energética a nivel de grupo de edificios cuando compartan instalaciones

- Mejorar el conocimiento del parque edificado para poder diseñar planes y programas más ajustados a la realidad

- Incentivar la investigación sobre sistemas pasivos, especialmente en materia de climatización y ventilación natural

- Incorporar los criterios de la Agenda Urbana en la ordenación del territorio

4 Conclusiones

De lo anteriormente expuesto, se obtienen las siguientes siete conclusiones

- La dificultad para cumplir con los objetivos de incremento de temperatura del Acuerdo de París es extraordinaria, estando en estos momentos muy lejos de la senda de cumplimiento de los mismos

- No es posible conseguir la neutralidad en carbono de la economía sin descarbonizar la edificación

- La descarbonización de la edificación debe ser completa en 2050, al existir otros sectores en donde aquélla va a resultar mucho más compleja y cara, como, por ejemplo, el transporte marítimo, los vuelos transoceánicos o algunos sectores industriales (cemento, acero), que deberán ser compensados por reforestación o bien por tecnologías de eliminación del dióxido de carbono

- Resulta urgente la adopción de códigos de construcción con mecanismos de inspección para garantizar su cumplimiento por muchos países emergentes que ahora carecen de ellos. Poste-






riormente habría que ir aumentando el nivel de exigencia de dichos códigos.

- El Pacto Verde Europeo debe suponer un aumento de las exigencias de eficiencia energética y del peso de fuentes de origen renovable en los códigos de construcción de los estados miembros; además, la Comisión va a analizar antes de junio de 2021 la posible incorporación de la edificación al régimen de comercio de derechos de emisión

- La revisión del Documento Básico de Energía del Código Técnico de Edificación, que entró en vigor el pasado 28 de diciembre, ha sido poco ambiciosa y no ha incorporado criterios prestacionales -con excepción de la prueba de estanqueidad de los edificios residenciales- ni exigencias de economía circular, como, por ejemplo, el análisis de ciclo de vida de los materiales

- Sería muy importante que el PNIEC incorporara una aproximación prestacional al funcionamiento de los edificios, un objetivo cuantitativo para la rehabilitación de la envolvente de edificios terciarios de titularidad privada -tal y como hace para las viviendas-, un enfoque de economía circular y una mayor concreción en los planes para conseguir la descarbonización de la edificación. 

REFERENCIAS

- Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático (CMNUCC), Acuerdo de París, de 12 de diciembre de 2015

- *International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook*, 2019

- IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*

- *Global Carbon Budget*, 2019

- *International Energy Agency (IEA) & United Nations Environmental Program (UNEP)*,

2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector

- Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, Universidad de Comillas ICAI, Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, Informe basado en indicadores, Edición 2018

- Club Español de la Energía, *Energía y Ciudades*, 2017

- Ministerio de Fomento, *Visados de dirección de obra nueva*

- Instituto Nacional de Estadística, *Encuesta de Población Activa (EPA)*, Tercer trimestre 2019, 24 de octubre de 2019

- Directiva UE 2010/31, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios

- Directiva UE 2018/844, de 30 de mayo, por la que se modifica la Directiva UE 2010/31 relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva UE 2012/27 relativa a la eficiencia energética

- Directiva UE 2012/27, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética

- Directiva UE 2018/2002, de 11 de diciembre, por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética

- Directiva UE 2018/2001, de 11 de diciembre, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

- Reglamento UE 2018/1999, de 11 de diciembre, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima

- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones, "Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna", 28 de noviembre de 2018 competitiva y climáticamente neutra

- *Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee of the Regions, "The European Green Deal"*, 11th December 2019

- *Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050*, Consulta Pública, abril 2019

- Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, Consulta pública, Ministerio de Transición Ecológica, febrero 2019

- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, del Ministerio de Fomento, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación

- Proyecto de modificación del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, de Instalaciones Térmicas de los Edificios, ejemplar sometido a información pública, septiembre 2019

- Proyecto de modificación del Real Decreto 235/2013 de Certificación Energética de Edificios, ejemplar sometido a información pública, septiembre 2019

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, del Ministerio de Transición Ecológica, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica

- Recomendación UE 2016/1318 de la Comisión, de 29 de julio, sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejores prácticas para garantizar que antes de que finalice 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo

- *Estrategia de Rehabilitación Energética del Sector de la Edificación en España (ERESEE) 2014*

- *Estrategia de Rehabilitación Energética del Sector de la Edificación en España (ERESEE) 2017*

- Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, Ejemplar sometido a información pública

- Recomendación de la Comisión Europea, de 18 de junio, sobre el proyecto de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de España para el período 2021-2030





CÉSAR Lanza

Ingeniero de Caminos. Director de
Tecnova Ingeniería y Sistemas S.A.
Coordinador del informe del Colegio sobre
el PNIEC 2021-2030

EL PNIEC 2021-2030

Creación de valor económico y transición justa

RESUMEN

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 que el Gobierno de nuestro país ha remitido a la Comisión Europea recoge en términos generales los objetivos frente a la crisis del clima y la mitigación de emisiones de GEI que España asume para su cumplimiento a lo largo de la próxima década. El contenido del Plan –al menos en su versión borrador– ha sido suficientemente debatido durante estos últimos meses, pero hay cuestiones que nos parecen fundamentales sobre las que existe aún poca claridad. Una de ellas es la creación neta de valor económico esperable como consecuencia de las transformaciones que el Plan pretende impulsar en el tejido productivo español, que deberían ir más allá de la descarbonización de la planta de generación eléctrica. Otra no menos importante sería cómo se van a repartir los costes de la transición entre los sectores afectados, y especialmente la nada fácil cuestión de la “justicia” en relación con los supuestos “perdedores” en este proceso de amplio alcance y larga duración, con horizontes de referencia establecidos en los años 2030 y 2050.

PALABRAS CLAVE

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, objetivos, valor económico esperable, descarbonización, proceso

ABSTRACT

The National Integrated Energy and Climate Plan submitted by the Spanish government to the European Commission establishes in general terms the actions to tackle the climate emergency and mitigate greenhouse gas emissions pledged by Spain throughout the next decade. The content of the Plan -in its draft version at least- has been sufficiently debated over recent months, but there are some aspects, that we consider fundamental, where there is still very little clarity. One of these refers to the net creation of economic value foreseeable as a result of the transformation that the Plan seeks to introduce in the Spanish production sector, and which should go well beyond the decarbonisation of energy generation plants. Another equally important aspect is how the costs of the transition will be distributed among the affected sectors and particularly the awkward question of “justice” in relation to the supposed “losers” in this widescale and long-lasting process, with time horizons set for 2030 and 2050.

KEYWORDS

The National Integrated Energy and Climate Plan, actions, economic value foreseeable, decarbonisation, process





El PNIEC 2021-2030, a falta de conocer su redacción y contenido definitivos, enuncia objetivos concretos y también, aunque de manera menos precisa, medidas para acometer un ambicioso programa de descarbonización de las actividades que se realizan sobre el territorio de nuestro país. En lo que afecta a la actuación profesional y empresarial de los ingenieros de Caminos, el impacto del PNIEC resulta relevante, dada la presencia amplia y las responsabilidades de nuestro colectivo en los sectores de la energía, el agua, el medio ambiente, el urbanismo y la edificación, la movilidad y el transporte (infraestructura y servicios), la logística, la industria y las Administraciones Públicas. El informe elaborado por nuestro Colegio sobre el PNIEC a mediados del año pasado (julio 2019) recoge, en tono positivo, las principales observaciones y sugerencias que emanan de nuestra profesión para enriquecer el contenido del borrador de ese Plan y facilitar su puesta en práctica.

El Plan decenal se ha elaborado por parte del Gobierno con la intención de que España cumpla de manera sobresaliente -al menos esa es la intención manifiesta- los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ establecidos en la COP-21 (París, 2015) y reafirmados o incrementados en sucesivas ediciones de la Conferencia de las Partes. La descarbonización en curso no solo ha de continuar el rumbo establecido, sino que será preciso aumentar su ritmo de manera bastante notoria a lo largo de la década 2021-2030 en los sectores de la energía y la industria, sujetos desde el año 2005 al régimen de control y comercio de derechos de emisión (Directiva 2003/87/CE y Ley 1/2005). Adicionalmente -y esto entraña seguramente mayor dificultad- la reducción drástica de emisiones deberá extenderse a los denominados sectores difusos -al margen de la regulación anterior- que en lo que respecta a la ingeniería civil comprenden especialmente las actividades relativas a la movilidad de las personas, el transporte y la distribución de mercancías -todo ello en sus diversos modos y especialidades-, la edificación, urbanización, servicios urbanos y desarrollo inmobiliario. En su conjunto los difusos comprenden sectores y cadenas de valor que, bien por sí mismas o como base de otras actividades económicas directamente relacionadas, aportan casi el 80 % del PIB, suponen el 82 % del empleo y emiten casi las dos terceras partes del total nacional de emisiones.

