

# Uso de indicadores causa-efecto para el diagnóstico de la sostenibilidad hídrica en las Islas Baleares (España)

Use of cause-effect indicators for the diagnosis of water sustainability  
in the Balearic Islands (Spain)

**Sergio Navarro Sousa** 

[sernasou@doctor.upv.es](mailto:sernasou@doctor.upv.es)

**Vicente Estruch-Guitart** 

[vestruch@upv.es](mailto:vestruch@upv.es)

*Departamento de Economía y Ciencias Sociales  
Universitat Politècnica de València (España)*

**Celso García** 

[celso.garcia@uib.es](mailto:celso.garcia@uib.es)

*Departamento de Geografía  
Universitat de les Illes Balears (España)*

## Resumen

En las Islas Baleares, la expansión del turismo y el crecimiento urbanístico ha supuesto una transformación de los usos del agua incrementando las extracciones y las dotaciones medias urbanas. Este estudio pretende establecer en su Demarcación Hidrográfica un diagnóstico comparativo del uso del recurso con la sostenibilidad en el manejo. Para el análisis, se aplican un conjunto de indicadores causa-efecto siguiendo el marco de referencia Fuerzas Motrices-

Presiones-Estado-Impactos-Respuestas (FPEIR). Una de las limitaciones detectadas es la dificultad en la recogida de datos dado el gran número de sistemas de explotación de aguas continentales de la Demarcación. Los resultados socioeconómicos evaluados indican la gran apuesta por una economía del sector servicios, que ha supuesto un aumento demográfico litoral y el abandono progresivo del sector agrícola. En todas las islas, aunque a niveles porcentuales distintos, se ha detectado sobreexplotación, salinización y contaminación de algunas de sus masas de agua. El actual modelo de desarrollo, para evitar riesgos sobre el recurso y garantizar la autonomía y seguridad en el abastecimiento, requiere adaptaciones medioplacistas desde un planteamiento de avance hacia la integración y la moderación en el crecimiento cumpliendo con los objetivos medioambientales propuestos por la Directiva Marco del Agua (DMA) en los plazos previstos.

**Palabras clave:** Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares; usos del agua; FPEIR; sostenibilidad; DMA.

### **Abstract**

In the Balearic Islands, the expansion of the tourism sector and the urban growth have meant a transformation of the uses of water increasing the extractions and the average provisioning in the urban supply. This study aims to establish in its Hydrographic Demarcation a comparative diagnosis of the use of the resource with sustainability in the management. For the analysis, a set of cause-effect indicators is applied following the framework of reference Drivers - Pressures- State- Impact and Response (DPSIR). One of the limitations detected is the difficulty in collecting data given the large number of continental water exploitation systems in the Demarcation. The socioeconomic results evaluated indicate the big bet for an economy of the service sector, which has meant a coastal population increase and the progressive abandonment of the agricultural sector. In all the islands, although at different percentage levels, there has been detected overexploitation, salinisation and contamination of some of their groundwater body masses. The current model of development, in order to avoid risks of the resource and guarantee autonomy and security in the supply, requires mid-scale adaptations from an approach of progress towards integration and moderation in growth, obeying the environmental objectives proposed by the Water Framework Directive (WFD) in the foreseen terms.

**Keywords:** Hydrographic Demarcation of the Balearic Islands; uses of water; DPSIR; sustainability; WFD.

# 1 Introducción

La administración del agua se marca como objetivo prioritario el garantizar todas las demandas futuras asegurando el desarrollo social y el crecimiento económico sin menoscabo del medio ambiente (Buccheri & Comellas, 2015). El crecimiento urbanístico y el avance del turismo acaecido en la segunda mitad del siglo XX en las Baleares han transformado los usos del suelo y del agua (García & Martorell, 2006). La priorización del consumo por actividades económicas altamente demandantes en los meses de menor disponibilidad ha agudizado la dificultad al acceso en los años secos (Horrach, 2016). La Demarcación cuenta con las características propias de las cuencas mediterráneas, registrando grandes fluctuaciones interanuales de disposición hídrica, debido a la irregularidad de precipitaciones (Rodríguez & Gelabert, 2006).

La presión demográfica presente en determinados territorios de Europa plantea un nuevo escenario. El reto de la planificación hídrica aborda la sostenibilidad en la explotación y la eficiencia en su uso cumpliendo con lo requerido por la DMA (Sotelo, 2014). Al igual que en la mayoría de las zonas costeras españolas, las Islas Baleares experimentaron transformaciones sociales, urbanísticas y económicas vinculadas al turismo (Rullán, 2010). El nuevo modelo productivo transitó desde una economía eminentemente agraria con bajas producciones en el sector industrial en favor cada vez más del sector terciario (Rullán, 2010). El crecimiento de las economías europeas, unido a los préstamos proporcionados en la década de 1960 por los tour operadores al empresariado local, propició que gran parte de la planta hotelera del archipiélago se construyera en ese periodo (Rullán, 2010). Las Baleares contaban con una serie de ventajas respecto a otros destinos con un producto turístico análogo que favorecieron el boom turístico. Como aspectos a remarcar, disponían de infraestructuras aeroportuarias y con una tradición turística que desde siglo XIX acogió a importantes artistas y políticos. Por otro lado, en 1905 se creó la entidad Foment del Turisme (García & Martorell, 2006).

En la España de los 60 predominó el modelo desarrollista que asociaba el consumo de agua con el desarrollo económico. Dicho modelo consideró el aumento de la demanda de agua como un indicador de progreso y calidad de vida (Juárez, 2008). Estas transformaciones no fueron ajenas en el resto del litoral mediterráneo español. En la Marina Baixa alicantina la expansión urbanística y el turismo iniciado en los 60 provocaron cambios demográficos y el incremento de la demanda de agua (Chirino et al., 2008). Procesos similares se produjeron en la Costa Blanca alicantina (Juárez, 2008), en la Demarcación Hidrográfica del Segura (Carreño et al., 2008) y en el litoral catalán (Torres et al., 2015). En este contexto social, económico, medioambiental y

paisajístico, el agua se erige como un factor restrictivo frente al desarrollo (Canales et al., 2018). La competencia por un recurso vulnerable y en ocasiones escaso provoca presiones modificando el estado de su ciclo natural. Por consiguiente, es fundamental generar información expresada en indicadores a nivel de cuenca para incentivar la vigilancia, el control y el avance de los objetivos planteados (Buccheri & Comellas, 2015).

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) define un indicador como: “un parámetro o un valor derivado de parámetros, que proporciona información acerca de, o describe el estado de un fenómeno, el medio ambiente o un área, con un significado que se extiende más allá del valor del parámetro” (OCDE, 2003). Del mismo modo, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) concreta que un indicador es una medida, normalmente cuantitativa, que puede emplearse para informar sobre fenómenos complejos de manera sencilla, introduciendo tendencias y avances (AEMA, 2006). En consecuencia, un indicador debe ser una medida sintética que informa sobre un sistema complejo y, por otra parte, debe estar vinculado a un valor objetivo o a unos umbrales para evaluar el cumplimiento de unas metas concretas (Simón et al., 2013). Los indicadores hídricos persiguen la finalidad de ayudar a los administradores del agua a la toma de decisiones a todos los niveles de gestión y en correspondencia al nuevo paradigma del desarrollo sostenible (UN-Water/WWAP, 2003).

Dentro de los indicadores medioambientales que evalúan la incidencia de las actividades socioeconómicas y el estado del recurso hídrico se encuentra la Huella Hídrica (HH) o del agua (Water Footprint). El concepto de HH propuesto por Hoekstra y Hung en el 2002 se define como; el volumen total de agua dulce utilizado para la producción de bienes y servicios o, consumidos (Sotelo, 2018). La HH se mide en términos de volúmenes consumidos y/o contaminados por unidad de tiempo. Para el cálculo de la HH es primordial el estudio de tres sumandos (Sotelo, 2018):

- El agua azul: como el agua que procede de los recursos hídricos naturales que utiliza la sociedad y no es devuelta, es decir; el agua de los lagos, ríos, acuíferos y embalses. Ahora bien, también existen otras acciones del ciclo hidrológico antropizado que influyen en su volumen: la reutilización, los trasvases y la desalinización (Pellicer, 2014).
- El agua verde: que procede de las precipitaciones que se almacena en capas superficiales del suelo permite la existencia de vegetación. Esta agua vuelve a evaporarse desde el suelo o por la transpiración de las plantas; no se pierde, alimenta a los recursos subterráneos y/o se almacena de manera temporal en la parte superior del suelo o de la vegetación.

- El agua gris: el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes generados en los procesos de producción hasta que su concentración se mantenga en los estándares exigidos.

El resultado estimado de la HH en las Islas Baleares es de 2036,7 m<sup>3</sup> por habitante y año, lo que se traduce en 5578 litros de agua al día por habitante. En términos absolutos la HH total de las Baleares es de 1790 hm<sup>3</sup> que, comparativamente con sus recursos hídricos anuales empleados (569 hm<sup>3</sup>), hacen que la HH externa estimada sea del 68 % (1220 hm<sup>3</sup> al año) (MARM, 2011).

Otro método de evaluación es de la escasez hídrica. Este compara el uso consuntivo de agua azul asociado a las extracciones junto a las aportaciones naturales descontando los caudales ecológicos, esto es, los volúmenes de agua precisos para mantener un buen estado de los ecosistemas asociados. Se calcula como el cociente entre el consumo y la disponibilidad de agua azul de la cuenca. Los valores de escasez se clasifican (Hoekstra et al., 2012): reducida (<100 %), moderada (100-150 %), elevada (150-200 %) y severa (>200 %). Según la categorización anterior, en todas las islas, el factor de escasez es reducido (PHIB, 2015): Mallorca (23,92 %), Menorca (49,38 %), Ibiza (80,56 %) y Formentera (62,50 %). Esto significa que, la HH azul es inferior al 20 % de la recarga natural de la cuenca y no se excede la disponibilidad de agua azul, por consiguiente, los caudales ecológicos no se ven afectados (Hoekstra et al., 2012).

