



EL LITORAL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL, TERRITORIO DE RIESGO AUMENTO DE LA VULNERABILIDAD Y LA EXPOSICIÓN A LA PELIGROSIDAD NATURAL

Jorge Olcina Cantos

Catedrático de Análisis Geográfico Regional (Universidad de Alicante)

Resumen

El litoral mediterráneo español es un territorio de riesgo, debido a la confluencia de peligrosidad natural elevada y fuerte ocupación del espacio geográfico con actividades económicas de alto valor comercial y núcleos urbanos. El aprovechamiento de los recursos naturales que ha favorecido su desarrollo socioeconómico durante las últimas décadas, ha traído, asimismo, como consecuencia un aumento de la vulnerabilidad y la exposición a los peligros de la naturaleza, especialmente a los de causa atmosférica (inundaciones, sequías, temporales). De manera que, en la actualidad, más de dos millones de personas viven, en esta región, en áreas con riesgo de inundación. El proceso de calentamiento climático actual está ocasionando cambios en los elementos climáticos, lo que puede poner en riesgo el desarrollo de esta región española. Y obliga a tomar medidas para conseguir una adaptación a dichos cambios. Esto va a afectar a la planificación agraria, hidráulica, turística y a la propia gestión territorial en las áreas urbanas. Temperaturas menos confortables, especialmente en los meses de verano y precipitaciones menos abundantes y con un grado mayor de intensidad horaria son los efectos, ya registrados, del calentamiento atmosférico terrestre en esta región española. Y los modelos de cambio climático para las próximas décadas indican que estas alteraciones pueden incrementar su frecuencia de desarrollo e intensidad. El litoral mediterráneo ha sido siempre espacio de contrastes en su medio físico; ha vivido a golpe de extremos, y a ello han tenido que adaptar sus pobladores su ritmo vital y actividades económicas. La cuestión es preparar el territorio y su población a un escenario de mayor vulnerabilidad e incertidumbre. Este es el reto de la acción política y del comportamiento de las sociedades en esta región geográfica de nuestro país para los próximos años.

Abstract

The Spanish Mediterranean coast is a territory at risk, owing to the confluence of high natural hazards and intense occupation of the geographical space by high-value economic activities and urban centres. The exploitation of natural resources that has driven the region's social and economic development in recent decades has brought with it an increased vulnerability and exposure to the hazards of nature, especially those caused by the weather (floods, droughts, storms). As a result, more than two million people in the Mediterranean now live in flood risk areas. The current climate warming process is leading to changes in climate features that may jeopardise the development of the Spanish Mediterranean coast. Steps must be taken to adapt to those changes. This will affect agricultural, water supply and tourism planning and land use management in urban areas. The effects of global warming on Spain's Mediterranean coast are already apparent in the form of less comfortable temperatures, especially in the summer months, and lower but more concentrated rainfall. Moreover, climate change models for the next few decades indicate that the changes may become more frequent and more intense. The Mediterranean coast has always been a region of contrasts in its physical environment. Its inhabitants have had to cope with extremes and adapt their lifestyle and economy accordingly. The task today is to prepare the territory and its population for a scenario of increased vulnerability and uncertainty. That is the challenge for policy and practice in the societies of Spain's Mediterranean region for the years ahead.

«Pero cuando los dioses purifican la tierra inundándola con agua, se salvan los que viven en los montes, mientras que los que viven en vuestras ciudades son llevados por los ríos hasta el mar».

Platón (*Timeo*)

1. Litoral mediterráneo español: territorio de excelencia natural, no sin sobresaltos

Desde época histórica ha habido una constante adaptación del ser humano a las condiciones del medio físico en las tierras del Mediterráneo, que a veces ha sido diálogo fluido, sosegado, y otra dialéctica feroz. Lo paradójico es que cuando se habla de 'lo mediterráneo' desde el punto de vista del medio físico, suele asimilarse con rasgos de tranquilidad, placidez, sosiego y luz; es la impresión que invade el relato de Kapuscinski cuando describe Argel en sus *Viajes con Heródoto*: «Nunca había estado en un lugar donde la naturaleza se mostrase más amable y benévola con el ser humano. Había en él de todo y a un tiempo: el sol, el frescor del viento, la transparencia del aire y el plateado brillo del mar».

Pero las tierras del Mediterráneo conocen también una cara poco amable en el comportamiento de los elementos del medio natural: el desarrollo de episodios naturales de rango extremo que ocasionan daños y, en numerosas ocasiones, víctimas. Lo explica bien F. Braudel en sus *Memorias del Mediterráneo*: «Tendemos demasiado a creer en la suavidad, la facilidad espontánea de la vida mediterránea. Es dejarse engañar por el encanto del paisaje. La tierra cultivable es escasa, las montañas áridas o poco fértiles son omnipresentes; el agua de las lluvias está mal repartida: abunda cuando la vegetación descansa en invierno, desaparece cuando más la necesitan las plantas nacientes...». Y añade acertadamente: «El motor climático del Mediterráneo se puede averiar, la lluvia puede llegar demasiado abundante o insuficiente, los vientos caprichosos pueden traer, en un momento inoportuno, la sequía o el exceso de agua o las heladas primaverales...».

El litoral mediterráneo es, pues, tierra de contrastes, de adaptación y lucha frente a un medio físico que ofrece recursos, pero también sinsabores. Esta cara menos amable es la que apenas aparece cuando se describen los rasgos geográficos significativos de las tierras del Mediterráneo, pero es, sin duda, uno de los elementos que le otorgan personalidad territorial y que ha ido adquiriendo un protagonismo destacado desde los años cincuenta del pasado siglo hasta la actualidad.