Es indudable que el PNIEC 2021-2030, si se lleva a cabo en los términos previstos, tendrá un efecto significativo durante los próximos años en la economía de nuestro país. Por una parte, la transformación tan profunda de la planta energética nacional supondrá alterar la estructura de costes de la actividad de generación (CAPEX y OPEX, esencialmente) y en buena medida cambia la naturaleza de la inversión y sus efectos para las empresas de ingeniería, construcción y explotación de los activos, dada la diferente conformación de los modelos de negocio de las actividades energéticas

en relación con la tradición más o menos prevalente a lo largo de los últimos cincuenta años. La sustitución de una parte importante de la generación centralizada por distribuida y de los combustibles fósiles, incluido el nuclear, por recursos renovables, altera muy sustancialmente las cadenas de valor tradicionales de la industria eléctrica, sus planes de inversión y la demanda inducida de empleo. Por otra parte, la importancia creciente de actividades y activos hasta ahora menos visibles dentro del sector eléctrico como son las redes de transporte y distribución o el almacenamiento de energía, desencadenará efectos económicos que será preciso valorar, al tiempo que plantea incertidumbres aún por resolver en el ámbito de lo real y sus tiempos: desarrollo y efecto de las conexiones eléctricas internacionales, nuevas instalaciones de almacenamiento según tecnologías y adecuación de los activos de distribución a los nuevos usos de la electricidad y actividades conexas. El cambio estructural de modelo dentro del sistema eléctrico, al menos en la actividad de generación, pasando de una energía firme y despachable a otra intermitente y estocástica, con coste variable casi nulo, añade dudas sobre el funcionamiento del mercado mayorista como instrumento adecuado para la recuperación de las inversiones correspondientes.

El borrador del PNIEC anticipa una valoración aproximada de la inversión a comprometer en función de los objetivos que se marcan en el año 2030 y de las medidas más o menos pergeñadas en el Plan para alcanzarlos en tiempo y forma. La cifra que se estima en el documento para el decenio de referencia es de algo más de 236 millardos de euros con una distribución 80-20 % entre iniciativa privada e inversión pública y una creación neta de empleo de 364 mil puestos de trabajo. La bondad de estas cifras, obtenidas mediante la aplicación al caso de un modelo macroeconómico denominado M3E, solo podrá juzgarse con el paso del tiempo y posiblemente ni tan siquiera, dada la frecuencia casi absoluta con la que los planes incumplen no solo sus propias previsiones económicas sino las mismas hipótesis de partida y demás condiciones básicas formuladas sobre el papel. Una valoración temprana sobre lo anterior se podrá efectuar al inicio de la ejecución del Plan, nominalmente al comenzar el año 2021, y de ahí en adelante se supone que surgirán las acostumbradas revisiones de la estimación inicial.

La distribución de la inversión total que recoge el borrador del PNIEC se ajustaría, según los redactores del Plan, al siguiente reparto: (1), inversiones en generación de electricidad (renovables), 101,64 millardos de euros (42 % del total); (2), ahorro y eficiencia energética, 86,48 millardos (37 %); (3), redes y electrificación de la economía, 41,85 millardos (18 %); y (4), sectores difusos no energéticos y otras, 6,17 millardos (3 %). Este último dato llama la atención ya que, según hemos comentado, los difusos suponen





en la actualidad más del 60 % de las emisiones de nuestro país y existe consenso entre los expertos sobre la necesidad crucial de actuar con éxito sobre ellos para facilitar su descarbonización a un coste asumible socialmente. Esa será precisamente la clave del éxito de la transición energética verde más allá de la contribución que provenga de los cambios que ya se están produciendo en la planta de generación del sistema eléctrico. Conviene tener presente que en el último año (datos aún provisionales de 2019, pero suficientemente aproximados a los efectos que aquí interesan), la generación limpia de emisiones supuso en España casi el 60 % de la producción total de energía en el sistema eléctrico, y el margen de mejora real de esa actividad en el decenio 2021-2030 tendrá un techo que no superará el 14 % adicional durante ese período. En esas condiciones habría que valorar de manera realista cuál sería la creación de valor (en términos de rentabilidad económica y de reducción neta de emisiones) asociada a la inversión de más de 100 millardos de euros que el Gobierno prevé que se dirigirán a la transformación de la planta de generación. En ambas dimensiones (ROI y reducción neta de emisiones en relación con el total nacional) la eficiencia de la sustitución de las tecnologías de generación fósil (carbón, gas y uranio) por eólica y solar, aparentemente la acción estrella del PNIEC, debería estimarse con verosimilitud razonable.

Otras consideraciones de interés sobre la planta de generación y el balance eléctrico de nuestro país (sistema peninsular) que convendría tener presentes en pro de lo anterior (realismo en las expectativas de beneficio económico y ambiental de los objetivos y medidas del PNIEC) son las que mencionan a continuación. En primer lugar, el desajuste actual entre las tendencias de evolución en cuanto a la capacidad instalada (108 GW a final de 2019, creciendo 5 % este último año) y la demanda total de electricidad (total, 249 TWh, decreciendo 1,6 % en relación con 2018). La demanda máxima de potencia instantánea al sistema permanece en los últimos años estable en torno a 40 GW, y en ese sentido puede considerarse que existe un sobredimensionamiento apreciable de la capacidad de producción instalada (270 %). El factor medio de utilización de las instalaciones peninsulares de generación alcanzó durante el año 2019 un valor del 26 %, comparativamente inferior al de los países vecinos: Francia 42 %, y Portugal 34 %. Por cuarto año consecutivo el sistema eléctrico español ha continuado importando energía del exterior, es decir que, a pesar de la magnitud de la potencia instalada, el sistema no abastece la totalidad de la demanda interna con sus propios medios, aunque uno de los fines declarados de la transición energética es precisamente reducir la dependencia energética del país. Los hechos anteriores deberían hacer ver a nuestras autoridades que la transición del sistema eléctrico es un tema complejo y requiere atención a factores diversos, más allá de la conveniente descarbonización de la

planta de generación y el fomento de las tecnologías renovables y distribuidas. Por tanto, nos atreveremos a trasladar a los responsables la conveniencia de afinar el análisis coste/beneficio de los objetivos establecidos y las medidas propuestas en términos de rentabilidad económica y eficacia real en la mitigación de las emisiones.

En cuanto a la eficiencia energética y ahorro en el consumo, de las diez medidas propuestas en el PNIEC, la tercera (renovación del parque automovilístico) tiene una inversión asociada de 76 millardos, es decir el 88 % de la cifra prevista para esta parte tan importante de las acciones del Plan. En la actualidad la tasa vegetativa de evolución (matriculaciones en 2019 al margen de estímulos o cortapisas del PNIEC) se sitúa en torno a 1,5 millones de turismos y 250 mil vehículos comerciales, con una caída cercana al 4 % en relación con el año anterior y una cifra global del volumen de ventas en torno a 45 millardos. La capacidad del sector de automoción para crear valor económico añadido nacional vinculado a la penetración de vehículos eléctricos o híbridos en el parque no ha sido valorada en el Plan, pero hay que tener presente la limitada capacidad que actualmente poseen las fábricas españolas para diseñar y producir este tipo de medios de transporte, en general de procedencia extranjera. Por otra parte, la evolución del VE sigue siendo una incógnita sujeta a incertidumbres de diverso tipo, tecnológicas, funcionales y fiscales principalmente. El porcentaje actual de turismos matriculados de esta clase se encuentra aún por debajo del 1 % y en el segmento de los vehículos comerciales la penetración es manifiestamente inferior. En algunas especialidades como el transporte pesado de larga distancia, el uso del VE se considera a corto plazo inviable. El efecto neto de la renovación vehicular que sea consecuencia directa del PNIEC, en términos de valor añadido neto y creación de empleo a escala nacional, no se ha estimado en el borrador del Plan y las medidas de promoción del VE previstas tienen un alcance limitado (1 millardo a lo largo del decenio).