## 2 Objetivos

La investigación llevada a cabo pretende establecer un diagnóstico objetivo de los recursos hídricos en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares, a través del uso de indicadores dentro del marco de referencia Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impactos-Respuestas (FPEIR) de la AEMA. El estudio determina si esta metodología de análisis causal permite comprender las relaciones que se producen entre las dinámicas socioeconómicas y la degradación del recurso. De la misma manera, se evalúa si el esquema aplicado a escala básica de la cuenca constituye una herramienta útil de apoyo en los procesos de planificación frente al reto de la gestión sostenible. La necesidad de alcanzar un equilibrio entre desarrollo y el manejo sostenible del agua fundamenta que los objetivos sean los siguientes:

- a) Analizar las principales transformaciones socioeconómicas acaecidas en las Baleares desde la década de 1960 hasta nuestros días, caracterizando al territorio y a las demandas de agua de los distintos usos.

- b) Valorar la introducción de variables hidrológicas en la planificación y ordenación del territorio bajo la perspectiva del ciclo integral del agua.
- c) Realizar un diagnóstico del estado actual de las masas de agua en la Demarcación centrandó el análisis en las presiones ejercidas por las acciones antrópicas; el estado del recurso y las respuestas adoptadas por la sociedad para lograr una gestión integrada, adaptativa y sostenible del agua.
- d) Evaluar el papel que juegan las inversiones en los procesos de planificación y gestión del recurso.
- e) Establecer si la información proporcionada por los indicadores permite comprender las relaciones causales que se producen entre las respuestas políticas y sociales con la protección del agua.
- f) Aportar una reflexión sobre el modelo hídrico actual, fijando una serie de directrices acordes a la sostenibilidad en el manejo y en función de las necesidades y las prioridades de la Demarcación.

### **3 Método**

El enfoque metodológico llevado a cabo es la aplicación de una serie de indicadores seleccionados dentro del marco FPEIR, cuyos resultados se exponen más adelante. Este proceso ha pretendido ser una herramienta adecuada, estructurada y aplicable en el tiempo, para mejorar la gobernanza del agua en la Demarcación analizada.

#### **3.1 Los sistemas de indicadores**

Los indicadores aportan una medida cuantitativa o cualitativa de la variable a analizar simplificando fenómenos complejos e identificando tendencias y avances (Polanco, 2006). Los marcos de referencia de inicio fueron causales y basados en un modelo causa-efecto. Estos evolucionaron hacia el marco de referencia Presión-Estado-Respuesta (PER) (Chirino et al., 2008). El marco PER se basa en la lógica de la causalidad y fue introducido por la OCDE en 1994 (UN-Water/WWAP, 2003). Las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente que modifican la cantidad y calidad de los recursos naturales, las cuales pueden provocar cambios en el estado del recurso. De este modo, la sociedad responde a estas alteraciones mediante la aplicación de políticas económicas, ambientales y/o sectoriales para mitigar las presiones y/o los daños al recurso (Vázquez & García, 2017).

El modelo PER presenta algunos puntos fuertes: la información que genera es fácilmente comparable y accesible; puede ser aplicado a una escala local, regional o internacional en un momento dado o en un período determinado (Mera, 2014); y proporciona al público en general y a los tomadores de decisiones una visión integrada del medio ambiente y de otros aspectos interconectados (Quevedo & Díaz, 2007). Sin embargo, cuenta con ciertas debilidades (Quevedo & Díaz, 2007): se limita al segmento ambiental del desarrollo sostenible; debido a su lógica causal y lineal, no es posible establecer relaciones entre distintos indicadores; y no puede ser utilizado en programas o políticas donde se aplique el principio de prevención, solo permite establecer un diagnóstico de la situación.

Posteriormente la AEMA amplió el modelo PER a finales de los años 90. Incorporó en la secuencia de pensamiento lógico lineal el impacto asociado al estado en el que se encuentra la variable evaluada. El avance metodológico al esquema FPEIR persigue el objetivo de mejorar la calidad y fiabilidad de la información ayudando a otras iniciativas de generación de indicadores (OSE, 2008). El modelo FPEIR organiza a los indicadores según la siguiente clasificación:

- Fuerzas motrices: comprenden las condiciones climáticas que contribuyen en la captación de recursos hídricos naturales, así como, los condicionantes socioeconómicos que ejercen presión sobre el agua (AEMA, 2006).
- Presión: incluyen variables relacionadas con las actividades humanas y su vinculación con la modificación del estado del recurso.
- Estado: suministran información sobre el estado actual del recurso además de realizar previsiones, evaluaciones y seguimiento de las políticas adoptadas (OCDE, 2001).
- Impacto: informan sobre los cambios en el estado que han provocado las presiones sobre el medio acuático.
- Respuesta: muestran los esfuerzos realizados por la sociedad y las instituciones con el propósito de reducir o mitigar la degradación medioambiental (Sotelo, 2011).

Como puntos fuertes del modelo FPEIR destacan (Díaz, 2015): tiene capacidad de comunicar de manera sencilla a los factores incluidos dentro de una temática ambiental concreta; permite valorar cuantitativa y cualitativamente elementos intrínsecos de una determinada dinámica; y es una herramienta de sencilla implementación y eficaz en el reconocimiento de las relaciones causa-efecto que se producen entre factores vinculados en la gestión de áreas complejas.

Sus principales limitaciones son (Díaz, 2015): alto grado de subjetividad y complejidad en su enfoque; es un proceso muy dinámico en su conceptualización; depende en gran medida del

punto de vista del investigador; cuenta con una fácil comunicación pero su comprensión puede ser compleja; presenta dificultades a la hora de clasificar o caracterizar las variables incluidas; y el hecho de que los mecanismos de retroalimentación no sean tomados en cuenta, representa una desventaja, puesto que, se trata de cadenas causales y no de un enfoque integral modelado y multidireccional.

“El agua no es un bien comercial sino un patrimonio que hay que proteger y defender” (Art. 1, Directiva 2000/60/CE). La gestión sostenible del agua establece la necesidad de introducir acciones coordinadas entre el estado, los usuarios y la sociedad. Promover la equidad en su asignación y fomentar la participación social en los procesos de decisión (Art. 14, Directiva 2000/60/CE) es tarea prioritaria en la gobernanza del agua. En este contexto, las funciones del agua deben ir más allá de la mera mercantilización estableciendo prioridades, derechos, criterios de gestión, principios éticos de equidad, cohesión social y gobernabilidad participativa y sostenible (Arrojo, 2006). En consecuencia, un análisis del uso del recurso debe introducir indicadores que diagnostiquen los objetivos sociales incorporando medidas como el acceso universal a las dotaciones básicas (Arrojo, 2006; Buccheri & Comellas, 2015).

### **3.2 Elección de indicadores**

Los indicadores utilizados en el estudio son indicadores objetivos o denominados duros. Estos en el sentido teórico y de la obtención de datos, se fundamentan en evidencias externas independientemente del informante (Ibáñez, 2012). Los indicadores pueden ser utilizados para diversos objetivos, por tanto, es necesario describir los criterios de selección fundamentales para validar su elección (OCDE, 2003):

- a) Pertinencia política y utilidad para los usuarios: proveer una imagen representativa de las condiciones ambientales, sus presiones y respuestas sociales; ser simples, de fácil interpretación y que permitan mostrar tendencias; ser sensibles a los cambios; servir de referencia para realizar comparaciones internacionales; tener alcance nacional o aplicables a aspectos ambientales regionales; y tener umbrales o valores de referencia para ser comparados.
- b) Solidez analítica: hallarse bien fundamentados desde el prisma técnico y científico; estar bajo estándares internacionales y por consensos; ser versátiles; y poderse asociar a modelos económicos, sistemas de información y de predicción.

- c) Medibles: deben poderse obtener con una relación coste/beneficio razonable; han de estar disponibles, actualizados y acompañados de documentación adecuada; y deben informar sobre su validez o representatividad.

El objetivo de la elección de los indicadores adecuados es sintetizar la información clave entre la gran amalgama de datos, a fin de realizar un diagnóstico del estado actual del agua. La Tabla 1 incluye a los indicadores seleccionados. El estudio utiliza indicadores hídricos incluidos dentro del Sistema de Indicadores del Agua (SIA) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA) y por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE, 2008).

Tabla 1. Indicadores seleccionados

Tipo	Variable	(N.º) - Indicador (Ud. de medida)	Relevancia	Interacciones	FPEIR
Climáticos	Físicas y naturales	I.1 - Precipitación media (mm/año)	Indicador hidrológico clave (reservas naturales).	I4, I5, I8, I9, I10, I26 y I27	FD
		I.2 - Temperatura promedio (°C)	Indicador clave para el seguimiento de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).	I3, I4, I7, I26 y I27	FD
		I.3 - Índice de evapotranspiración potencial media (mm/año)	Valor potencial sujeto a la disponibilidad de agua en el suelo.	I2, I4, I6, I7, I8, I10, I26 y I27	FD
		I.4 - Índice de humedad media (adimensional)	Refleja los impactos del cambio climático en el régimen de precipitaciones y temperaturas.	I1, I2 y I3	E
		I.5 - Anomalías de precipitación (%)	Indicador hidrológico clave (reservas naturales).	I1	E
		I.6 - Anomalías de temperatura (%)	Características climáticas.	I3	E
		I.7 - Anomalías de Evapotranspiración (ETP) (%)	Aporta información sobre la incidencia y la frecuencia de fenómenos climáticos extremos.	I2 y I3	E
		I.8 - Humedad del suelo (mm)	Regula el volumen de agua o excedente que acaba en escorrentía.	I1 y I3	E
		I.9 - Índice estandarizado de precipitación (SPI)	Mide la sequía y su impacto.	I1	I
		I.10 - Superficie de aridez (% de superficie)	La aridez es una situación estructural natural característica de territorios con precipitaciones escasas.	I1 y I3	I
Demográficos	Demandas de agua y usos del suelo	I.11 - Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )	Su dinámica determina la evolución de la demanda.	I23, I24, I25, I32 y I33	FD
Turísticos		I.12 - Concentración de la población (% respecto al total IB)	Analiza las presiones vinculadas con el desarrollo urbanístico y la ordenación del territorio.	I23, I24, I25, I32 y I33	FD
Agrarios		I.13 - N.º de pernoctaciones (año)	Relacionado con la concentración territorial y estacional de la población turística.	I23, I24, I25, I32 y I33	FD
		I.14 - Superficie de cultivos (ha)	Su dinámica constituye un elemento básico para comprender la evolución de la demanda.	I15, I16, I23, I32 y I33	FD
Ganaderos	Contaminación	I.15 - Consumo de fertilizantes (kg de compuesto)	Está directamente relacionado con la contaminación difusa, contaminación por nitratos y con los procesos de eutrofización de las aguas subterráneas.	I14, I32 y I33	P
		I.16 - Consumo de pesticidas (kg)	Relacionado con problemas asociados a la contaminación difusa, a la pérdida de biodiversidad y a problemas de salud.	I14, I32 y I33	P
I.17 - N.º de cabezas de ganado (Ud)		Vinculado con la aportación de contaminantes y nutrientes a las masas de agua superficiales y subterráneas.	I23, I32 y I33	FD	
Económicos		I.18 - Valor Añadido Bruto (VAB) de la industria (millones €)	Directamente relacionado con la demanda de agua utilizada en los procesos industriales, así como, en volumen de vertidos.	I23, I24, I32 y I33	FD