Un espacio geográfico define su función, su personalidad, a partir de unos factores que favorecen el desarrollo de actividades económicas. La existencia de dinamismo social, de capacidad emprendedora, las posibilidades de acceso a los recursos naturales, el desarrollo de redes de transporte y comunicación rápidas, la consolidación de mecanismos de financiación o la puesta en marcha de políticas públicas son básicas para entender el mayor o menor éxito de las iniciativas de desarrollo económico. Todos estos aspectos integran el conjunto de factores endógenos y exógenos que, desde el siglo XIX, han permitido la consolidación de las diversas formas de organización económica del litoral mediterráneo español, con sus evidentes efectos socio-territoriales. Y junto a ellos, la existencia de un medio natural con rasgos favorecedores de las actividades puestas en marcha por las sociedades que en él se desarrollan, son una pieza básica, especialmente en aquellos sectores que dependen ampliamente de estos elementos del medio físico.

El litoral mediterráneo español dispone de unas excelencias en sus condiciones climáticas muy idóneas para la implantación de actividades agrarias y de ocio y recreación que son la base importante de su desarrollo económico (Tabla 1); lo que explica, en definitiva, la acumulación de población en esta parte de la península ibérica. Temperaturas agradables a lo largo del año, importante número de horas de sol, abundancia de días despejados, soplo de vientos locales (brisas) que atemperan los rigores térmicos del verano, precipitaciones no muy abundantes pero suficientes para el desarrollo de las actividades económicas implantadas y el abastecimiento de las ciudades. A las condiciones climáticas mediterráneas, generalmente bonancibles, se suma el predominio de aguas cálidas en la orilla del Mediterráneo durante el semestre estival, especialmente en su segunda mitad, cuando son muy propicias para el turismo de sol y playa (26 °C por término medio), manteniéndose aún en unos 21 °C durante el otoño.

Tabla 1. Litoral mediterráneo español. Recursos y riesgos

Aspectos	Recursos	Efectos de riesgo
Geológicos y geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de paisajes y tipos de costa • Proximidad de relieves al mar • Relieves de formación joven (recursos minerales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de sismicidad activa • Territorio activador de fenómenos de deslizamiento y erosión • Potenciador de fenómenos convectivos (efectos de disparo orográfico) • Concentración de la población en una franja estrecha de territorio (línea costera)
Oceanográfico	<ul style="list-style-type: none"> • Mar cálido • Mar, generalmente, con oleajes moderados 	<ul style="list-style-type: none"> • Activador de procesos meteorológicos autónomos (ciclogénesis) • Alto grado de transferencia de calor. Formación de nubosidad convectiva
Climático	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de tiempos atmosféricos estables (sol, buenas temperaturas) • Proximidad a la dinámica atmosférica del norte de África (sahariana) • Situación a sotavento de los flujos atlánticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Catálogo variado de tipos de tiempo y de situaciones atmosféricas excepcionales • Importancia creciente de la masa sahariana (episodios de lluvia intensa) • Escasa precipitación salvo en zonas de montaña
Social-económico	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio de desarrollo económico (agrario, industrial y turístico) • Territorio de atracción demográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la exposición y vulnerabilidad ante los peligros naturales (principalmente inundaciones, sequías y sismicidad)

El clima es, pues, un elemento básico para entender la evolución del litoral mediterráneo español a lo largo de la historia. Y especialmente a partir de mediados del siglo pasado ha sido la base para la consolidación de una economía dinámica basada en actividades dependientes de las condiciones atmosféricas en gran medida (agricultura de mercado y turismo). Sin embargo, las manifestaciones cada vez más evidentes del proceso de calentamiento térmico planetario han impulsado estudios sobre sus efectos en el litoral mediterráneo español.

2. Aumento de la vulnerabilidad y la exposición a los peligros naturales en el litoral mediterráneo

El litoral mediterráneo español es una región-riesgo en el contexto europeo; esto es, un espacio geográfico caracterizado por el desarrollo potencial –y real– de eventos naturales de rango extremo con incidencia sobre las poblaciones, los asentamientos y las actividades allí instaladas hasta el punto de supeditar, de forma coyuntural o estructural, el desarrollo de una vida normal en estas sociedades. Así quedó demostrado en el informe sobre peligrosidad natural y tecnológica en Europa (ESPON, 2008), que ha confirmado en el *Atlas of the Human Planet* (JRC, 2017). España ocupa el quinto lugar de Europa por volumen de población expuesta a las inundaciones (2,3 millones), siendo las áreas litorales, especialmente de la costa mediterránea, las que concentran un nivel de riesgo mayor ante este peligro natural. Solo en el período 1975-2015 la población expuesta a las inundaciones en España se habría incrementado un 24 %, la gran mayoría de ella en su costa mediterránea (JRC, 2017: 53). Los perjuicios económicos ocasionados por acontecimientos atmosféricos extraordinarios representan pérdidas económicas entre el 0,2 y 1 % del PIB, según años, y el número de víctimas causadas por los peligros de la naturaleza sigue siendo aún elevado en relación con el nivel de desarrollo económico de nuestro país.

El abanico de peligros naturales que pueden afectar al litoral mediterráneo español es amplio (atmosféricos, geológicos y geomorfológicos, hidrológicos, biogeográficos). Entre ellos, los episodios de inundación originados fundamentalmente por lluvias intensas, las sequías, los terremotos y los temporales de viento son los que originan mayores pérdidas económicas, efectos ambientales y pérdida de vidas humanas. Y junto a ellos, deslizamientos, olas de calor y frío, granizadas con repercusión en la actividad agraria y tornados completan la relación de peligrosidad natural que se da en este espacio regional (Tabla 2).