Un aspecto de interés para nuestra profesión que se incluye en las medidas sobre eficiencia energética del Plan es el relativo a los edificios residenciales (actuaciones sobre la envolvente e instalaciones térmicas), donde el PNIEC espera que se movilice en el curso del decenio una inversión privada de 22,4 millardos, con una participación pública en torno a 5,5 millardos. En los edificios de uso terciario, las cifras de referencia son 3,7 y 2,2 millardos, respectivamente.

En resumen, podría concluirse que el PNIEC 2021-2030 no parece en principio crear grandes expectativas de dinamización económica dentro de los temas que en principio tendrían una relación más directa con la actividad habitual de los ingenieros de Caminos, con el agravante de las incógnitas que pesan sobre el futuro de actividades profesionales





y negocios en torno a movilidad y transporte, incluida la provisión de infraestructura y el desarrollo de los servicios conexos. Sin embargo, esta afirmación debe matizarse al menos en dos sentidos importantes. En primer lugar, porque aún no se conoce el texto definitivo del PNIEC que deberá aprobar la Comisión de la UE hacia mediados de este año y, por otra parte, el Plan estará sujeto a revisión bianual, es decir que podrán modificarse determinados objetivos y medidas sobre la marcha de acuerdo con la Unión Europea. Además, hay que recordar que la transición ecológica va más allá del PNIEC y debería extenderse, incluso con mayor vigor y contenido económico, a las actividades necesarias para hacer posible la adaptación de la sociedad, territorio y ciudades, frente a la emergencia climática. Aparte de contribuir al esfuerzo global en mitigación de emisiones, España se encuentra frente al imperativo cada vez más apremiante de actuar a escala nacional para proteger a sus habitantes, empresas y recursos naturales frente a los efectos de un clima cuyos episodios dañinos se están ya sufriendo. La irregularidad pluviométrica (sequía, avenidas e inundaciones), el incremento de la temperatura y de la frecuencia e intensidad de las olas de calor en temporada, la elevación del nivel de mar y los fenómenos de meteorología adversa, que ya no son tan excepcionales como antaño. Parece obligado creer que el sentido de responsabilidad de nuestras autoridades las llevará a promover las actuaciones debidas en materia de agua, costas y puertos, carreteras, infraestructura urbana y demás sectores de actividad que constituyen el núcleo central de nuestra profesión. No es fácil estimar a vuelapluma la dimensión económica de las obras y demás actuaciones de adaptación y protección necesarias, pero en algún momento esa valoración deberá realizarse para prever los recursos, planificar las actuaciones y estudiar el modelo de financiación que corresponda.

Todo cambio de envergadura, sea natural, social, tecnológico o regulatorio, desencadena aquel fenómeno que Schumpeter vívidamente calificaba como “vientos perennes de destrucción creadora”. Con ello aquel ilustre economista se refería a un hecho bien sancionado por la experiencia ordinaria: lo nuevo sustituye normalmente a lo antiguo y el proceso de cambio, al tiempo que abre nuevas oportunidades de creación de valor, arrincona una parte de lo anterior que deviene obsoleto. En el caso del cambio climático, la profesión de los ingenieros e Caminos debería aportar su pericia y amplios conocimientos en los dos planos antes mencionados: el de la mitigación del problema global de las emisiones, a través de las actuaciones del PNIEC, y además del anterior, en la adaptación y protección de nuestra sociedad (personas, patrimonio y territorio) frente a los nuevos y alarmantes riesgos que ya comienzan a afectar perniciosamente a nuestro país. Será justo y necesario, como la transición ecológica que la mayoría deseamos. 📍





Cambio climático

¿Qué futuro tras la COP25?

RESUMEN

El artículo se inicia con una valoración de las medidas llevadas a cabo hasta la actualidad en materia de mitigación del calentamiento global llegando a la clara conclusión de su insuficiencia ante los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Se repasa la pérdida de oportunidades que ha supuesto la COP25 a escala de la globalidad del planeta, si bien la Unión Europea y España han marcado la diferencia junto a otras 82 partes, aunque sus actuaciones sean marcadamente insuficientes para cambiar la senda de calentamiento medio global. Definido el Escenario global se concreta el de la UE tras la asunción del Pacto Verde Europeo y el de España tras el bloque de políticas implícitas a la declaración de Emergencia Climática del Gobierno Español. Las conclusiones son preocupantes e inciden en la urgente necesidad de priorizar medidas de adaptación y resiliencia socioeconómica ante un calentamiento que va a seguir su tendencia creciente.

PALABRAS CLAVE

Calentamiento global, cambio climático, descarbonización, eficiencia energética, emisiones, prestaciones, neutralidad en carbono, mitigación, adaptación, resiliencia

ABSTRACT

The article starts with an appraisal of the measures introduced to date to mitigate global warming and finds that these have been clearly insufficient in view of the objectives established in the Paris Agreement. The author reviews all the opportunities that have been lost by the COP 25 climate change conference on a global scale and while noting that the European Union and Spain have set out their differences with respect to the other 82 parties, their actions will be clearly insufficient to change the trend of global average warming. On defining the global scenario, consideration is then given to the EU position following the release of the European Green Deal and that of Spain following the block of policies implicit to the climate emergency statement issued by the Spanish Government. The conclusions are worrying and make it absolutely vital to prioritise measures of adaptation and socio-economic resilience in the face of warming that is going to follow its ever-rising trend.

KEYWORDS

Global warming, climate change, decarbonisation, energy efficiency, emissions, provisions, carbon neutrality, mitigation, adaptation, resilience



ANTONIO Serrano

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Vocal de Fundicot





1 La insuficiencia de las medidas para mitigar el calentamiento global

El Acuerdo de París, de diciembre de 2015 (COP21) establecía que los gobiernos de los 195 países que lo suscribieron aceptaban poner en marcha medidas para lograr que el calentamiento medio global del planeta no superara los 2 °C para 2100 y, preferentemente, lograr que se situara por debajo de 1,5 °C.

Cuatro años después los datos muestran que las medidas en el campo de la mitigación de emisiones son numerosas y crecientes¹, con un manifiesto incremento del papel de las energías renovables², pero manifiestamente insuficientes para frenar el calentamiento del conjunto del planeta, que ya superó los 1,1 °C como media global, en 2016, manteniéndose por encima de esa cifra en la actualidad. De hecho, más del

80 % de los países signatarios del Acuerdo de París no está siguiendo la ruta necesaria para cumplir los objetivos establecidos, lo que nos lleva a que, de seguir la tendencia actual, que se aprecia en los gráficos adjuntos, el calentamiento medio global para 2030 pueda llegar a ser cercano a los 2 °C, incrementando muy sensiblemente los costes económicos de sus efectos³.

Tendencia en el calentamiento que, en España, con el peor Escenario, podría llegar a incrementar hasta en 8 °C los máximos y hasta 7 °C las mínimas para el 2100, y en más de 2 °C, respectivamente, para el 2030, tal y como se aprecia en las previsiones de AEMET adjuntas.

En este marco, en diciembre de 2019 se realizó la 25ª Conferencia de las Partes, de Naciones Unidas, sobre Cambio Climático (COP25), en Madrid, tras la renuncia de Chile a su celebración por los incidentes que se registraban en ese

Calentamiento Climático. Una evidencia demostrada con efectos negativos crecientes. Superado el 1,1°C de calentamiento global medio