Tabla 1. Continuación

Economía	Gobernanza	I.19 - Inversiones en programas de actuación (€)	Recursos públicos aportados para mejorar la gestión del agua.	I22, I23, I24, I27, I28, I30 y I31	R	
		I.20 - Inversiones en infraestructuras hídricas (€)	Cuantifica los recursos públicos aportados para la ejecución de infraestructuras hídricas.	I22, I23, I24, I27, I28, I30 y I31	R	
		I.21 - Precio medio del agua para usos domésticos e industriales (€/m <sup>3</sup> )	Importe que pagan los usuarios por el agua.	I22, I23, I24, I26, I30 y I31	R	
Técnicos	Redes	I.22 - Pérdidas en las redes de abastecimiento urbano (%)	Refleja las pérdidas debidas a fugas y roturas en las redes de abastecimiento.	I19, I20, I21, I23 y I24	P	
Hídricos	Consumos	I.23 - Agua distribuida por grupos de usuarios (hm <sup>3</sup> /año)	Mide la intensidad del uso del recurso.	I11, I12, I13, I14, I17, I18, I20, I21, I22, I25, I28, I30 y I31	P	
		I.24 - Dotaciones en el abastecimiento urbano (l/hab./día)	Determina la demanda futura urbana.	I11, I12, I13, I18, I19, I20, I21 y I22	P	
		I.25 - Índice de explotación y consumo (adimensional)	Relación entre la demanda de agua (bruta) y los recursos hídricos naturales.	I11, I12, I13, I23 y I26	E	
	Recursos convencionales	Disponibilidad	I.26 - Recursos hídricos naturales (hm <sup>3</sup> /año)	Informa sobre la cantidad de los recursos hídricos disponibles en un espacio y periodo de tiempo determinado.	I1, I2, I3, I21, I25, I30 y I31	E
		Reservas	I.27 - Almacenamiento de embalses (miles hm <sup>3</sup> )	Permite evaluar la existencia de reservas suficientes para garantizar el suministro.	I1, I2, I3, I19 y I20	E
	I.28 - Número de presas en activo (Ud)		Indicador que determina los esfuerzos realizados en el desarrollo de infraestructuras hidráulicas básicas.	I19, I20, I23 y I29	R	
	I.29 - Capacidad de los embalses (hm <sup>3</sup> /año)		Mide los esfuerzos realizados en la regulación del agua.	I28	R	
	Recursos no convencionales	I.30 - Volumen total de agua reutilizada (hm <sup>3</sup> /año)	Informa de la cantidad de agua depurada que es reutilizada.	I19, I20, I21, I23, I26 y I31	R	
		I.31 - Volumen total de agua desalada (hm <sup>3</sup> /año)	Cuantifica la cantidad de agua marina o salobre que se desala para su posterior consumo.	I19, I20, I21, I23, I26 y I30	R	
	Calidad de las masas de agua	Físicas y químicas	I.32 - Estado de las masas de agua subterráneas (%)	Refleja las presiones ejercidas por las actividades antrópicas sobre la calidad de las aguas subterráneas.	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17, I18 y I34	E
I.33 - Estado de las masas de agua superficiales (%)			Muestra las presiones ejercidas por las actividades antrópicas sobre la calidad de las aguas superficiales.	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17, I18 y I34	E	
Ambientales	Zonas protegidas	I.34- Superficie del territorio incluida en la Red Natura 2000 (ha)	Incorpora a su red los lugares más destacados de Europa en cuando a biodiversidad.	I32 y I33	R	

Legenda: FD: Factor Determinante; P: Presión; E: Estado; I: Impacto; R: Respuesta.

Fuente: SIA (MAPAMA) & OSE

En la Tabla 2 se muestran los indicadores excluidos indicando cuales han sido los factores que han motivado su descarte.

Tabla 2. Indicadores excluidos

Tipo	Variable	(N.º) - Indicador (Ud. de medida)	Factores exclusión	FPEIR
Económicos	Contaminación	I.1.1 - VAB Industrias más contaminantes (€)	Poca incidencia de estas industrias en el entramado industrial de las Baleares.	FD
Hídricos	Recursos convencionales	I.2.1 - Reservas nivales (hm <sup>3</sup> )	Excluido debido a las condiciones climáticas del archipiélago.	E
		I.3.1 - Caudales en ríos (hm <sup>3</sup> /año)	Prácticamente la totalidad de los tramos fluviales existentes en el archipiélago son torrentes (ríos temporales).	E
		I.4.1 - Índice de Estado Hidrológico (adimensional)	En el estudio hemos utilizado el indicador de sequía denominado Índice estandarizado de precipitación (SPI) para extraer una distribución de la sequía meteorológica en una escala temporal determinada.	E

**Leyenda:** FD: Factor Determinante; E: Estado.

Fuente: SIA (MAPAMA) & OSE

Las fuentes consultadas para la recopilación de la información principalmente han sido bases de datos de organismos oficiales y de información sectorial. Para alcanzar los objetivos propuestos se ha seguido el siguiente proceso metodológico: aplicación de los indicadores seleccionados en el área de estudio; captación de datos numéricos y descriptivos específicos; exploración, comparación e interpretación de la información; caracterización del territorio y análisis de las demandas; revisión del estado de los recursos naturales superficiales y subterráneos; evaluación de las respuestas adoptadas para mitigar los efectos negativos sobre el agua y las acciones recuperadoras llevadas a cabo; análisis de la previsión de inversiones en materia hídrica; y diagnóstico de la Demarcación y aportación de directrices que propicien la gestión sostenible. Para su aplicación se ha precisado de una sistematización de la información consultada en bases de diversa naturaleza: SIA, OSE, Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (SITIBSA), Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears (IDEIB), Instituto Nacional de Estadística (INE); Portal del agua de les Illes Balears de la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca de les Illes Balears (CMAAIP); Plan Hidrológico de les Illes Balears (PHIB); Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT); Empresa municipal d'Aigües i Clavegueram, S.A (EMAYA); Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA); Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), etc.

### 3.3 Caracterización del área de estudio

La Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares tiene un carácter obviamente intracomunitario al situarse su totalidad en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma (C.A.). Tal como se muestra en la Figura 1, incluye a las tres islas mayores: Mallorca, Menorca e Ibiza; Formentera y el archipiélago de Cabrera. La suma total de la Demarcación es de 8725 Km<sup>2</sup> (PHIB, 2019).

Figura 1. Demarcación de les Illes Balears



Fuente: IDEIB & SITIBSA

Cada isla constituye una unidad independiente integrando los espacios geográficos homogéneos con los sistemas de explotación o, dicho de otra manera, se integra el origen del recurso con las demandas. La red hidrográfica es muy densa, dispone de un gran número de torrentes que drenan cuencas generalmente poco extensas y con cursos fluviales temporales (García et al., 2017). En este sentido, los recursos subterráneos proveen prácticamente la totalidad de los recursos convencionales del archipiélago (Rodríguez & Gelabert, 2006). En lo relativo a la evolución del turismo, las cifras mostradas en la Tabla 3 corroboran la ocurrencia de un auténtico boom turístico iniciado en los años 60 y continuado hasta la actualidad.

Tabla 3. Evolución del número de turistas en las Islas Baleares (1961–2016)

Año	1961	1971	1981	1991	2001	2012	2016
Nº de turistas llegados	400 000	2 900 000	3 900 000	6 000 000	9 700 000	10 400 000	15 395 718
% Incremento		625,00	34,48	53,85	61,67	7,22	48,04

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4 se resume la aportación porcentual de los diferentes sectores económicos al Producto Interior Bruto (PIB) de esta C.A. Los datos ratifican que el sector servicios se ha erigido como el sector económico clave y estratégico en sustitución del sector primario y secundario.

**Tabla 4. Aportación porcentual al PIB de las Islas Baleares por sectores económicos (1955–2016)**

%	1955	1962	1975	1985	1993	2003	2010	2016
Agricultura, ganadería y pesca	15,07	<b>18,67</b>	5,90	2,95	1,93	1,57	1,12	0,40
Industria y energía	<b>32,82</b>	23,24	25,70	11,37	8,78	7,35	6,32	6,80
Construcción	4,79	7,41	-	7,73	6,48	<b>9,75</b>	9,01	5,30
Servicios	47,32	50,68	68,40	77,95	82,81	81,34	83,55	<b>87,50</b>

Fuente: Bases per a la Gestió del Paisatge de la Serra de Tramuntana (2014) e INE

## 4 Análisis de indicadores FPEIR

### 4.1 Indicadores de factor determinante

En la Tabla 5 se incluyen los indicadores de factor determinante asociados al estudio. El clima de las Baleares se caracteriza por presentar fluctuaciones anuales en temperatura y precipitación propias del clima mediterráneo marino. Los inviernos son templados y lluviosos, los veranos secos y calurosos, y los otoños y primaveras variables (Sotillo et al., 2003; Rodríguez & Gelabert, 2006). El indicador precipitación es clave, ya que analiza las aportaciones naturales al ciclo hidrológico. El balance pluviométrico anual medio del archipiélago, se destaca por las grandes divergencias entre las zonas húmedas y las secas (Picó, 2009).