Tabla 2. Cambios en el protagonismo socio-territorial de los peligros climáticos en el litoral mediterráneo español

Peligros atmosféricos que mantienen su protagonismo	Peligros atmosféricos con protagonismo en alza
<ul style="list-style-type: none"> • Lluvias intensas o torrenciales que generan inundaciones • Secuencias de sequía • Granizadas • Heladas • Incendios forestales (riesgo mixto) • Temporales de mar con oleaje fuerte 	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes de calor y ‘noches tropicales’ (pérdida de <i>comfort</i> climático) • Trombas marinas y tornados • Tormentas intensas (50-100 mm en 1 hora) • Tormentas con aparato eléctrico • Borrascas ‘explosivas’

De todos ellos, las inundaciones son los episodios que con mayor frecuencia ocasionan daños económicos y pérdida de vidas humanas, aún en la actualidad. En nuestro país, la peligrosidad ante las inundaciones ha pasado de ser una cuestión de llanuras de inundación de grandes colectores fluviales, a convertirse en un problema en cuencas pequeñas con un grado elevado de ocupación humana en sus tramos medios y finales. Son en estas áreas, donde se producen los daños por episodios de lluvia torrencial y crecida de cursos fluviales menores. Ello es debido a la acumulación de población y actividades en el medio urbano y a la deficiente planificación urbana que no ha tenido en cuenta, como norma común, el problema de las inundaciones y sus efectos territoriales en los procesos de asignación de usos en el suelo.

La responsabilidad de los daños originados por estos episodios naturales extraordinarios y, especialmente, por las inundaciones es básicamente antrópica. Corresponde al ser humano conocer bien los territorios donde va a implantar usos y actividades, y ello supone la obligación de análisis detallados del riesgo de inundaciones existente en ellos. Si no se hace, por desconocimiento o acción premeditada, los efectos ocasionados por un episodio natural de rango extraordinario no pueden ser imputables a la naturaleza, como ha sido habitual en España durante décadas. La imprevisibilidad de los peligros naturales, salvo en el caso de los terremotos, es un sofisma que atenta contra la seguridad de las personas. Además, ante un escenario de clima cambiante y con un posible incremento en el desarrollo de eventos atmosféricos extremos, la reducción del riesgo frente a los riesgos climáticos, debe pasar por aplicación de medidas de reducción de la exposición y de la vulnerabilidad.

Para reducir el riesgo en los territorios se han desarrollado, en nuestro país, políticas y medidas diversas. Básicamente, se han desarrollado medidas ‘estructurales’, es decir, obras de infraestructuras para aminorar la peligrosidad natural (p. ej.: presas y encauzamientos de ríos, trasvases, sellado de laderas, diques y escolleras en la costa). Se trata de obras que, necesarias en un primer momento, han mostrado en ocasiones escasa eficacia debido al error en los cálculos utilizados para calibrar el carácter extremo de los elementos del medio natural. De manera que han generado sensaciones de seguridad falsa en las poblaciones próximas, que se vuelven en contra cuando tiene lugar un evento de rango extraordinario.

Desde el desastre de Biescas, ocurrido en agosto de 1996, y los efectos políticos derivados del mismo, parece existir en nuestro país un consenso generalizado en que la planificación del territorio es la medida preventiva más sostenible, adaptativa y económicamente rentable para alcanzar una mitigación de las pérdidas causadas por inundaciones. Sin embargo, no es del todo infalible debido a la lentitud en la toma de medidas que conllevan los procesos administrativos inherentes a los procesos de planificación territorial o incluso el incumplimiento de los preceptos legales que regulan la planificación territorial y el tratamiento del riesgo en la misma. Recordemos que desde 2008, existe obligación legal (Ley del Suelo, actualizada en 2015) de incorporar cartografía de riesgo en los procesos de planificación urbana.

3. Un nuevo escenario: el calentamiento climático. Incremento de las lluvias intensas

El calentamiento climático manifiesta ya, sin embargo, algunos efectos en los elementos del clima del litoral mediterráneo español. En general, España es un territorio especialmente expuesto a las posibles alteraciones climáticas debido a su misma posición geográfica en el sector meridional de las latitudes medias del hemisferio norte y en la cuenca mediterránea. Especialmente vulnerable es el litoral mediterráneo, donde se concentran población y actividades económicas de alto valor económico que pueden verse afectadas de forma notable por los efectos del cambio climático. Hay cinco procesos atmosféricos que se manifiestan ya en los rasgos del clima mediterráneo y que tienen implicaciones directas en el territorio y efectos socioeconómicos:

- Aumento de los extremos atmosféricos (mayor peligrosidad climática).
- Reducción general de precipitaciones y, por tanto, de volúmenes de agua disponible.
- Aumento en la irregularidad y la intensidad horaria de las precipitaciones.
- Incremento de las temperaturas medias (0,8 °C en el último siglo).
- Aumento de noches tropicales, que se han triplicado, por término medio, en todo el litoral mediterráneo, desde 1980 a la actualidad.

En relación con el problema de las inundaciones, al incremento en la vulnerabilidad y la exposición al riesgo ocurrido en los últimos cincuenta años en el litoral mediterráneo, se unen los efectos previstos por los modelos climáticos en las precipitaciones de este ámbito regional.