Met Office

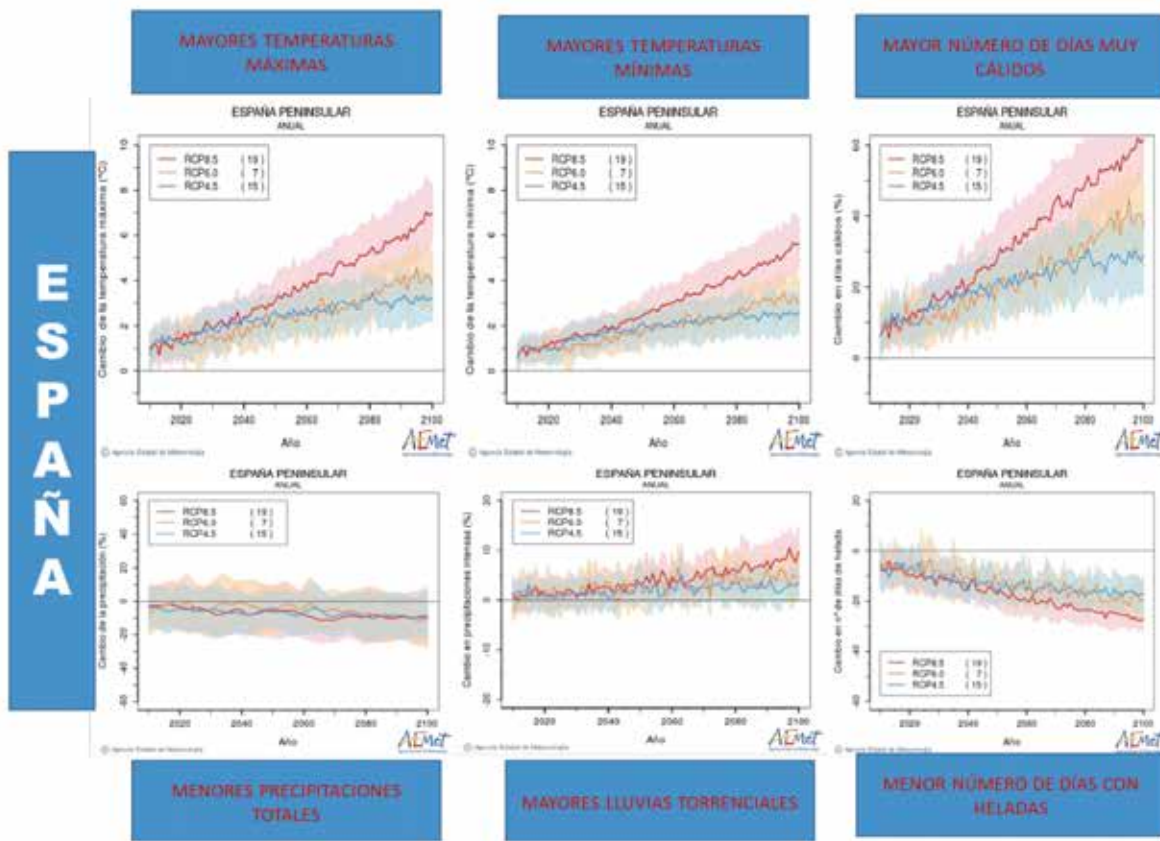


Five-year running average of global temperature anomalies (relative to pre-industrial) from 1854 to 2019 for five data sets: HadCRUT4.6.0.0, NOAAGlobalTemp v5, GISTEMP v4, ERA5, and JRA-55. Data for 2019 to June



Source: NASA | By The New York Times





país, paralelos a los registrados en otros países (Francia, Uruguay, Irán, etc.) espoleados por medidas ligadas a una población descontenta, para la que el incremento del coste del transporte se convierte en la última gota que desborda el vaso de su paciencia.

El 15 de diciembre se cerraba la COP25 con más pena que gloria. Tras una actuación ejemplar del Gobierno y del Ministerio de Transición Ecológica, tanto en la muy satisfactoria organización –en tiempo record– como en la mediación entre las Partes a petición de la Presidencia chilena, los resultados finales son preocupantes. Pese a que hubo avances (véase el informe optimista del MITECO⁴) la mayoría de valoraciones han sido muy críticas, no ya desde las Organizaciones Ecologistas, sino incluso desde The Economist⁵, entre otros. Son positivos el éxito de organización y la participación de más de 30.000 personas en las distintas actividades desarrolladas en el área verde; o el buen funcionamiento estructural de la COP25 en su conjunto; pero los textos finales de los Acuerdos adoptados⁶ dejan muy lejos los avances que hubieran sido ne-

cesarios en las dos cuestiones fundamentales: compromisos de reducción de emisiones y artículo 6 (mercados de carbono). Así, ha sido imposible materializar el acuerdo asumido por una coalición de gobiernos, incluida la Unión Europea, que llegó a Madrid pidiendo un texto final con el compromiso de que todos los países presentarían en 2020 planes viables de reducir en mayor medida sus emisiones y de forma más urgente de lo comprometido hasta ahora.

Tras la COP25, estamos muy lejos de conseguir que las emisiones se adecuen al Objetivo de limitar el calentamiento global a menos de 2 °C para el 2100⁷, y las principales conclusiones científicas de los estudios e investigaciones sobre Calentamiento Global que se han ido publicando^{8,9}, nos muestran la gravedad de la tendencia y de las consecuencias de un Calentamiento superior a los 2 °C, que podría llegar a alcanzarse –en los Escenarios más desfavorables– incluso al final del presente decenio.

Y en el segundo aspecto fundamental de esta COP25: lograr un mecanismo eficiente para internalizar el coste de

las emisiones de carbono (Artículo 6 del Acuerdo de París¹⁰) corrigiendo el fracaso que significó la COP24 en Katowich (Polonia) en el logro de este Objetivo, también se ha fracasado en Madrid, dejando el asunto pendiente para la COP26 de Glasgow, en diciembre de 2020.

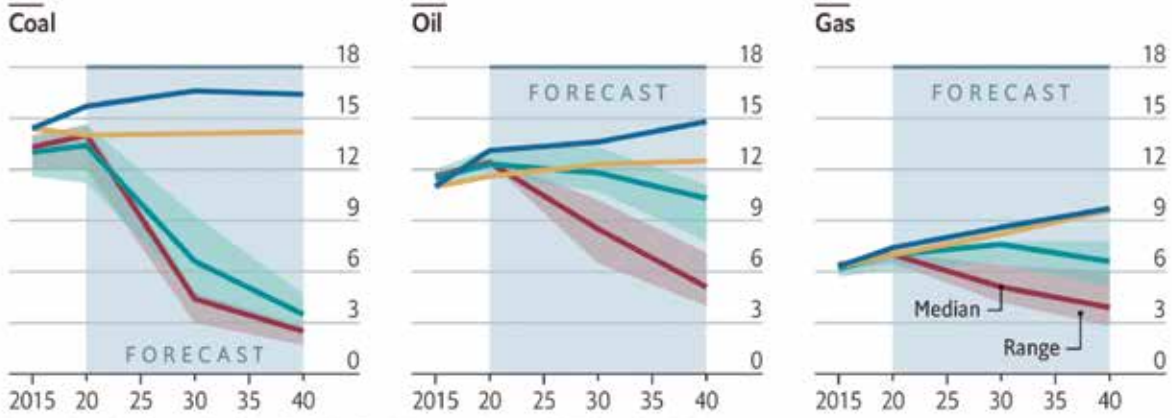
The Economist se planteaba en su edición del 20 de noviembre de 2019 que los objetivos climáticos mundiales eran insuficientes y, además, que era muy poco probable que se cumplieran. Y recogía unas gráficas, de fuentes diversas, que muestran la base explicativa de su aserto sobre el que cabe poca discusión. Entre otras cuestiones, ¿quién y cómo se asumiría el coste de abandonar los recursos privados o públicos del carbón, petróleo y gas no explotados?; ¿permanecen impasibles los propietarios ante los billones de euros que implican estas pérdidas o les es más rentable promover campañas de todo tipo (investigaciones que pongan en duda la influencia de los combustibles fósiles en el calentamiento global o asegurar que la tecnología resolverá el problema, etc.) contra las medidas correspondientes?