La información demográfica plasma el significativo incremento de la densidad de la población en el periodo comprendido entre 1970 y 2017. El crecimiento urbanístico costero ha ocasionado un aumento de la concentración de la población (Forcades, 2003). Se aprecia un aumento progresivo del indicador número de pernoctaciones apuntando sobre la transcendencia del turismo. El indicador VAB de la industria refleja el descenso continuado del sector económico secundario. La agricultura balear ha padecido un abandono (Vázquez, 2017). Condicionantes como el alto precio de las tierras en competencia con la urbanización, el minifundismo, el bajo nivel de profesionalización y los altos costes de producción, han supuesto la descapitalización del sector (Conselleria d’Agricultura, Medi Ambient i Territori, 2012).

Tabla 5. Indicadores de factor determinante en las Islas Baleares

Indicador	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	IB.	Fuente
<b>Climáticos</b>						
Precipitación media, año medio (1985-2006) (mm)	610,40	543,30	451,30	364,40		(PHIB, 2015)
Precipitación media, año seco (1985-2006) (mm)	450,80	412,50	291,90	251,40		
Precipitación media, año húmedo (1985-2006) (mm)	798,50	714,70	604,50	484,00		
Temperatura promedio (2015) (°C)	16,76 Palma	17,10 Mahón	17,37 Eivissa	17,90		(PHIB, 2015) y Climate-Data.org
Índice de evapotranspiración potencial media (mm/año)	849,90	800-900	1057,62	900		IDEIB, Consell d'Eivissa y MAPAMA
<b>Demográficos</b>						
Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ) (1970)	126,97	72,25	78,80	36,34	106,80	Propia a través de datos del IDEIB y Cuadernos de la fundación BBVA (2008)
Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ) (2017)	239,77	131,17	251,49	147,95	232,00	Propia a través de datos del IDEIB
Concentración de la población (2008) (% respecto al total IB)	Palma de Mallorca (37)	Mahón (2,7)	Eivissa (4,4)			Cuadernos de la fundación BBVA (2008)
<b>Turísticos (N.º/año)</b>						
Pernoctaciones (2008)	39 016 093	3 469 985	7 147 196		49 633 274	IBESTAT
Pernoctaciones (2013)	42 314 155	3 575 456	8 515 924		54 405 535	
Pernoctaciones (2017)	45 614 559	4 543 178	9 218 203		59 375 940	
<b>Económicos-Industria (millones €)</b>						
AÑO	2000		2005	2010		
Valor Añadido Bruto (VAB) de la industria (IB)	1128		1056	952		IBESTAT
<b>Agrícolas (2009) (Ha)</b>						
Tierras labradas	126 988	27 317	8 071	511	162 887	(PHIB, 2019)
Secano	116 488	26 144	7 082	505	150 219	
Regadío	10 500	1 173	989	6	12 668	
Pastos permanentes	15 989	3 165	237	44	19 435	
Otras tierras	55 918	15 337	6 323	326	77 905	
Totales					423 114	
<b>Ganaderos (IB) (N.º de cabezas)</b>						
AÑO	2004		2010			
Bovinas	28 446		26 772		IBESTAT	
Ovinas	346 817		341 463			
Caprinas	11 378		14 212			
Porcinas	47 975		70 268			

Fuente: PHIB (2015, 2019), Climate Data, IDEIB, Consell d'Eivissa, MAPAMA, Fundación BBVA e IBESTAT

## 4.2 Indicadores de presión

La Tabla 6 muestra el agua distribuida a los distintos grupos de usuarios en las Islas Baleares. El grupo más demandante pertenece a los usos urbanos, donde están incluidos los turísticos. Este grupo y su evolución juegan un papel fundamental en la presión a los sistemas naturales del archipiélago.

Tabla 6. Agua distribuida por grupos de usuarios en las Islas Baleares (hm<sup>3</sup>/año)

Usos	1996	2003	2006	2012	2015
Urbanos	111,33	138,54	138,533	131,29	125,37
Industria	0,70	2,72	3,20	2,72	7,37
Agricultura	174,53	65,84	65,84	66,11	35,96
Ganadería		2,42	2,42	2,42	0,44
Agrojardinería		35,06	35,059	32,74	33,18
Golf	3,74	8,32	8,32	8,32	9,25
Riego parques y jardines públicos					8,96
Totales	290,30	252,90	253,372	243,60	220,52

Fuente: PHIB (2013, 2015, 2019)

Los indicadores de presión que aparecen en la Tabla 7 confirman los cambios socioeconómicos producidos en las islas. La dotación media de abastecimiento a la población ha ido aumentando progresivamente. En el año 1998 la dotación media fue de 194,6 (l/hab/día) (Andreu et al., 2003) incrementando hasta los 296,79 (l/hab/día) del 2006 (PHIB, 2013) hasta situarse en los 302,13 (l/hab/día) del 2015 (PHIB, 2019). La media del estado sin tener en cuenta las pérdidas (reales y aparentes), los consumos municipales y ni los sectores económicos conectados a la red urbana se estableció en 132 (l/hab/día) en el 2014 y de 136 (l/hab/día) en el año 2016 (INE, 2016). La tendencia alcista de las dotaciones medias se debe a diversos factores como: la proliferación urbanística de baja densidad, al comportamiento de los consumidores y a su nivel de ingresos; al crecimiento del turismo; y a la inclusión en los usos urbanos de la actividad turística hotelera y extrahotelera (Hof & Blázquez-Salom, 2015; Deyà et al., 2017; Rico, 2007).

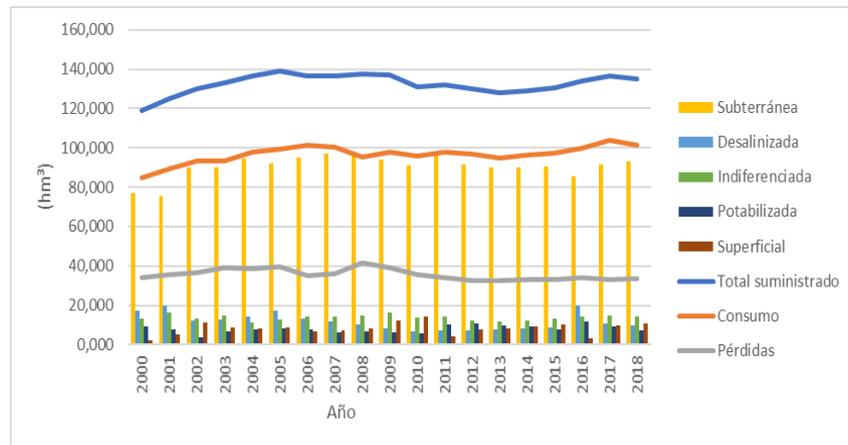
En la región mediterránea de Europa los recursos hídricos están sujetos a fuertes presiones. El suministro de agua para usos urbanos es muy vulnerable a los déficits de precipitación. En este contexto de escasez, las políticas desde el lado de la demanda aportan un equilibrio entre el consumo y la conservación del agua. En la ciudad de Barcelona, los factores demográficos expansivos de la población a la periferia han provocado la proliferación de viviendas unifamiliares con plantación de césped, una categoría de vivienda que demanda más cantidad de recurso. Las políticas de la demanda junto al comportamiento de los consumidores han

conseguido retraer el consumo en las zonas densamente pobladas. No obstante, los ingresos de las familias influyen en menor medida que la tipología de la edificación (Domene & Sauri, 2006). La combinación de las políticas de precios, los subsidios al ahorro del agua y las campañas de concienciación no garantizan la reducción de la demanda en los hogares con un mayor poder adquisitivo (Sauri, 2013; Deyà et al., 2017). En la ciudad de Alicante se han producido tendencias parecidas (Morote et al., 2016).

Revisadas las demandas de agua por islas y usos apreciamos leves diferencias en los datos incluidos en la memoria del PHIB del 2013 (derogado) respecto a los planes hidrológicos del 2015 (derogado) y del vigente del 2019. En el año 2015 el suministro total para el abastecimiento urbano en el conjunto de las islas fue de 132,738 hm<sup>3</sup> de los cuales 100,623 hm<sup>3</sup> fueron a consumo y 32,115 hm<sup>3</sup> correspondieron a pérdidas (PHIB, 2019). La importante repercusión del sector turístico hace que la caracterización económica de los usos urbanos se realice teniendo en consideración el índice de presión humana (IPH). Este índice estima la carga demográfica real incorporando a la población residente y flotante que soporta un territorio en un periodo determinado (PHIB, 2019). El PHIB utiliza para el IPH una estimación del número de habitantes equivalentes. El IBESTAT dispone de estudios demográficos que aportan la cifra real del IPH diferenciado por año, isla y para el conjunto de la C.A. Al disponer de las demandas de abastecimiento a la población y de la cifra real del IPH se puede obtener el dato de la totalidad del suministro a la población incluyendo el consumo y las pérdidas acaecidas. Este método de cálculo refina los datos aportados por las dotaciones que no dejan de ser una estimación estadística basada en la extrapolación de la población equivalente y que puede generar ciertas imprecisiones. La Tabla 7 muestra una dotación de 296,79 (l/hab/día) en el año 2006 (PHIB, 2013). Realizado el cálculo del abastecimiento a la población en función del IPH extraído del IBESTAT se obtienen 302,781 (l/hab/día). Respecto al año 2015 la dotación es de 302,13 (l/hab/día) (PHIB, 2019) y el cálculo de suministro a la población asciende a 304,635 (l/hab/día).