Aunque en realidad estos cambios en la ‘forma de llover’ del litoral mediterráneo español, ya están notándose. Diversos estudios (CEDEX, 2012; Marcos García y Pulido Velázquez, 2017; Serrano Notivoli, 2017) han señalado, en los últimos años, el desarrollo de cambios en las precipitaciones ocurridas en el conjunto de la península ibérica que, por lo común, muestran tendencias de descenso en las lluvias, si bien no uniforme y de igual reparto en todo el territorio español, así como un incremento en las intensidades de precipitación que resulta notorio en el litoral mediterráneo.

La irregularidad interanual e intraanual de las lluvias es un rasgo propio de la precipitación mediterránea. Y junto a ello la concentración de las mismas en corto espacio de tiempo. Este es un aspecto destacado a efectos de planificación territorial, y especialmente, de las infraestructuras de evacuación de aguas necesarias en entornos urbanos, a efectos de reducir el riesgo de inundaciones. Junto a los climas del ámbito tropical, debido a la génesis de ciclones tropicales o de lluvias de tipo monzónico, el litoral mediterráneo español es una de las más destacadas del mundo en el registro de intensidades diarias y horarias de las precipitaciones.

Los episodios de inundación significativos, con pérdidas económicas importantes y víctimas humanas, ocurridos desde 1950 han tenido como causa el desarrollo de jornadas de precipitaciones torrenciales, con registro de valores muy elevados de precipitación, generalmente por encima de 200 mm. en 24 h. Los registros oficiales de lluvia en 24 horas en el territorio del litoral mediterráneo español ofrecen valores record por encima de 300 y 400 mm. Pero hay localidades que han superado ampliamente este dato, duplicando o triplicando ese volumen de precipitación diaria acumulada. Todos ellos han ocurrido en condiciones de tiempo atmosférico muy inestables (aire frío en capas altas –vaguadas, gotas frías–). La relación de valores extremos de lluvia por encima de 400 mm/24 h en un día comprende (Tabla 3).

Tabla 3. Valores extremos de lluvia por encima de 400 mm/24 h en el litoral mediterráneo español

Fecha	Localidad	Precipitación en 24 h. (mm)
20 de octubre de 1982	Casas del Barón (Valencia)	1.121*
2 de octubre de 1957	Javea (Alicante)	871**
3 de noviembre de 1987	Oliva (Valencia)	817
4 de noviembre de 1987	Pobla del Duc (Valencia)	790
3 de noviembre de 1987	Gandía (Valencia)	720
20 de octubre de 1982	Bicorp (Valencia)	632
19 de octubre de 1973	Albuñol (Granada) y Zurgena (Almería)	600
22 de octubre de 1959	Escorca, Son Torrella (Mallorca)	536
11 de septiembre de 1998	Tavernes de Valldigna (Valencia)	520
4 de noviembre de 1987	Sucamarcer (Valencia)	520
11 de septiembre de 1996	Benifairó de Valldigna (Valencia)	500
29 de septiembre de 1940	Escorca, Gorg Blau (Mallorca)	460
10 de octubre de 1994	Alforja (Tarragona)	450
14 de octubre de 1986	Cadaqués (Girona)	430
20 de octubre de 1982	Cofrentes y Jalance (Valencia)	426
3 de noviembre de 1987	Denia (Alicante)	425
12 de octubre de 2007	Alcalalí (Alicante)	416
7 de mayo de 1982	Vall de Gallinera (Alicante)	412
6 de noviembre de 1983	Alginet (Valencia)	410
1 de octubre de 1957	Cabo de San Antonio (Alicante)	409

* *Estimado.* ** *No reconocido.*

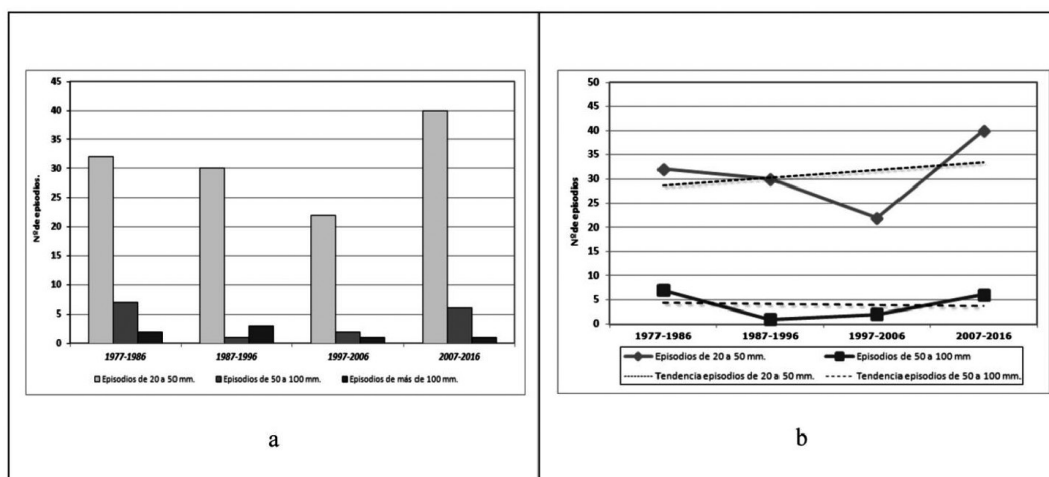
Fuente: AEMET, Gil Olcina y Olcina Cantos (2017). Elaboración propia.