Fossil extraction

Forecast global CO₂ emissions from fossil fuels, gigatonnes per year

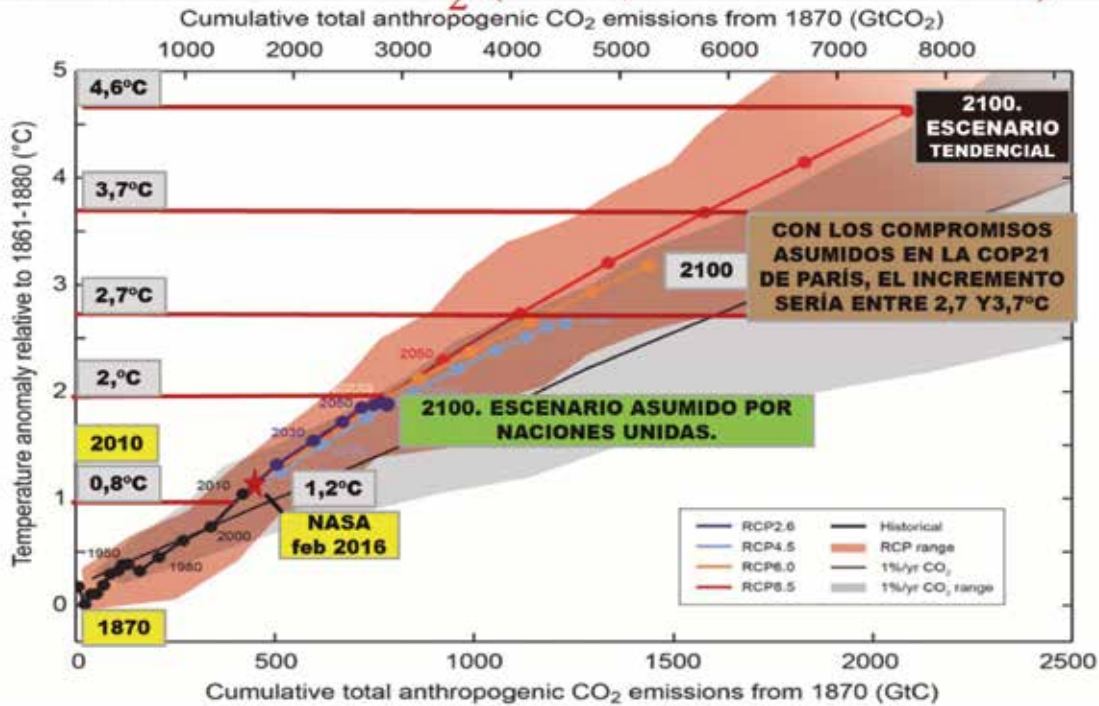
— Implied by countries' fossil-fuel production plans
 — Implied by emissions reduction pledges
 — Needed to limit global warming to 2°C
 — Needed to limit global warming to 1.5°C



Source: "The Production Gap" by SEI, IISD, ODI, Climate Analytics, CICERO and UNEP, 2019

The Economist

Evolución desde 1870 y Escenarios de emisiones de CO₂ (IPCC, 2013. NASA 2016).





Procesos que nos llevan a recordar, para considerar seriamente desde una perspectiva de aplicación del “principio de precaución”, fundamental en materia ecológica, las previsiones que el IPCC establecía en su 5º Informe¹¹ para el 2100 –reforzadas e incrementadas en la magnitud de los efectos esperables negativos en su Informe de 2019¹²– si no se tomaban medidas y se seguía con la tendencia “*bussines as usual*”.

2 Efectos de fenómenos climáticos extremos y conciencia social

Las referencias al papel del IPCC y la necesidad de tener en cuenta los resultados de las investigaciones científicas han ganado peso entre las empresas y los políticos en esta COP25 o, más actualmente, en las reuniones del Foro de Davos de enero de 2020, tanto por el indudable éxito de las movilizaciones climáticas en todo el mundo¹³, como por las crecientes declaraciones de “Emergencia Climática” asociadas a las conclusiones científicas, que apuntan a que si en los próximos 10 años no reducimos drásticamente las emisiones y generamos sumideros de carbono que eliminen dióxido de carbono de la atmósfera, no será posible alcanzar el objetivo planteado en París, ni evitar sus cada vez más graves negativas consecuencias.

Efectos que, en lo que afecta a nuestro país, están ya significando el incremento de la frecuencia (menor periodo de retorno) y de la gravedad de los efectos de fenómenos meteorológicos extremos; proceso que es patente desde 2015 y que se ha magnificado en este año 2019 y lo que llevamos de 2020 (borrasca Gloria), haciendo creíble para la sociedad la relación entre el calentamiento global –y el cambio climático asociado– y fenómenos como las inundaciones, temporales, sequías e incendios.

Los fenómenos más recientes de inundaciones y temporales, sobre todo en

zonas costeras (caso, sobre todo, de las regiones litorales en España¹⁴), incendios (con profusión y extensión en todo el mundo, desde el Amazonas, pasando por Siberia y África a Sumatra, hasta las catástrofes de California o la más actual de Australia) o sequías (de graves consecuencias en el levante y sur de España, pero también en África, o zonas meridionales de Asia), adquieren especial importancia por los riesgos que comportan no sólo localmente, sino en su dimensión global desde el punto de vista geoestratégico ante el empobrecimiento y desplazamientos masivos de población que implican.

En el caso español, aunque afortunadamente la mortalidad asociada a inundaciones y temporales se mantiene relativamente reducida¹⁵, 2020 se ha iniciado con una borrasca (Gloria) que ya ha producido trece muertos y seis desaparecidos. Y el riesgo futuro permanece muy elevado, ya que existen del orden de entre 30.000 y 40.000 construcciones situadas en áreas con riesgo de inundación de distinta peligrosidad; residen más de 710.000 habitantes en zonas de alta probabilidad de inundación y riesgo (periodo de recurrencia de 10 años), cerca de dos millones en zonas de media probabilidad (periodo de recurrencia de 100 años) y cerca de tres millones en zonas de baja probabilidad (periodo de recurrencia de 500 años).

El Informe “Climate risk and response. Physical hazards and socioeconomic impacts”, publicado en este mismo enero de 2020 y presentado en el Foro de Davos, de McKinsey Global Institute¹⁶, señala que los riesgos pueden aumentar en su impacto socioeconómico entre 2 y 20 veces los actuales, para 2050, en función del territorio y región que se considere; principalmente afectando a alimentación, pérdidas de horas trabajadas y a daños de distinto tipo sobre la población y sobre el patrimonio; y hacen un llamamiento a empresas, bancos y aseguradoras a incorporar el riesgo climático en sus tomas de decisiones.

3 Escenarios globales de futuro

Cada año comienza con la publicación del Global Risk¹⁷ correspondiente para las reuniones anuales del Foro de Davos convocado por el World Economic Forum, en el que se muestran y discuten las tendencias y riesgos para el próximo decenio en la dinámica de cambio global del planeta. Y en el que destacados dirigentes globales muestran su línea política de gobierno y, en particular en este año 2020, su posición ante el Cambio Climático. De ellas, hay que resaltar la oposición al Acuerdo de París de EE. UU. (tras varios años de incumplimiento real y su responsabilidad sobre el 13 % de las emisiones globales) por parte de su Presidente Donald Trump¹⁸, cuya reelección en este año 2020 podría implicar un elevado seguimiento por otros países, ya sea formalmente, o en la práctica de relajamiento de sus medidas de mitigación del calentamiento global.

En este marco, tiene sentido que en el Global Risk 2020 los riesgos asociados a “El fracaso de la mitigación y adaptación al cambio climático” sean el número uno por la importancia potencial de su impacto negativo, y el número dos por la probabilidad de que ese impacto se mantenga en los próximos 10 años. El calentamiento global y cambio climático asociado se consideran cada vez más significativos en el Informe, y sus efectos se conciben mucho más rápidos de lo que se esperaba por los organizadores del Foro. Se asume que los últimos cinco años han sido los más cálidos de la historia, que los desastres asociados a fenómenos meteorológicos extremos se están volviendo más intensos y más frecuentes, y que en 2019 se presenció un clima extremo sin precedentes en todo el mundo.

Como consecuencia, la clasificación de los riesgos en el Global Risk 2020, que se sintetiza en la Figura siguiente (que considera, simultáneamente, la





probabilidad de ocurrencia –abscisas– y la gravedad previsible –ordenadas– de los efectos asociados al conjunto de riesgos considerados), destaca que se mantiene la magnitud e incremento de importancia que, desde 2016, han venido teniendo los riesgos relacionados con el medio ambiente. De los diez riesgos más significativos de 2019 y 2020 para los próximos 10 años, seis tienen carácter ambiental, manteniéndose los mismos del “top ten” de 2018, pero incrementando su gravedad global relativa y consolidando el incremento de importancia que se produjo en estos en 2018 respecto a 2017.

De los contenidos anteriores cabe derivar varias consecuencias significativas respecto a la percepción del Global Risk 2020 en cuanto que, al margen de los riesgos naturales (en verde en el Cuadro), sólo destaca la importancia dada a los Ciberataques, que descienden a la sexta posición desde la cuarta que tenían en 2019. Desaparecen en 2020 del “top ten” el Riesgo de Grandes Migraciones Involuntarias, aunque

se mantiene cerca, tanto por su alta probabilidad como por su alto impacto; pero se ve desplazado por el incremento de probabilidad e impactos de los Fallos en la Gobernanza Global. Y los Riesgos asociados a Caídas críticas en las Infraestructuras de la Información, en 2020 se ven desplazados por el Riesgo de Fraude o Robo de Datos Informáticos, si bien los primeros mantienen un impacto mucho mayor frente a una probabilidad muy superior de los segundos.