En la Figura 2 se incluyen los suministros urbanos en la totalidad de las islas. Comparados los suministros incluidos en el PHIB se aprecian diferencias al alza respecto a esta estimación. En el año 2003 el total suministrado fue de 102,81 hm<sup>3</sup>, en el año 2006 fueron 105,42 hm<sup>3</sup>, en el año 2012 se abastecieron 99,59 hm<sup>3</sup> y en el año 2015 se suministraron 98,86 hm<sup>3</sup>. No obstante, se produjo un aumento de los consumos en el periodo 2014 a 2017.

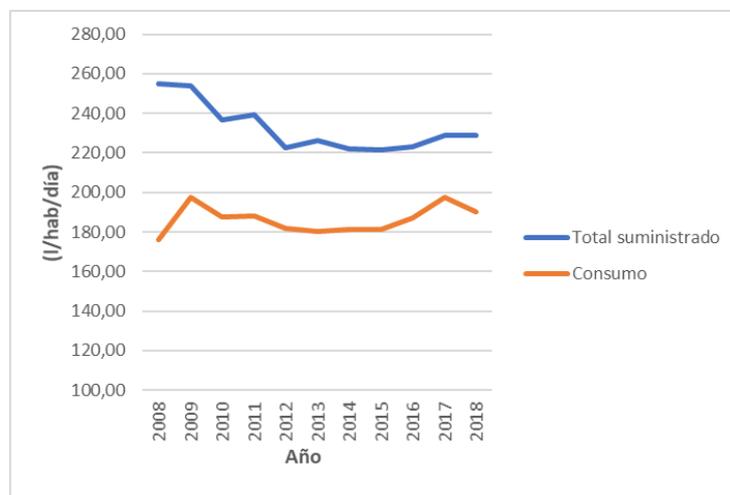
Figura 2. Abastecimiento urbano 2000–2018.  
Suministro, consumo y pérdidas en las Islas Baleares



Fuente: resumen anual de los datos de abastecimiento urbano de agua por islas  
(Direcció general de recursos hídrics, 2019)

La Figura 3 muestra el total suministrado y el consumo en el término municipal de Palma. En la gráfica se aprecia una disminución progresiva del total suministrado en los periodos 2008–2010 y 2013–2015, sin embargo, se produce una tendencia al alza en el ciclo 2015–2018.

Figura 3. Abastecimiento urbano. Suministro y consumo en Palma



Fuente: resumen anual de los datos de abastecimiento urbano  
de agua en el municipio de Palma (Direcció general de recursos hídrics, 2019)

Las redes de distribución urbanas abastecen indistintamente a las viviendas de uso habitual, al turismo, a la industria y al resto de los usos urbanos. Para cuantificar el consumo hídrico turístico se deben identificar las diferentes tipologías de poblamiento del sector. Los niveles de consumo son distintos en los municipios con gran concentración de plazas hoteleras respecto a otras

poblaciones que desarrollan un turismo residencial de baja densidad. Separar los volúmenes consumidos entre los distintos usos urbanos obliga a disponer de datos pormenorizados por unidades de consumo y sector (Rico, 2007; Deyà et al., 2017). En los hoteles de Benidorm en el periodo 2005 a 2014, aquellos cuya capacidad alojativa era superior a las 500 plazas redujeron los consumos entre un 10 y 15 %, contrariamente, los de inferior capacidad incrementaron sus consumos en torno al 10 % (Olcina et al., 2016).

En la distribución en baja es importante identificar el régimen de explotación, el gasto anual y mensual para evaluar la estacionalidad, los volúmenes registrados y facturados, número de usuarios, tarificación, fuentes no convencionales y destino de estas. No es habitual que las suministradoras distingan con precisión el destino final del caudal suministrado. Por otro lado, una de las limitaciones en la cuantificación del consumo turístico es la identificación de la oferta extrahotelera, de los alojamientos de alquiler vacacional o de las viviendas de uso secundario (Rico, 2007). En los modelos concentrados las dotaciones son menores respecto a desarrollos extensivos de baja densidad residencial con predominio de la vivienda unifamiliar aislada con piscina y jardín privado (Hof & Blázquez-Salom, 2015; Deyà et al., 2017). El jardín privado mediterráneo puede llegar a consumir más del 50 % del total de agua de la vivienda (García, 2014). No obstante, en Alicante, en este tipo de vivienda se ha visto disminuido el consumo en alrededor de 400 litros por vivienda/día en una década. Este efecto tiene que ver con las medidas adoptadas por los propietarios (Morote et al., 2018).

Una de las medidas a acometer es la reducción en las pérdidas en las redes de abastecimiento urbano. El aumento demográfico en las poblaciones costeras supone acometer mejoras en las prestaciones de las redes de distribución, la falta de modernización de la red provoca que en horas punta no tenga la capacidad suficiente para abastecer a toda la demanda simultáneamente. Como medida paliativa, se opta por la construcción de depósitos domiciliarios a fin de laminar los picos (Cabrera, 2008). La Tabla 7 muestra las pérdidas con un máximo porcentual en la isla de Ibiza. No obstante, a nivel cuantitativo Mallorca es la isla con mayor volumen de pérdidas. Según datos de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) la media nacional en el año 2016 fue del 23 %.

Tabla 7. Indicadores de Presión en las Islas Baleares

Indicador	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	IB.	Fuente
<b>Abastecimiento urbano (2006)</b>						
Suministro urbano (hm <sup>3</sup> /año)	111,546	14,178	12,339	0,47	138,533	(PHIB, 2013)
Consumo disperso (hm <sup>3</sup> /año)	28,459	2,45	4,033	0,117	35,059	
Industria (hm <sup>3</sup> /año)	2,50	0,50	0,20		3,20	
Agua suministrada – uso industrial + consumo disperso (hm <sup>3</sup> /año)	109,046	13,678	16,172	0,587	139,483	
(IPH) acumulado año 2006 (N.º habitantes residentes + flotantes)	352 798 593	43 396 246	64 478 036		460 672 875	IBESTAT
Consumo medio año 2006 (l/hab/día)	309,088	315,188	259,917		302,781	elaboración propia
N.º de habitantes equivalentes	961 090	120 563	192 343	13 611	1 287 607	(PHIB, 2013)
Dotación (l/hab/día) (2006)	310,85	310,82	230,35	118,16	296,79	
<b>Abastecimiento urbano (2015)</b>						
Suministro urbano (hm <sup>3</sup> /año)	101,20	24,94	5,50	120,64	132,74	(PHIB, 2019)
Consumo disperso (hm <sup>3</sup> /año)	24,94	2,00	5,68	0,55	33,18	
Industria (hm <sup>3</sup> /año)	5,50	1,24	0,60	0,03	7,37	
Agua suministrada - uso industrial + Consumo disperso (hm <sup>3</sup> /año)	120,64	12,39	24,34	1,17	158,54	
(IPH) acumulado año 2015 (N.º habitantes residentes + flotantes)	394 919 119	45 748 500	79 758 208		520 425 827	IBESTAT
Consumo medio año 2015 (l/hab/día)	305,480	270,828	319,841		304,635	elaboración propia
N.º de habitantes equivalentes	1 085 691	126 212	225 737		1 437 640	(PHIB, 2019)
Dotación (l/hab/día) (2015)	304,44	268,85	309,61		302,13	
<b>Consumo de fertilizantes (2006)</b>						
Ha regadas	15 324	1227	1884	6	18 441	(PHIB, 2015)
N(kg)	1 481 822	89 469	177 924	600	1 749 815	
P2O5 (Kg)	712 027	44 929	91 581	420	848 957	
K20 (Kg)	716 227	40 950	94 102	540	851 819	
<b>Consumo agrícola de pesticidas (2013)</b>						
Cantidad consumida (t)					770,70	IAEST
% consumido respecto al estado					0,80	
<b>Pérdidas en redes de abastecimiento urbano 2015 (%)</b>						
	22,22	27,38	32,96	14,06		(PHIB, 2015)

**Leyenda:** IAEST: Instituto Aragonés de Estadística.

Fuente: PHIB (2013, 2015, 2019), IBESTAT; elaboración propia a partir del Portal de l'Aigua de les Illes Balears e IBESTAT; e IAEST

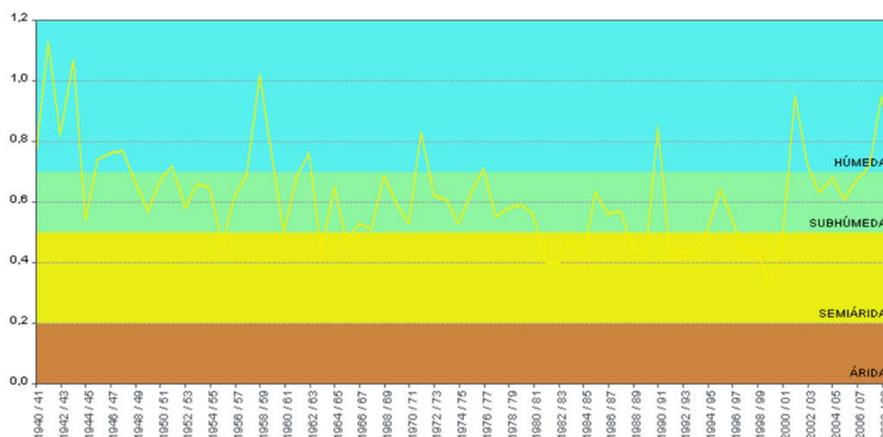
La demanda agrícola se concentra principalmente en la isla de Mallorca representando el 80,6% de la totalidad del sector (PHIB, 2015). La disminución de la superficie cultivada se ha traducido en un descenso progresivo de los requerimientos, no obstante, la proliferación del turismo de golf y la agrojardinería frecuentemente ligados a procesos urbanísticos, representa un grupo significativo dentro de esta categorización, ya que su proliferación supone un incremento en el número de hectáreas regadas. Pese a la disminución significativa de la actividad agraria, la contaminación difusa por el aporte de nitrógeno y otros nutrientes procedentes de los usos

agropecuarios es una de las principales presiones que se producen en las aguas subterráneas (Robledo et al., 2006).