Serrano Notivoli (2017) en su estudio sobre las precipitaciones en España ha señalado una tendencia negativa significativa en el análisis de la precipitación máxima anual en un día en toda la península ibérica, para el período 1950-2012. Esto quiere decir que se acumula menos cantidad de precipitación total en los eventos más extremos. Sin embargo, encuentra tendencia positiva en la contribución de la precipitación intensa a los totales anuales acumulados, lo que viene a señalar que los episodios de lluvia intensa son más frecuentes, aunque la cuantía acumulada en ellos sea menor, aunque en algunas zonas del Mediterráneo no se aprecian cambios significativos o incluso se produce una tendencia al alza de las precipitaciones totales anuales.

En el estudio sobre extremos de lluvia en España, para el período 1805-2014, elaborado por González y Bech (2017) se muestra cómo los valores más elevados de precipitación en corto intervalo de tiempo –entre 10 y 60 minutos– se han registrado en las últimas dos décadas, mientras que los datos record de lluvia torrencial (por encima de 300 mm) anotados en algún observatorio de la red nacional de AEMET son anteriores a 1990. Es decir, no se ha batido en los últimos veinte años ningún récord de cuantía máxima absoluta, pero sí se han hecho más frecuentes los datos de intensidad en corto intervalo de tiempo.

En las últimas décadas se comprueba un cambio en la forma de llover en el litoral mediterráneo español, aunque como hemos visto, existen diferencias entre unas zonas y otras, lo que pone de manifiesto la gran variabilidad e irregularidad de la pluviometría en el Mediterráneo. Esto es notable con los eventos de precipitación comprendida entre 20 y 50 mm que descargan en menos de 1 hora. Esto es especialmente notable en el sector central del litoral mediterráneo español (Comunidad Valenciana y Baleares) (Gráfico 1).

Gráfico 1. Evolución y tendencia de los episodios de precipitaciones de alta intensidad horaria en Alicante (1977-2016)



Fuente: AEMET. Elaboración propia.

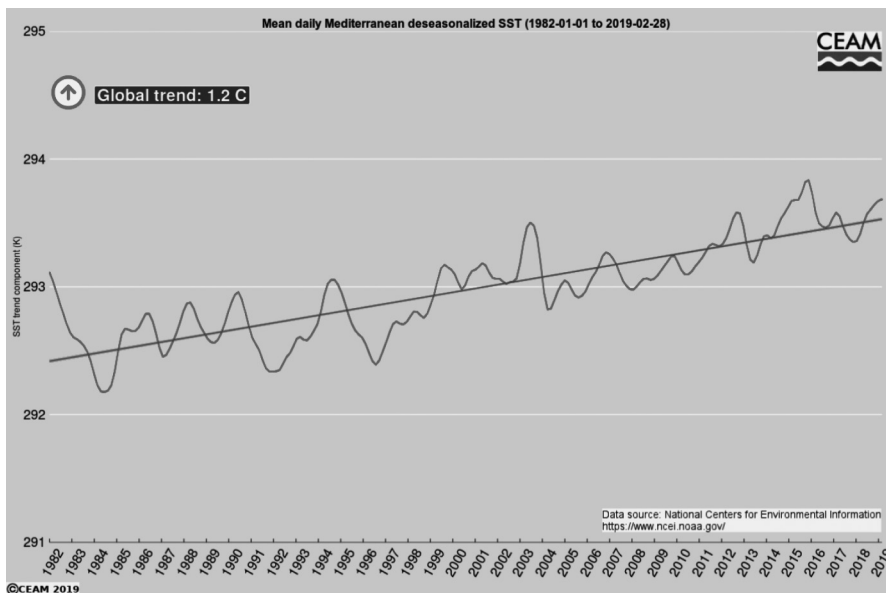
Hay un aspecto destacado que, sin duda, está en el origen del aumento de episodios de lluvia de alta intensidad horaria y de pequeña cuantía en el sector central del litoral mediterráneo español y es el aumento de la temperatura del agua del mar Mediterráneo que se experimenta en los últimos años. El sector central de litoral mediterráneo español (mar Balear) ha experimentado un aumento de temperatura y una permanencia mayor en el tiempo de las mismas ($t_{sm} < 25$ °C) entre junio y septiembre. Para el conjunto de la cuenca del Mediterráneo, se ha estimado un incremento absoluto de 0,22 °C por década, desde 1973 a 2008 (Skliris *et al.* 2012). Shaltout y Omstedt (2014) han señalado que el sector marítimo del mar Balear es el que ha experimentado un aumento de temperatura más acusado en la cuenca occidental del Mediterráneo, entre 1982 y 2012, con una tendencia de aumento de 0,033 °C/año. Miro Pérez (2014) a partir del uso de datos de satélite pertenecientes a la base de datos de la NOAA/NASA *AVHRR Oceans Pathfinder*, ha calculado el incremento térmico en las aguas del litoral próximo a la Comunidad Valenciana, para el período 1985-2007, estimando una pendiente anual por década de 0,26 °C de incremento (*vid.* tabla adjunta). Lo más significativo es que la responsabilidad del calentamiento recae especialmente en los meses de primavera e inicio del verano (abril a junio) y, en menor medida, en octubre. Este calentamiento propicia el desarrollo de fenómenos termoconvectivos, con formación de nubes de desarrollo vertical que está en el origen de las tormentas intensas generadas con una frecuencia mayor en el sector central del litoral mediterráneo español en los últimos años.