La “pérdida de biodiversidad” como el segundo riesgo más impactante y el tercero más probable para la próxima década, está en consonancia con el hecho de que la pérdida de biodiversidad tiene implicaciones críticas para la humanidad, desde el colapso de los sistemas de alimentos y salud, hasta la interrupción de cadenas de suministro completas. Y lo cierto es que la tasa actual de extinción es de diez a cientos de veces mayor que el promedio de los últimos 10 millones de años, y se está acelerando también como consecuencia del calentamiento global.

En todo caso, los Escenarios futuros globales que encuadran estos riesgos van a venir muy condicionados por las principales tendencias presentes en la actualidad tanto en materia ambiental como socioeconómica o territorial (geoestratégica y local). Esas tendencias y su incidencia potencial las podemos agrupar en los siguientes niveles:

1. MUY FUERTE incidencia
 - 1) El cambio climático que altera la composición de la atmósfera mundial y modifica la variabilidad natural del clima (calentamiento global).
 - 2) Aumento de la dependencia cibernética por el incremento de la hiperconectividad asociada al incremento de la interconexión digital de las personas y de las cosas.
 - 3) La implantación cultural generalizada de apoyo a una economía basada en la supremacía del beneficio económico individual (que los conservadores definen como paradigma de acción social), que ha implicado la subordinación de la





economía productiva a la economía especulativa y la subordinación del interés general a la filosofía del enriquecimiento individual.

4) Aumento de las desigualdades de renta y de riqueza por la disparidad creciente de ingresos entre ricos y pobres en los principales países y regiones.

5) El aprovechamiento privado limitado de los beneficios de la actual revolución científico-técnica, con grave afección al empleo y al bienestar si no se consigue una redistribución adecuada de los mismos.

6) La extensión de políticas públicas que favorecen la distribución regresiva del valor añadido producido, con menor peso no sólo de los sueldos y salarios (mayores desigualdades citadas) sino también de los impuestos para las administraciones públicas, lo que dificulta el incidir en la cohesión social.

7) Las políticas de reducción de la fiscalidad sobre empresas, las herencias y sucesiones, lo que favorece la progresiva concentración de la propiedad de los recursos y capitales productivos.

2. FUERTE incidencia

8) El aumento del nacionalismo entre las poblaciones y los líderes políticos, lo que afecta al posicionamiento global de las políticas y economías de los países.

9) El aumento de la polarización social (posturas extremas en los valores o radicalización política o religiosa), llevando a la incapacidad para alcanzar acuerdos sobre cuestiones clave dentro de los países, al crecimiento de las posiciones “anti-establishment” y al incremento de nacionalismos autoritarios que pueden llegar a poner en cuestión la democracia.

10) El envejecimiento de la población en los países desarrollados y en vías de desarrollo, por la disminución de la fertilidad y de la mortalidad y el incremento de la esperanza media de vida.

11) Globalización del riesgo de graves pandemias y aumento de las enfermedades crónicas, que lleva al incremento de los costos a largo plazo de su tratamiento y amenaza la calidad de vida de los pacientes, significando cargas adicionales para los presupuestos de los países.

12) Degradación ambiental por el deterioro de la calidad del aire, el suelo y el agua, derivado de las concentraciones ambientales de contaminantes, y de otras actividades y procesos impactantes.

3. MEDIA incidencia

13) Pérdida de peso o incremento de la ineficiencia de los acuerdos o redes de instituciones mundiales o regionales (por ejemplo, la OMC, la ONU, el FMI, la OTAN, etc.), asociado a la pérdida de confianza en las mismas, o a las políticas del nuevo Presidente de EEUU, lo que aumenta el unilateralismo en el poder mundial y dificulta la prevención de riesgos con soluciones consensuadas.

14) Cambios en los focos del poder, por traslado de éste desde el poder estatal a los actores no estatales (multinacionales, sistema financiero, ...), de lo global a lo estatal (destacando EEUU y China al respecto), y de los países desarrollados a los países de mercados emergentes y en desarrollo con potencia nuclear.

15) Incremento de la urbanización, aumentando de forma sostenida el número de personas que viven en zonas urbanas, su crecimiento físico y la aparición de graves problemas en las periferias suburbanizadas y degradadas de las grandes metrópolis.

16) El incremento de la clase media en las economías emergentes, por la creciente proporción de la población que alcanza los niveles relativos de ingresos de clase media en dichos países, con el consiguiente incremento de su consumo e insostenibilidad global.

17) Incremento de la movilidad geográfica de las personas y de las cosas,

debido a las mejoras y rapidez de los medios de transporte y a la disminución de las barreras a dicha movilidad.

4 Escenarios europeos resultantes

La nueva Comisión Europea presentó, durante la COP25, el “European New Green Deal”^{19 20} para conseguir un cambio de modelo de desarrollo que haga creíble la senda para la descarbonización en el horizonte del 2050, concretando un plan de inversiones sostenibles de un billón de euros y la aprobación de la pretensión de reducir para el año 2030 las emisiones de CO_{2equiv} al menos el 50 % y procurando llegar al 55 % (en vez del 40 % al que se comprometió en el Acuerdo de París). El objetivo final es lograr, para la UE, la “neutralidad climática en 2050” (emisiones de CO_{2equiv} nulas para esta fecha), comprometiéndose a establecer una legislación, a presentar en la primavera de 2020, que reduzca las emisiones netas a “cero” para el año 2050, apoyando tanto la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como su captura, ya sea a través de nuevos desarrollos tecnológicos, o a través de políticas de forestación adicional.

En paralelo, pretende diseñar un “mecanismo de ajuste del carbono en frontera” compatible con las reglas de la Organización Mundial de Comercio (OMC), con el objetivo de evitar la deslocalización de empresas hacia países con menores exigencias o condicionantes en las emisiones de gases de efecto invernadero.

El nuevo “Green New Deal” pretende una transformación verde de Europa, a través de una inversión anual del 5 % del PIB en infraestructura, agricultura e industria, que reduzca emisiones (Hoja de ruta por una economía europea descarbonizada al 2050) y que cree millones de nuevos empleos con una política nekeynesiana que, supuestamente, pondría fin a la era de la austeridad





mantenida hasta ahora por el Consejo Europeo.

Además, la Comisión incluye en el Pacto Verde Europeo, como se le conoce en castellano, el objetivo de una “transición ecológica justa”²¹ para lo que ha establecido un Fondo para la Transición Justa²², con un presupuesto inicial para los próximos siete años (período 2021-2027) de 7.500 millones de euros, que se pretende que sean adicionales y no afecten a los actuales Fondos estructurales ya cuantificados, con los que se pretenden movilizar, junto a la iniciativa privada, al menos 104.000 millones de euros²³ y convencer a los países más reacios a asumir los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ en hasta un 45 % en 2030, para llegar a emisiones netas cero en el ecuador de este siglo.

El “Pacto Verde Europeo”, ha sido aprobado por el Parlamento Europeo, aunque pidiendo mayor ambición en aspectos como los objetivos intermedios hasta el 2050²⁴. No obstante, hay que tener en cuenta que la UE representa del orden del 9 % de las emisiones globales; y aunque desaparecieran para el 2050, el ritmo de incremento del resto de países no comprometidos con la reducción de emisiones llevaría a un incremento global de la concentración de CO₂^{2equiv} en la atmósfera muy superior al actual para esa fecha, con las correspondientes consecuencias negativas para el incremento del calentamiento global.

Como conclusión, podemos señalar que el Escenario Europeo por ahora definido opta por una línea que, como se ha expresado claramente en el reciente Foro de Davos, busca salvar el capitalismo en su nueva etapa, convirtiendo el medio ambiente en un estímulo para la economía: habrá sectores ahora rentables que dejarán de serlo y la actividad económica y financiera deberá incorporar a sus análisis de riesgos los derivados de fenómenos climáticos extremos, que cada vez serán más frecuentes, siendo necesario cambiar las políticas públicas en línea con ayudar a conse-

guir una producción y consumo descarbonizados para el horizonte del 2050.

Se pretende con este proceso convertir a la UE en el motor de la descarbonización (ya lo es) y de la implantación de un “nuevo capitalismo verde” compatible con la actual revolución científico-técnica, que sitúe a la UE en la vanguardia de un desarrollo ambientalmente sostenible.