### 4.3 Indicadores de estado

En la Figura 4 se muestra el índice de humedad media de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). El indicador es una clasificación climática que expresa el cociente de la precipitación entre la evapotranspiración (MAPAMA). Es adimensional y sigue la siguiente escala: (0,0–0,2) árida; (0,2–0,4) semiárida; (0,4–0,6) subhúmeda y ( $\geq 0,6$ ) húmeda. El índice de humedad media de la Demarcación de las Islas Baleares presentó valores máximos en los años: 1941 (1,13), 1943 (1,07), 1958 (1,02), 2001 (0,95) y 2008 (0,95). El valor medio en el periodo analizado se sitúa en 0,63 (MAPAMA).

Figura 4. Índice de humedad en las Islas Baleares

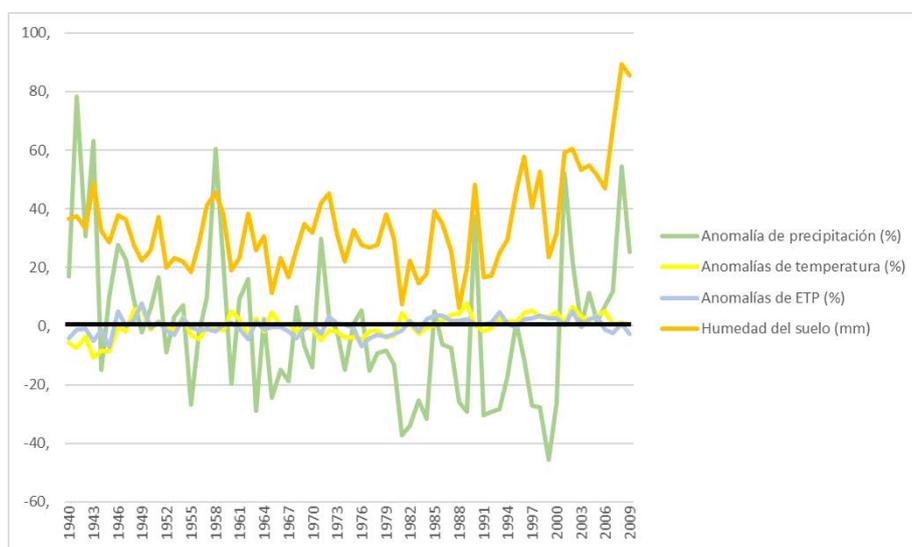


Fuente: SIA (MAPAMA)

La Figura 5 muestra los indicadores de estado: anomalías de precipitación (%), anomalías de temperatura (%), anomalías de ETP (%) y la humedad en el suelo (mm). Los tres primeros expresan la desviación del valor medio anual (precipitación, temperatura y ETP) de un año concreto respecto a la (precipitación, temperatura y ETP) media histórica de un periodo de referencia (MAPAMA). El indicador anomalías de la precipitación se utiliza en la gestión del recurso para localizar las secuencias de años húmedos, secos y los periodos en que las sequías pueden afectar en mayor grado en un territorio (MAPAMA). Los ciclos secos correspondieron a: (1965–1967), (1977–1984), (1986–1989), (1991–1992) y (1996–2000). Los periodos húmedos se registraron en: (1940–1943), (1945–1948), (1957–1959) y (2001–2009) (MAPAMA).

El indicador anomalías de temperatura no muestra anomalías significativas en el intervalo evaluado. Se observa una leve tendencia hacia el calentamiento en el periodo (1993–2009) (MAPAMA). Respecto al indicador anomalía de la ETP también se produjeron leves anomalías con mínimos en los ciclos: (1940–1945), (1955–1958), (1965–1969) y 1976–1981); los valores por encima de la media se registraron en (1948–1949), (1972–1974), (1984–1994), (1996–2002) y (2004–2005) (MAPAMA). El indicador humedad del suelo se relaciona directamente con la precipitación media anual, los años hidrológicos más húmedos en las Baleares se registraron en el intervalo (2008–2009) (MAPAMA).

Figura 5. Indicadores de Estado



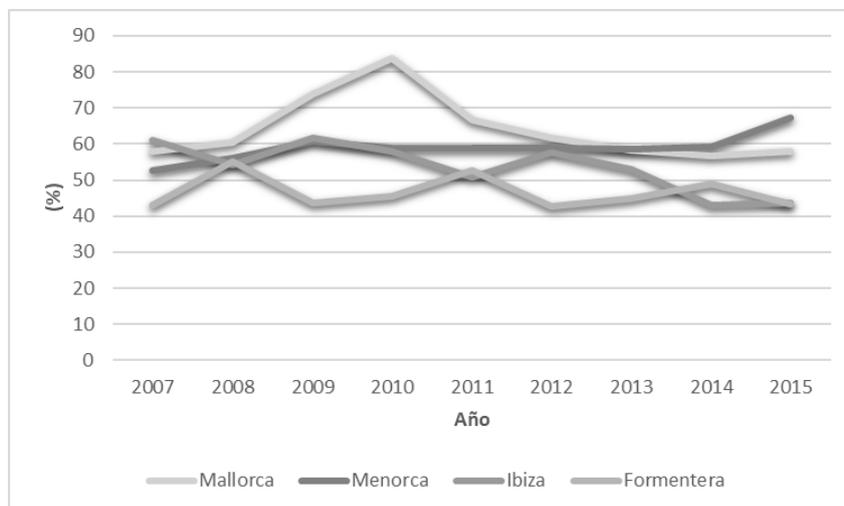
Fuente: SIA (MAPAMA)

La Figura 6 muestra el porcentaje de las reservas hídricas subterráneas en el periodo 2007 a 2015. Estas reservas son el producto de los aportes menos las extracciones, siendo los siguientes promedios para cada isla en el intervalo analizado: Mallorca 64,12 %, Menorca 59,01 %, Ibiza 50,13 %, Formentera 46,59 % y para la totalidad de las islas del 54,96 %.

Las Masas de Agua Subterránea (MAS) superan el 80 % del recurso potencial hídrico en las islas, un dato significativo es que, de las 87 MAS evaluadas en el año 2012, un 39,08 % de ellas sufrían sobreexplotación (Tabla 8), estando por tanto en mal estado cuantitativo (CMAAIP, 2016). Como análisis cualitativo, las principales vías de contaminación son la salinización por el incremento de cloruros y la contaminación por nitratos. Todas las masas con una concentración superior al umbral de 187,5 mg/l de cloruros están salinizadas tanto por la presión humana como por la propia naturaleza del acuífero (PHIB, 2015), en el 2012 un 40,22 % de las MAS estaban salinizadas (PHIB, 2015). Por otro lado, en el mismo año, la contaminación difusa por

nitratos afectaba al 26,43 % de las MAS analizadas (CMAAIP, 2016). Otro tipo de contaminación es la generada puntualmente por los vertidos urbanos e industriales.

Figura 6. Reservas hídricas subterráneas en las Islas Baleares (%)



Fuente: Informe del estado del medioambiente en Baleares (Informe de coyuntura 2014–2015) (CMAAIP, 2016)

En la Tabla 8 se muestran los recursos hídricos naturales superficiales y subterráneos del año 2015. Los superficiales disponibles fueron 6,9 hm<sup>3</sup>/año y los subterráneos de 306,59 hm<sup>3</sup>/año (PHIB, 2019).

El indicador índice de explotación mide la relación entre la demanda bruta de agua y los recursos hídricos naturales, así mismo, el índice de consumo mide la relación entre la demanda consuntiva de agua y los recursos hídricos naturales. La diferencia entre ambos es el retorno de agua que se produce al medio y que depende del tipo de uso y de la eficiencia en la utilización (MAPAMA). Respecto a las masas de agua superficiales estudiadas en las islas en el año 2009. De las analizadas, presentaron un buen estado ecológico un 45,9 % de los torrentes, un 46,6 % de las zonas húmedas y un 76,67 % de las aguas en transición.

Tabla 8. Indicadores de Estado en las Islas Baleares

Indicador	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	IB.	Fuente
<b>Recursos hídricos naturales (2015)</b>						
<b>Recursos superficiales naturales, aportaciones (hm<sup>3</sup>/año)</b>						
Potenciales	95,00	18,00	8,00	0,00	121,00	(PHIB, 2019)
Disponibles	6,90	0,00	0,00	0,00	6,90	
<b>Recursos hídricos naturales subterráneos (hm<sup>3</sup>/año)</b>						
Potenciales	423,87	65,30	34,02	4,67	527,86	(PHIB, 2019)
Disponibles	267,50	18,68	20,01	0,40	306,59	
<b>Almacenamiento de embalses (hm<sup>3</sup>/año)</b>						
Gorg Blau	3,68				3,68	(PHIB, 2019)
<b>Índices de explotación y consumo</b>						
Índice de explotación					0,87578	(PHIB, 2019)
Índice de consumo					0,70344	
<b>Estado de las masas de agua subterráneas (2012)</b>						
<b>MAS sobreexplotadas</b>						
Nº de masas de agua	64,00	6,00	16,00	1,00	87,00	CMAAIP
Masas de agua con sobreexplotación	22,00	2,00	10,00	0,00	34,00	
% sobreexplotadas	34,375	33,333	62,500	0,000	39,08	
<b>MAS salinizadas</b>						
Nº de masas de agua	64,00	6,00	16,00	1,00	87,00	CMAAIP
Masas de agua con salinización	24,00	4,00	6,00	1,00	35,00	
% con salinización	37,500	66,666	37,500	100,000	40,22	
<b>MAS contaminadas por nitratos</b>						
Nº de masas de agua	64,00	6,00	16,00	1,00	87,00	CMAAIP
Contaminadas por nitratos	19,00	3,00	0,00	1,00	23,00	
% contaminadas por nitratos	29,69	50,00	0,00	100,00	26,43	
<b>Estado de las masas de agua superficiales (2009)</b>						
<b>Torrentes</b>						
Masas de agua estudiadas	45,00	12,00	4,00	-	61,00	CMAAIP
En buen estado o muy bueno	24,00	1,00	3,00	-	28,00	
% en buen estado o muy bueno	53,30	8,30	75,00	-	45,90	
<b>Zonas húmedas</b>						
Masas de agua estudiadas	30,00	17,00	5,00	8,00	60,00	CMAAIP
En buen estado o muy bueno	15,00	11,00	0,00	2,00	28,00	
% en buen estado o muy bueno	50,00	64,70	0,00	25,00	46,60	
<b>Aguas de transición</b>						
Masas de agua estudiadas	14,00	11,00	2,00	3,00	30,00	CMAAIP
En buen estado o muy bueno	11,00	10,00	-	2,00	23,00	
% en buen estado o muy bueno	78,57	90,91	0	66,67	76,67	