Este incremento se sitúa en 1,2 °C desde 1980 a la actualidad (Gráfico 2). El mar Mediterráneo, en estos sectores, está más cálido que hace tres o cuatro décadas, en un proceso de acumulación de calor, especialmente a partir de finales de primavera (mayo-junio) y prolongándose en verano hasta bien entrado el otoño (octubre y comienzos de noviembre). Resulta muy destacable que desde el año 2000 se han observado picos de hasta 30 °C durante el verano en las aguas próximas a Baleares y Argelia, un valor más propio de mares tropicales. En definitiva, el período anual en que hay aguas cálidas frente a las costas del Mediterráneo español es mucho mayor que hace unas décadas y además, estas aguas están más calientes.

Se trata de un aspecto –incremento de la intensidad de las precipitaciones (horaria)– que deben conocerse a efectos de calibrar la capacidad de evacuación de las redes de drenaje urbana en las ciudades del litoral mediterráneo y, aunque resultan realmente elevados y suponen un indudable encarecimiento de las obras de avenamiento urbano, son valores de salvaguarda de la vida humana y de evitación de elevadas pérdidas económicas para estos espacios urbanos.

Además, debe tenerse en cuenta que este aspecto del incremento de la intensidad horaria de las precipitaciones, si se confirman los modelos de cambio climático, será un rasgo destacado de las precipitaciones en esta parte de España en las próximas décadas. Las predicciones climáticas de los últimos informes del IPCC (2013-14) señalan que los extremos pluviométricos (sequías e inundaciones) del Mediterráneo tenderán a ser más pronunciados y severos.

Gráfico 2. Incremento de la temperatura superficial marina del Mediterráneo occidental (1982-2018)



Fuente: CEAM.

4. Retos de futuro en la gestión de los recursos del clima y del agua en el litoral mediterráneo español

El proceso de calentamiento climático va a condicionar la evolución de los recursos del clima y el agua en el litoral mediterráneo español. Ello implica la necesidad de adoptar medidas para aminorar los efectos socioeconómicos y territoriales de los mismos. En suma, se trata de planificar el aprovechamiento futuro de los recursos del clima y del agua para poder mantener un nivel de desarrollo en este espacio regional, que apueste por la sostenibilidad como principio rector de actuaciones a llevar a cabo en las próximas décadas.

Los principales retos que debe abordar la planificación de estos dos elementos del medio natural en diferentes sectores económicos y ámbitos territoriales serán los siguientes:

a) Agricultura

La agricultura mediterránea debe apostar por producciones de calidad que hagan un uso prudente del agua. Debe señalarse que la agricultura de secano, sin garantías de riego auxiliar, puede verse seriamente afectada si se producen sequías intensas de forma más frecuente como señalan los modelos de cambio climático en la región

mediterránea. Asimismo, algunas producciones verán modificado su calendario de cultivo y tendrán que modificar algunas prácticas de laboreo. Por su parte, el regadío deberá adaptar sus producciones a los recursos de agua existentes. Se experimentará un incremento en los costes de producción porque la proporción de áreas regadas con recursos no convencionales será mayor. Por su parte, se podrán introducir nuevas variedades de cultivo (frutales) adaptadas a las nuevas condiciones de temperatura. La agricultura de regadío bajo plástico reduciría sus costes de producción por la menor necesidad de aporte de calor al reducirse las horas-frío al año.

b) *Turismo*

Para la actividad turística, una pieza esencial de la economía de las regiones del litoral mediterráneo español, el cambio climático va a suponer alteraciones en el confort climático, especialmente en los meses centrales del verano, además de la necesidad de tener garantizado el suministro de agua, en cantidad y calidad, ante las perspectivas de alteración del régimen de precipitaciones señalado. El sector turístico debe prepararse para la posibilidad cierta de prolongación del calendario de ‘temporada alta’ (centrada en la actualidad en el aprovechamiento masivo de los meses de julio y agosto), hacia junio (inicio) y septiembre-comienzos de octubre (final) que serán meses muy aptos para las estancias turísticas en este espacio geográfico. El sector debe abordar la necesidad de acondicionamiento climático de los establecimientos turísticos, de las viviendas residenciales y de las tramas urbanas a una situación más habitual de altas temperaturas y elevada humedad, diurna y nocturna, a los efectos de compensar el disconfort térmico que se estima creciente en los espacios costeros, especialmente a partir de mediados del siglo actual (Olcina y Miró, 2017).

c) *Agua*

La apuesta por la gestión de la demanda en la planificación de los recursos hídricos en el litoral mediterráneo español es un proceso irrenunciable y sin vuelta atrás. La superación del paradigma tradicional, basado en la continua oferta de recursos no tiene cabida en un escenario de cambio climático con menores precipitaciones y descenso de recursos hídricos superficiales. La utilización creciente de recursos de agua ‘no convencionales’ se presenta como una necesidad para las próximas décadas en el litoral mediterráneo español, dentro del paradigma de la gestión de la demanda y el uso sostenible del agua. Será necesario llevar a cabo una mejora de instalaciones de depuración de agua residual para obtener agua adecuada a los requerimientos de calidad de los cultivos (sistemas terciarios y con tratamiento de desalación), así como la construcción y mejora de infraestructuras que permitan el aprovechamiento de los caudales actuales. Una línea de actuación relevante es la relativa a la percepción de estos caudales por parte de los usuarios. El rechazo a su uso por parte de potenciales usuarios puede condicionar notablemente su potencial uso futuro. En colaboración

con la administración estatal, deberán realizarse estudios para la implantación de nuevas desaladoras estratégicas para uso urbano y agrario. Ello comportará la búsqueda de ayudas europeas orientadas a la reducción de costes del agua desalada, que debe ser considerada un recurso necesario en las áreas del litoral mediterráneo español con mayor escasez de recursos hídricos (Alicante, Murcia y Almería). Deberán, asimismo, fomentarse las acciones de cooperación entre áreas urbanas y rurales para cesión de aguas entre ambas.