5 Escenarios españoles tras la declaración de Emergencia Climática del Gobierno Español

El Gobierno de España ha aprobado la Declaración de Emergencia Climática y Ambiental²⁵ en el Consejo de Ministros del 21 de enero de 2020, uniéndose a numerosos países, regiones y ciudades que, junto al Parlamento Europeo, aunque éste no por unanimidad²⁶, han realizado en los últimos meses declaraciones semejantes; simbólicas pero que están teniendo relevancia por su capacidad de centrar la atención de los medios de comunicación y conseguir una población más informada y concienciada, que está obligando a una mayor y más adecuada valoración política de la problemática y efectos del Calentamiento Global.



La Declaración española va mucho más allá de una Declaración simbólica, ya que opta por tener una línea ejecutiva y define 30 líneas de acción, que incluyen la aprobación de nuevos planes²⁷, además de la nueva versión del PNIEC, nuevas leyes²⁸ y nuevas estrategias²⁹ cuyo desarrollo, de materializarse, condicionarán fuertemente los Escenarios futuros socioeconómicos, ambientales y territoriales para España.

Como primer paso la nueva versión conocida del PNIEC 2021-2030 ya opta, en línea con los nuevos objetivos del Pacto Verde Europeo, por lograr que la generación eléctrica sea 100 % renovable en 2050, eliminando, en la próxima década, una de cada tres toneladas de CO₂ emitidas actualmente, y duplicando, para 2030, el consumo final de energía renovable, con un consumo eléctrico del 74 % de origen limpio. Y prevé una mejora de un 39,5 % de la eficiencia energética en la próxima década, implicando, para el período 2021-2030, una movilización de 241.400 millones de euros -en un 80 % procedentes del sector privado y un 20 % de entidades públicas- que irán destinados a renovables, medidas de ahorro y eficiencia, y a trabajos de electrificación y redes.

Para los primeros 100 días de gobierno se establecen cinco prioridades que, además de la presentación de los planes, leyes y estrategias citadas a pie de página, incorporan la regulación de la participación ciudadana con la creación de una Asamblea Ciudadana del Cambio Climático, y las acciones para impulsar la transformación de nuestro modelo industrial y del sector servicios a través de Convenios de Transición Justa y de las medidas de acompañamiento necesarias.

Los objetivos principales se centran en el logro de un sistema eléctrico 100 % renovable para 2050, un parque de turismos y de vehículos comerciales con emisiones nulas de CO₂/km, un





sistema agrario neutro en emisiones de CO₂^{equiv}, y un sistema fiscal, presupuestario y financiero compatibles con la necesaria descarbonización de la economía y de la sociedad, que permita alcanzar las emisiones netas cero no más tarde de 2050. Además, trata de potenciar las sinergias entre las políticas de la lucha contra el cambio climático y la conservación de la naturaleza, la importancia de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas y su vínculo con las políticas de desarrollo rural y las actuaciones para el reto demográfico, poniendo en valor la conservación de la biodiversidad y de los espacios naturales protegidos, con el objetivo complementario de alcanzar el 30 % de superficie marina protegida en 2030.

La Declaración define líneas prioritarias para el largo plazo, que explican las leyes, planes y estrategias antes señalados, donde habría que destacar, por su potencial influencia en el resultado: las medidas para asegurar la transformación del sector financiero público y privado para garantizar su viabilidad y estabilidad (Plan Nacional de Acción de Finanzas Sostenibles citado, y un programa de emisión de bonos verdes por parte del Teso-

ro Público); e integrar la variable del cambio climático en la política fiscal, optando por no otorgar nuevos beneficios fiscales a productos energéticos de origen fósil, y revisar los vigentes, salvo casos justificados por razones sociales o tecnológicas, no autorizar nuevas solicitudes de exploración, permisos de investigación o concesiones de explotación de hidrocarburos, ni para las actividades de fracking, o la obligatoriedad a los municipios de más de 50.000 habitantes para que establezcan zonas de bajas emisiones de manera urgente.

No va a ser fácil aprobar las correspondientes leyes en unas Cortes con la actual estructura de las españolas, ni está garantizado que el contenido final de las mismas se corresponda con el texto y objetivos propugnados desde el gobierno. Serán también los próximos Presupuestos Generales del Estado que se aprueben los que definan las prioridades viables y su capacidad para promover, de verdad, los cambios socioeconómicos, de modelo productivo y de consumo inherentes a los objetivos perseguidos en la Declaración.

Obviamente, para el desarrollo del conjunto de las 30 líneas previstas, el Go-

bierno espera contar, para el período 2021-2027 con los Fondos de Transición Justa del pacto Verde Europeo que finalmente le correspondan³⁰, pero es evidente que estos fondos requieren cofinanciación pública –difícil de materializar en el marco del fuerte endeudamiento y déficit de España- y privada, cuyo requisito básico es el de confiar en la seguridad regulatoria y en la rentabilidad a largo plazo de esas inversiones.

Lo que es evidente es que, de ejecutarse una parte significativa de las 30 líneas de intervención conjuntamente con la materialización del Pacto Verde Europeo, en la UE y en España tendremos cambios muy significativos en el Escenario de desarrollo. Que no impedirán que el calentamiento siga avanzando, aunque ayudarán a su mitigación. Y que, en todo caso, obligarán a que las medidas de Adaptación y de resiliencia socioeconómica tengan que absorber cada vez más recursos, con una participación mucho más activa de comunidades autónomas y ayuntamientos en este proceso.

Cuanto más tarde se asuman estas medidas mayor coste en vidas, patrimonio e implantación de las actuaciones tendremos. 📍





NOTAS

(1) Ejemplos aleccionadores en el marco europeo serían que el gobierno alemán ha aprobado un plan de transición de 54.000 millones de euros; o, en España, el apoyo de un número creciente de empresas a iniciativas como la de “Empresa neutra en carbono” para el año 2050; o el compromiso del sistema financiero en el apoyo al Green Deal: BBVA pone a disposición de la acción climática 100.000 millones de euros y el Banco Santander 120.000 millones, etc.

(2) En España, por ejemplo, según REE, en la actualidad, la generación renovable asciende a un total de 55.247 MW, de los que un 46 % son eólicos y un 16 % son fotovoltaicos, habiéndose producido, durante 2019, el incremento del 5,6 % de la potencia instalada nacional -récord histórico con un valor de 110 GW- que se ha debido precisamente al aumento del 12,9 % de la potencia instalada renovable, con la entrada en funcionamiento de 6.456 MW, lo que ha permitido que, durante 2019, la producción renovable nacional haya tenido un peso en el mix eléctrico de generación del 37,5 %, con un peso del 20,8 % para la generación eólica.

(3) Los datos que manejan empresas, sistema financiero y aseguradoras sobre los efectos del cambio climático son crecientemente preocupantes, en línea con lo ya señalado en el informe “The Truth Behind the Climate Pledges”, de noviembre de este año, producido por The Universal Ecological Fund (Fundación Ecológica Universal FEU-US) -<https://drive.google.com/file/d/1nFx8UKTyjEteYO87-x06mVEkTs6RS-PBi/view-> que recuerda, por ejemplo, que las pérdidas económicas y daños de los 690 fenómenos meteorológicos extremos de 2017 supusieron unas pérdidas de 330.000 millones de dólares. Para 2018, S&P Global y Aon, cifran las pérdidas económicas mundiales relacionadas con fenómenos meteorológicos en el entorno de los 450.000 millones de dólares, casi un 33 % más que en 2017. Para 2030, advierten los investigadores, se espera que se hayan doblado.

(4) <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-cop25-sienta-las-bases-para-que-los-paises-ambiciosos-ante-la-emergencia-climatica-tcm:30-505708>.

(5) <https://www.economist.com/science-and-technology/2019/12/15/cop25-the-un-climate-talks-in-madrid-ends-in-a-sad-plutter>

<https://www.economist.com/science-and-technology/2019/12/18/the-cop25-meeting-on-the-climate-yields-little>

(6) https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2019__L10E_adv.pdf

(7) La imposibilidad de evitar la tendencia al Calentamiento desde España, la UE, o las escasas 83 partes adicionales que asumen incrementar sus esfuerzos para disminuir sus emisiones y lograr limitar a 2 °C, y mejor por debajo de 1,5 °C, el Calentamiento medio global es evidente. Viabilizar dicha limitación exigiría incorporar a países que, como China, EEUU, India, Rusia o Brasil, suman por sí solos más del 50 % de las emisiones de gases de efecto invernadero. Y si una cosa ha quedado clara en esta COP25 es que no se puede contar, por ahora, con su esfuerzo para lograr esa limitación del Calentamiento medio global. Y habrá que ver las consecuencias de la posición de EE.UU. cuando las partes presenten sus compromisos climáticos finales para la próxima década, antes de la COP26 de Glasgow, para que Naciones Unidas pueda elaborar, previamente, el correspondiente Informe de Síntesis con las consecuencias de esos compromisos sobre el Calentamiento Global para la citada COP26.