Fuente: PHIB (2019) e Informe del estado del medio ambiente en Baleares  
(Informe de coyuntura 2014–2015) (CMAAIP)

Evaluada la asignación y las reservas del recurso en el horizonte de los años 2021 al 2027 se prevé un crecimiento similar al actual en los abastecimientos urbanos e industriales y un estancamiento de las demandas agrícolas. Respecto a las aportaciones naturales al ciclo hidrológico se estima una disminución del 3 % para cada periodo de 6 años por el efecto del cambio climático (PHIB, 2015). El calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial. Este calentamiento se está

incrementando en 0,2 °C por década debido a las emisiones pasadas y presentes de los GEI. Esta situación pone en riesgo a los sistemas naturales incluyendo al suministro del agua (IPCC, 2018). Se analizan dos previsiones de aumento de la demanda, una inicial de un 1 % anual y una segunda de un 2 % anual en el horizonte temporal planteado. La primera de ellas supondría que los recursos disponibles asumirían las demandas a excepción de Menorca; por el contrario, la segunda de las previsiones implicaría la insuficiencia en los recursos hídricos subterráneos (PHIB, 2015).

#### 4.4 Indicadores de impacto

Dentro de esta categoría nos encontramos con el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). Fue desarrollado en 1993 por McKee, Doesken y Kleist. Define y cuantifica el déficit de precipitación en diferentes escalas temporales para poder medir la sequía y su impacto. El SPI refleja anomalías en la precipitación: los valores positivos indican una precipitación por encima de la media, mientras que los negativos reflejan un déficit de precipitaciones en un tiempo acotado (Poquet et al., 2008). El SPI para el periodo de un año se define como (CMAAIP, 2017):

$$SPI_i = \frac{(X_i - MX_i)}{S}$$

Donde:

*SPI<sub>i</sub>*: Índice de precipitación anual estandarizado del año *i*, para *i* = 1950/51,...,2014/2015

*X<sub>i</sub>*: Precipitación anual del año *i*

*MX<sub>i</sub>*: Media de la precipitación anual para el periodo estudiado (1950/51 a 2014/15)

*S*: Desviación típica o estándar de la serie de precipitación anual del periodo (1950/51 a 2014/15)

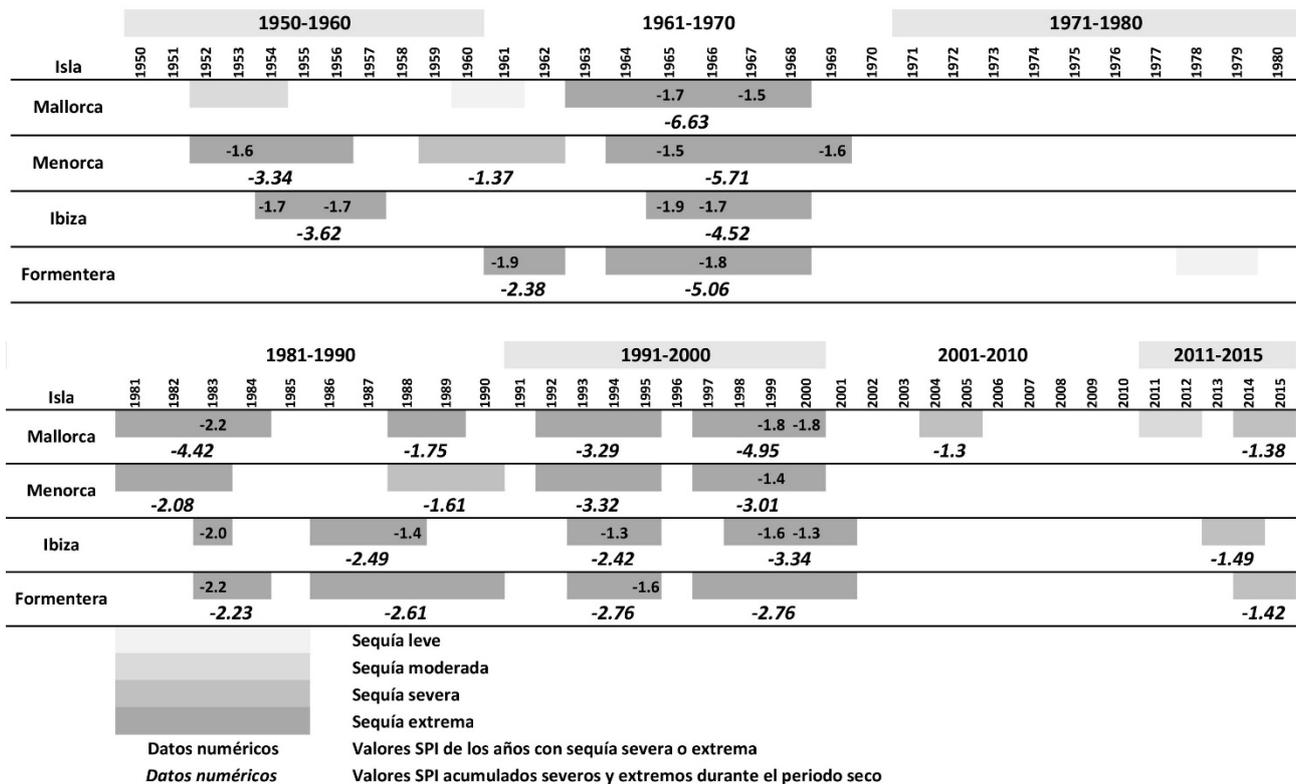
La clasificación de los umbrales de sequía fue revisada por Agnew en el año 2000 estableciendo los valores mostrados en la Tabla 9.

Tabla 9. Clasificación del SPI y probabilidad de ocurrencia de sequías meteorológicas

INTENSIDAD DE SEQUÍA	SPI	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN 60 AÑOS
EXTREMA	< -1,65	< 5 % de los años
SEVERA	-1,28 a -1,65	< 10 %
MODERADA	-0,84 a -1,28	< 20 %
LEVE A INAPRECIABLE	0 a -0,84	20 % - 50 %

Fuente: Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de les Illes Balears (CMAAIP, 2017)

Figura 7. Distribución de la sequía meteorológica en las Islas Baleares (1950–2015)



Fuente: Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de les Illes Balears, elaborado a partir de datos de la AEMET (CMAAIP, 2017)

Un periodo seco se inicia cuando el valor SPI es inferior al umbral de sequía (-0,84) y finaliza cuando se supere. La magnitud de la sequía puede establecerse como la suma acumulada de los valores mensuales de todos los episodios secos (Jorge, 2017). Esta magnitud no es función únicamente de la desviación anual de la precipitación en un año determinado sobre la media del resto de la serie de años, sino que es necesario contemplar los años previos consecutivos con la misma situación. Aspecto de vital importancia sobre la influencia de la sequía meteorológica en la recarga de acuíferos (Lorenzo-Lacruz et al., 2017). La Figura 7 aglutina los datos del SPI

acumulados durante los periodos de sequía meteorológica en las distintas islas. Los datos numéricos reflejan el valor del SPI de los años con sequías severas o extremas, y el valor del SPI acumulado de los distintos periodos secos registrados.

Los registros históricos evidencian que las sequías son más duraderas e intensas en las Pitiusas. La modernización de las técnicas de perforación y bombeo junto al avance del sector servicios de la segunda mitad del siglo XX, supuso una extracción insostenible de recurso hídrico subterráneo (CMAAIP, 2017).

#### **4.5 Indicadores de respuesta**

Como respuesta para la mejora y el seguimiento del estado de las aguas de la Demarcación se prevén una serie de inversiones en programas de actuación. La información se ha obtenido de la Evaluación ambiental estratégica del Plan Hidrológico de las Islas Baleares (PHIB, 2015). El principal programa en el periodo 2022 a 2027 corresponde al programa en operaciones de redes de gestión, control y vigilancia y red operativa. Dicho programa con una inversión estimada del 32,04 % del total permite conocer el estado de las masas de agua para su seguimiento y poder anticiparse a posibles problemáticas. Por otra parte, el programa en prevención y defensa de avenidas aumenta del 19,52 % (2016–2021) hasta el 29,66 % (2022–2027). Este programa aspira a reducir los riesgos asociados a las inundaciones. El programa en participación pública también incrementa del 6,70 % (2016–2021) hasta el 7,22 % (2022 a 2027). Contrariamente, se estima una disminución en las actuaciones encaminadas a la protección de la calidad de las aguas pasando del 8,91 % (2016–2021) hasta situarse en el 5,99 % (2022–2027).