d) Planificación sostenible de los territorios

La gestión del clima y del agua en un escenario de calentamiento térmico planetario plantea un reto importante para la planificación territorial y urbana. Además de la necesidad de apostar por territorios y ciudades de ‘emisión cero’ y con una economía descarbonizada, los territorios deben apostar por una planificación sostenible en los usos del suelo a implantar. El manejo de la herramienta de la ‘infraestructura verde’ debe asumirse como una práctica habitual en la planificación de los territorios. La aprobación de ordenanzas municipales de adaptación al cambio climático, la planificación urbana adaptada a las nuevas condiciones climáticas (zonas verdes, transporte sostenible). Las ciudades, en colaboración con los agentes privados del sector deberán tener bien diseñados los sistemas de abastecimiento de agua para minimizar la disminución de volúmenes de agua superficial disponible prevista. Por último, deberán elaborarse protocolos específicos de protección civil y sanidad pública, puesto que se van a alterar los calendarios de riesgo frente a determinados peligros de causa climática (tormentas y lluvias intensas por la presencia de aguas cálidas en el Mediterráneo occidental durante un período del año mayor), así como la frecuencia e intensidad de aparición de extremos atmosféricos (olas de calor y sus efectos en grupos de riesgo). En esta cuestión será necesario mejorar los sistemas de drenaje de precipitaciones intensas en las ciudades del litoral mediterráneo en aras a la reducción de sectores de riesgo de anegamiento e inundación y a su vez disponer de caudales que, convenientemente depurados, se inserten en los ciclos hidrosociales de las ciudades.

El litoral mediterráneo español es un territorio de riesgo frente al cambio climático, sus efectos ambientales y sus riesgos asociados (incentivación de fenómenos atmosféricos de rango extremo, disminución de precipitaciones y de recursos de agua superficiales). Las próximas décadas van a ser decisiva para confirmar las actuales hipótesis de trabajo del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático y mejorar, aún más, la modelización climática para alcanzar escalas de detalle. La necesidad de mantener la investigación climática con el fin de ir confirmando todos los extremos de la hipótesis principal de trabajo (efecto invernadero de origen antrópico) no debe significar inacción de las administraciones públicas o de los agentes privados en las medidas de mitigación y adaptación que deben aplicarse en los territorios. Al contrario, los próximos años son básicos para el diseño de políticas ante el cambio climático

y la planificación sostenible de los recursos de agua en este territorio español que permitan adelantarse a los acontecimientos que pueden desarrollarse.

Referencias bibliográficas

- AEMET (2015): *Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat.
- BURRIEL, E. (2008): «La ‘década prodigiosa’ del urbanismo español (1997-2006)»; *Scripta Nova* XII, 270(64). Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-270/sn-270-64.htm>.
- CEDEX (2017): *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Madrid. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y Ministerio de Fomento; pp. 346.
- DE LUIS, M.; BRUNETTI, M.; GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; LONGARES, L. A. y MARTÍN-VIDE, J. (2010): «Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946-2005»; *Global and Planetary Change* 74(1); pp. 27-33.
- DEL MORAL, L.; HERNÁNDEZ-MORA, N.; DE STEFANO, L.; PANEQUE, P.; VARGAS, J.; BRUFAO, P.; OLCINA, J. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. (2017): «Acercas del Real Decreto Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio»; *Notas para el debate*. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- GARCÍA ACOSTA, X. (2013): «Urbanització difusa i consum d'aigua per a usos domèstics. Una exploració de relacions»; *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 59(2); pp. 347-362.
- GIL, A.; HERNÁNDEZ, M.; MOROTE, A. F.; RICO, A. M.; SAURÍ, D. y MARCH CORBELLA, H. (2015): *Tendencias del consumo de agua potable en la Ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona, 2007-2013*. Alicante. Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante SA y la Universidad de Alicante.
- GONZÁLEZ HERRERO, S. y BECH, J. (2017): «Extreme point rainfall temporal scaling: a long term (1805-2014) regional and seasonal analysis in Spain: extreme point rainfall temporal scaling in Spain»; *International Journal of Climatology* 37(15).
- HERNÁNDEZ, M.; SAURÍ, D. y MOLTÓ, E. (2016): «Las aguas pluviales y de tormenta: del abandono de un recurso hídrico con finalidad agrícola a su implantación como recurso no convencional en ámbitos urbanos»; en VERA, F.; OLCINA J. y HERNÁNDEZ, M., eds.: *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales Gil*. Alicante. Publicaciones de la Universidad de Alicante; pp. 1099-1120.

- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2014): *Climate Change 2013 and Climate Change 2014* (3 vols.). Disponible en: <http://www.ipcc.ch/>.
- LOIS, R. C.; PIÑEIRA, M. J. y VIVES, S. (2016): «El proceso urbanizador en España (1990-2014): una interpretación desde la geografía y la teoría de los circuitos de capital»; *Scripta Nova* XX(539).
- MARCOS-GARCÍA, P. y PULIDO-VELÁZQUEZ, M. (2017): «Cambio climático y planificación hidrológica: ¿Es adecuado asumir un porcentaje único de reducción de aportaciones para toda la demarcación?»; *Ingeniería del Agua* 21(1); pp. 35-52.
- MORALES, A. (2001): *Agua y Territorio en la Región de Murcia*. Murcia. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales.
- MOROTE, A. F. y HERNÁNDEZ, M. (2017): «El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De Viejas ideas a nuevos enfoques»; *Papeles de Geografía* (63); pp. 7-25.
- MOROTE, A. F.; OLCINA, J. y RICO, A. M. (2017a): «Challenges and Proposals for Socio-Ecological Sustainability of the Tagus–Segura Aqueduct (Spain) under Climate Change»; *Sustainability* 9(11); pp. 1-24. doi:10.3390/su9112058.
- MOROTE, A. F.; RICO, A. M. y MOLTÓ, E. (2017b): «Critical review of desalination in Spain: A resource for the future?»; *Geographical Research* 55(4); pp. 412-423.
- OLCINA, J. (2001): «Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural»; en GIL, A. y MORALES, A., eds.: *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alicante. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante; pp. 49-109.
- OLCINA, J. (2012): «Globalisation and Sustainability: Threats to the environment in a globalised world. The point of view of Spanish geography. In: Comité Español de la Unión Geográfica Internacional»; *New trends in the XXI Century Spanish Geography*. Madrid. Comité Español de la UGI; pp. 374-392.
- OLCINA, J. (2013): «Experiences in adapting to Climate Change and Climate Risk in Spain»; en SCHMIDT-THOME, P. & KLEIN, J., eds.: *Climate Change Adaptation in practice: from strategy development to implementation*. Chichester, Wiley-Blackwell; pp. 253-268.
- OLCINA CANTOS, J. (2017): «Incremento de episodios de inundación por lluvias de intensidad horaria en el sector central del litoral mediterráneo español: análisis de tendencias en Alicante»; *Semata* (29); pp. 143-163
- OLCINA, J.; HERNÁNDEZ, M.; RICO, A. M. y MARTÍNEZ, E. (2010): «Increased risk of flooding on the coast of Alicante (Region of Valencia, Spain)»; *Natural Hazards* 10(11); pp. 2229-2234.
- OLCINA, J. y VERA-REBOLLO, J. F. (2016): «Climate change and tourism policy in Spain: Diagnosis in the Spanish mediterranean coast»; *Cuadernos de Turismo* (38); pp. 565-571.

- OLCINA, J. y MIRÓ, J. (2017): *Actividad turística y cambio climático en la Comunidad Valenciana*. Alicante. Universidad de Alicante; doi:10.14198/201.
- OLCINA, J.; CAMPOS, A.; CASALS, I.; AYANZ, J.; RODRÍGUEZ, M. y MARTÍNEZ, M. (2018): «Resilience in the urban water cycle. Rainfall extremes and adapting to climate change in the Mediterranean area»; *AquaPapers* (8); p. 97.
- PASTOR, F.; VALIENTE, J. A. y PALAU, J. L. (2017): «Sea surface temperature in the Mediterranean climatology, trends and spatial patterns»; *Poster presented in 10th Hymex Workshop in Barcelona*. Disponible en: <http://www.ceam.es/VERSUS/publications.html>.
- PASTOR, F.; VALIENTE, J. A. y PALAU, J. L. (2018): «Sea Surface Temperature in the Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982-2016)»; *Pure Appl Geophys* (175); pp. 4017-4029; <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1739-z>.
- PÉREZ, A. (2010): «Actuaciones de carácter estructural para la mitigación y prevención de los efectos de las riadas e inundaciones en los municipios del sur de la Región de Murcia»; *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (53); pp. 267-285.
- RICO, A. M.; ARAHUETES, A. y MOROTE A. F. (2016): «Depuración y reutilización de aguas residuales regeneradas en las regiones de Murcia y Valencia»; en VERA, F.; OLCINA, J. y HERNÁNDEZ, M., eds.: *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales Gil*. Alicante. Publicaciones de la Universidad de Alicante; pp. 1169-1202.
- SAURÌ, D. (2013): «Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world»; *Annual Review of Environment and Resources* (38); pp. 227-248.
- STEC, A. y KORDANA, S. (2015): «Analysis of profitability of rainwater harvesting, gray water recycling and drain water heat recovery systems»; *Resources, Conservation and Recycling* 105 (part a); pp. 84-94.
- SERRANO, R. (2017): *Reconstrucción climática instrumental de la precipitación diaria en España: ensayo metodológico y aplicaciones*. Tesis doctoral, inédita. Universidad de Zaragoza.
- SHALTOUT, M. y ANDERS, O. (2014): «Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea»; *Oceanologia* 56(3); pp. 411-443.
- SKLIRIS, N.; SOFIANOS, S.; GKANASOS, A.; MANTZIAFOU, A.; VERVATIS, V.; AXAPOULOS, P. y LASCARATOS, A. (2012): «Decadal scale variability of sea surface temperature in the Mediterranean Sea in relation to atmospheric variability»; *Ocean Dynamics* 62(1); pp. 13-30.
- SWYNGEDOUW, E. (2015): *Liquid power. Contested Hydro-Modernities in Twentieth-Century Spain*. Cambridge: MIT Press.
- VALLES-CASAS, M.; MARCH, H. y SAURÌ, D. (2017): «Examining the reduction in potable water consumption by households in Catalonia (Spain): Structural and contingent factors»; *Applied Geography* (87); pp. 234-244.

VARGAS, J. y PANEQUE, P. (2018): «Situación actual y claves de la gestión de sequías en España»; en LA ROCA, F. y MARTÍNEZ, J., coords.: *Informe del Observatorio de Políticas del agua 2017. Retos de la planificación y gestión del agua en España*. Zaragoza. Nueva Cultura del Agua; pp. 42-54.