(8) WMO (2019).- “High-level synthesis report of latest climate science information convened by the Science Advisory Group of the UN Climate Action Summit 2019”. (https://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/United_in_Science_ReportFINAL_0.pdf)

(9) WMO (2019).- “The Global Climate in 2015-2019”. (https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936)

(10) El Artículo 6 del Acuerdo de París pretende establecer un marco para vincular los mercados nacionales o regionales existentes de emisiones de carbono, y así crear un nuevo global que sería administrado por la ONU, permitiendo el acceso al mismo a los países sin mercado propio, a la vez que también se pretende establecer mecanismos para evitar la doble contabilidad (que los derechos vendidos no puedan ser usados por el vendedor). La filosofía inherente es que, si bien estos mercados no reducen las emisiones globales a corto plazo, bien ejecutada su regulación permitiría que países y empresas con unos niveles de emisión superiores a los que tienen establecidos pudieran pagar a otro –comprándole sus derechos de emisión- para que reduzca la cantidad de gases de efecto invernadero equivalente emitidos, a través de nuevos proyectos de mitigación y

adaptación. El mayor coste para empresas y países emisores llevaría a cambios estructurales en ellos que reducirían esas emisiones. El ingreso de los países que vendieran sus derechos de emisión se usaría para inversiones verdes (energías renovables, reforestación, etc.) que avalarían la venta de esos derechos. El resultado sería, según las estimaciones de algunas investigaciones, que se podría llegar a reducir las emisiones, entre 2020 y 2035, del orden del doble de las previstas en los actuales compromisos nacionales asociados al Acuerdo de París de 2015.

(11) IPCC “Fifth Assessment Report-AR5” (<http://www.ipcc.ch/>), en septiembre de 2013.

(12) IPCC (2019).- “The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate”. WMO. UNEP. Septiembre de 2019. (https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf).

(13) Con muestras como los viernes de huelga y manifestación de escolares por todo el mundo, o el hecho de que el viernes 20 de septiembre de 2019, previamente a la Cumbre del Clima en la sede de la ONU de Nueva York del 23 de septiembre, se convocara por distintas organizaciones ecologistas una huelga mundial, con motivo de la falta de respuesta adecuada al calentamiento global, de éxito inesperado en su magnitud y extensión.

(14) El 12 de septiembre una gota fría (“dana”: depresión aislada en niveles altos, por su forma de formación de la gota fría) tuvo efectos catastróficos, en particular sobre el sureste español, cuya magnitud sólo fue superada en la zona hace unos 140 años. El Consorcio de Seguros estimó en más de 30.000 los afectados, con un coste total para el propio Consorcio de más de 200 millones de euros. Cifra que las asociaciones agrarias estimaban muy superiores por afectar gravemente a más de 46.000 hectáreas de distintos tipos de cultivos, y con cerca de 300.000 has que habían sufrido daños muy significativos. La Manga del Mar Menor entraba en una crisis prevista desde varios decenios atrás.

(15) En los últimos veinticinco años (1995-2019) los daños por inundaciones se sitúan por encima de los 15.000 millones de euros en España, y el goteo de víctimas supera la media de 15 muertos al año, con víctimas que se han concentrado en fenómenos singulares (Biescas, Tous,...).

(16) <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/climate-risk-and-response-physical-hazards-and-socioeconomic-impacts>.





(17) <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>.

(18) No solo reiteró su escepticismo sobre el efecto de la actividad humana sobre el calentamiento global, sino que ridiculizó a los “eternos catastrofistas y sus predicciones de apocalipsis”, según él ya equivocadas en los “peligros de superpoblación del planeta en los años setenta (Informe “Los límites del crecimiento”, del Club de Roma, 1972, cuya aproximación a la dinámica actual está más cerca de la realidad de lo que les gustaría a los asesores del Presidente), o el “peak oil” de los noventa (en este caso menos relevante a los efectos de la dinámica actual y futura), para concluir que “nunca dejaremos a los socialistas radicales destruir nuestra economía”.

(19) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/19ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>

(20) https://C:/Users/aserrano/Downloads/Commission_Communication_on_the_European_Green_Deal_Investment_Plan_EN.pdf

(21) El Mecanismo de Transición Justa define tres fuentes de financiación: el Fondo de Transición Justa, el Régimen de transición específico con cargo a InvestEU y el mecanismo de préstamos al sector público del Banco Europeo de Inversiones respaldado por el presupuesto de la UE.

(22) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_50

(23) La limitación de los presupuestos europeos a un máximo del 1 %, como pretenden varios países, tras la salida del Reino Unido, frente al 1,16 % actual (sin Reino Unido) impediría, de hecho, la creación de este Fondo si no es a costa de Fondos estructurales. La Comisión pretendía que la cifra final fuera del 1,11 % del PIB soportando la tercera parte del recorte los fondos estructurales (con grave perjuicio para España, que es uno de los principales beneficiarios de dichos Fondos) y se beneficia en poca medida del nuevo Fondo que incide, sobre todo, sobre Polonia y Alemania, por ser los más retrasados en la descarbonización energética (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/QANDA_20_66)

(24) El Parlamento reclama que se fije el objetivo de reducir las emisiones de CO₂equiv para 2030 en un 55 %, y no en “al menos el 50 % y hacia el 55 %”, como señala el documento de la Comisión, y que las Directivas futuras que han de fijar los objetivos en materia de eficiencia energética y energía renova-

bles, incluidas metas vinculantes para cada Estado miembro, deben ser más exigentes y enviadas al mismo antes de junio de 2021.

(25) https://www.miteco.gob.es/es/prensa/declaracionemergenciaticlimatica_tcm30-506551.pdf

(26) La Declaración del Parlamento Europeo fue aprobada con 429 votos a favor (parte de los populares, incluidos los españoles, liberales, socialistas, verdes e izquierda) y 225 en contra (parte de los populares, excluidos los españoles, que votaron a favor, ultraconservadores y extrema derecha) y 19 abstenciones.

(27) El segundo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, a presentar en los primeros 100 días de gobierno, incluyendo el sistema nacional de observación del clima y la elaboración de un menú de indicadores de impacto; la nueva versión del Plan Nacional Integrado de Clima y Energía (PNIEC) ya integrado con las líneas de acción de la Declaración, solventando algunos de los problemas que tenía su primera propuesta; el Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad, antes de que acabe el año; el Plan Nacional de Acción de Finanzas Sostenibles y el Plan Nacional de Salud y Medio Ambiente.

(28) La Ley de Cambio Climático y Transición Energética, a presentar en los primeros 100 días de gobierno; Ley de Residuos que aborde el problema de los plásticos de un solo uso; la Ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte Público

(29) La Estrategia de Descarbonización hasta el año 2050, a presentar en los primeros 100 días de gobierno, que asegure el objetivo de neutralidad climática a más tardar en el año 2050; la Estrategia de Lucha Contra la Desertificación; la Estrategia Nacional Forestal; la Estrategia de Economía Circular; la Estrategia frente al Reto Demográfico para facilitar la coordinación entre Administraciones, que se presentará en la Conferencia de Presidentes del 2020; la Estrategia de Turismo Sostenible de España 2030 para aumentar la resiliencia del sector a los efectos del cambio climático.

(30) En la propuesta actual, a España le corresponderían 307 millones de los 7.500 millones que la Comisión Europea pretende destinar al Fondo para la Transición Justa, que, según la Comisión, movilizaría otros 1.397 millones procedentes de los fondos estructurales, y potenciaría una incorporación de capital privado de más de 2.700 millones, con un impacto económico total del orden de 4.500 millones de euros.





VIII
**Congreso Nacional
de Ingeniería Civil**

El liderazgo de los
ingenieros de Caminos
Madrid - 17 y 18 de febrero de 2020



Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

www.ciccp.es



Somos los caminos que elegimos

Nadie llega a ser lo que es sin tomar decisiones. Y una decisión es, a fin de cuentas, como un camino.

Nosotros hemos elegido el de la transparencia y el compromiso para llegar donde más queríamos estar: a tu lado.

bancocaminos.es



**Banco
Caminos**
BANCO PRIVADO