Las campañas son un instrumento de difusión de hábitos y actitudes que buscan despertar la conciencia de que ahorrar agua es una tarea de todos (Ortega & Peña, 2016). Evaluar la efectividad de una campaña es una tarea compleja ya que depende de numerosos factores de difícil cuantificación. Como posibles mejoras (Rodríguez & UIB, 2008): especificar la situación de partida, hábitos y conductas sociales que se pretenden modificar o consolidar; analizar objetivos concretos; diseñar acciones parciales dirigidas a colectivos concretos dentro del conjunto de usuarios; trazar acciones formativas atractivas; organizar acciones progresivas antes que solucionar impactos; publicitar, ofrecer ayuda y asesoría a los usuarios; destacar la importancia de la participación; aportar información fácil y continuada ; y evaluar el resultado de las acciones, con el propósito de que los promotores consoliden sus métodos y que la sociedad perciba que sus acciones son importantes.

En relación a las inversiones en infraestructuras incluidas en el periodo 2022 a 2027, destaca la prevista en equipamientos de saneamiento y depuración de las aguas con un 43,03 % de la inversión. Por el contrario, los desembolsos relativos a la construcción de nuevas Instalaciones Desaladoras de Agua de Mar (IDAM) son algo modestos. Las acciones acordes a políticas de la demanda tendrán un peso importante con un 22,27 %.

La demanda para todos los grupos de usuarios en las Islas Baleares en el 2012 fue de 243,31 hm<sup>3</sup>/año y los recursos disponibles ascendieron a 368,69 hm<sup>3</sup>/año (PHIB, 2015). Respecto al año 2015 las demandas registradas fueron de 220,52 hm<sup>3</sup>/año y los recursos disponibles se encontraban en torno a 423,30 hm<sup>3</sup>/año (Anejo 3, PHIB, 2015). Los factores que explican la disminución de la demanda en este intervalo de tiempo se deben fundamentalmente al considerable descenso del uso de agua en el sector agrario (PHIB, 2015). La totalidad de la demanda del sector agrario en el 2012 fue de 101,27 hm<sup>3</sup>/año, mientras en el año 2015 disminuyó hasta los 69,58 hm<sup>3</sup>/año (Anexo 3, PHIB, 2015). En relación con el aumento de los recursos hídricos totales disponibles, en el año 2012 se registraron los siguientes (PHIB, 2015): recurso subterráneo (245,20 hm<sup>3</sup>/año), aguas superficiales (27,90 hm<sup>3</sup>/año), aguas desalinizadas (46,53 hm<sup>3</sup>/año) y aguas regeneradas (49,06 hm<sup>3</sup>/año). Comparativamente, los recursos hídricos totales disponibles del año 2015 fueron (Anejo 3. PHIB, 2015): aguas subterráneas (306,59 hm<sup>3</sup>/año), aguas superficiales (6,9 hm<sup>3</sup>/año), aguas desalinizadas (41,6 hm<sup>3</sup>/año) y aguas regeneradas (68,2 hm<sup>3</sup>/año). En base a los datos anteriores, se aprecia un importante incremento de recurso subterráneo, una disminución en las aguas superficiales, valores similares de aguas desalinizadas y un aumento en regeneradas. Los datos arrojan que en las islas pese a existir sobreexplotación, salinización y contaminación en algunas de sus masas no existe déficit hídrico. De la totalidad de recursos disponibles en el año 2012 el 82,69 % pertenecía a fuentes convencionales y el resto a no convencionales (PHIB, 2015).

La aplicación de estructuras de tarificación dentro de las medidas de gestión de la demanda promueve incentivos al uso sostenible y al ahorro. La dificultad para afrontar determinadas inversiones y cumplir con las disposiciones de la DMA, abre el camino de la tarificación como instrumento para el cumplimiento del principio de recuperación de costes (Martínez et al., 2009). Pese a la aplicación de estructuras de tarificación, el actual sistema español no es una herramienta eficaz para el control de la demanda de los usos urbanos. La falta de transparencia del sector enmascara que el bloque tarifario más bajo se está aplicando a buena parte de los usuarios, consecuentemente, no se está cumpliendo con los objetivos de la recuperación de costes y la eficiencia en el uso (Sánchez & Blanco, 2012). La realidad del sistema de tarificación

practicado es que, en la mayoría de los municipios españoles, la cuota fija de la factura representa un porcentaje tan alto que consecuentemente no se incentiva al usuario a la reducción del consumo. La Tabla 10 muestra que el coste unitario del agua para usos urbanos en las Baleares es superior a la media del estado (INE, 2016).

Tabla 10. Indicadores de Respuesta en las Islas Baleares

Indicador	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	IB.	Fuente
<b>Presas en activo (N.º)</b>						
Gorg Blau (1970) y Cúber (1971)	2,00				2,00	MAPAMA
<b>Capacidad de embalses (hm³)</b>						
Gorg Blau	7,36				7,36	EMAYA
<b>Volumen de agua reutilizada (hm³/año) (2015)</b>						
Campos de golf	7,93	0,22	0,58	-	8,73	(PHIB, 2015)
Regadíos	13,53	0,20	-	-	13,72	
Otros riegos agrícolas	0,79	0,81	-	-	1,60	
Jardines públicos	8,96	-	-	-	8,96	
Jardines privados	1,28	-	-	-	1,28	
Volumen total					34,29	
<b>Recursos hídricos no convencionales (hm³/año)</b>						
Aguas desaladas (2006)	20,25	0,00	4,74	0,47	25,46	ABAQUA
Aguas desaladas (2015)	42,77	0,00	7,63	0,63	12,54	
Aguas desaladas (2017)	133,76	0,00	8,05	0,63	22,06	
Aguas regeneradas (2006)	76,39	8,99	13,47	0,49	99,34	(PHIB, 2015)
Aguas regeneradas (2015)	56,10	4,50	7,10	0,50	68,20	(PHIB, 2019)
Aguas residuales tratadas (2006)					133,95	INE
Aguas residuales tratadas (2016)					114,33	
Aguas reutilizadas (2006)					48,09	
Aguas reutilizadas (2016)					37,75	
Recursos hídricos totales disponibles (2012)	316,19	19,24	31,43	1,82	368,69	(PHIB, 2015)
Recursos hídricos totales disponibles (2015)	361,00	23,20	36,90	2,20	423,30	(PHIB, 2019)
<b>Precio del agua para uso doméstico (2013) (€/m³)</b>						
Precio medio en España					1,51	lagua
Abastecimiento en las IB					1,10	
Saneamiento en las IB					1,00	
Precio en las IB					2,10	

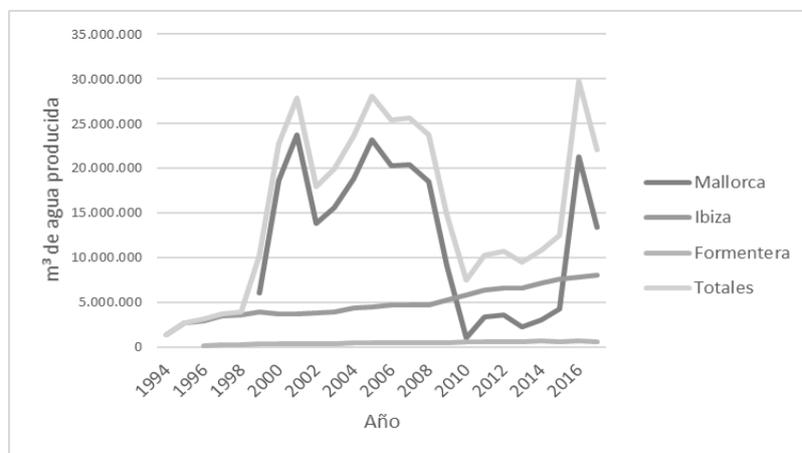
Fuente: MAPAMA, EMAYA, PHIB (2015, 2019), ABAQUA, INE e lagua

La Figura 8 muestra la producción total anual de agua desalada para el abastecimiento urbano en las Islas Baleares entre los años 1994 y 2017. La producción muestra una variación anual importante en el volumen de agua desalada.

Un estudio realizado en el municipio de Calvià (Mallorca) demuestra que el aumento de los precios del agua para usos domésticos necesariamente no reduce el consumo. La demanda del recurso es inelástica y depende de varios factores como la tipología de la vivienda. El estudio indica que las viviendas con tramos menores reducen su consumo al incrementar el precio, pero este se mantiene en los grandes consumidores (Deyà et al., 2017). En el archipiélago balear, en

el año 2008, un 44 % de su superficie estaba incluida dentro del territorio protegido por la Red Natura 2000 (CAIB, 2016).

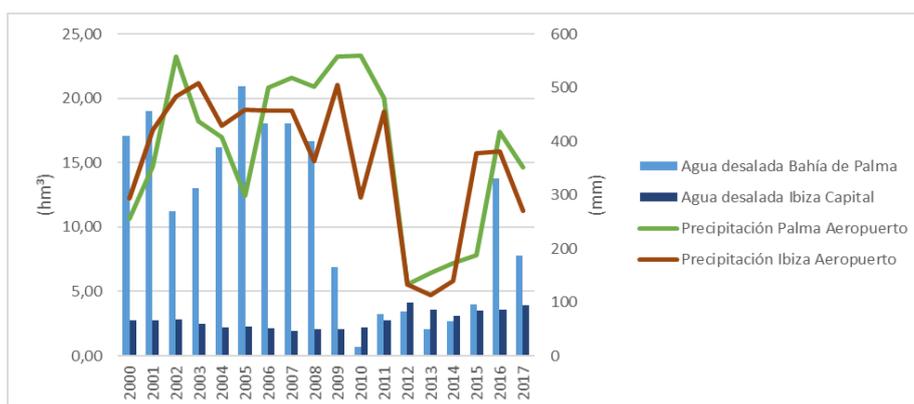
**Figura 8. Producción anual de agua desalada para abastecimiento urbano en las Islas Baleares (1994–2017)**



Fuente: ABAQUA

La Figura 9 expone la producción de la IDAM de la Bahía de Palma y en la IDAM de la ciudad de Ibiza junto a la precipitación registrada en el periodo 2000–2017.

**Figura 9. Agua desalada (hm³) en la IDAM de la bahía de Palma e Ibiza y precipitación total acumulada (mm) en las estaciones de los aeropuertos de Palma e Ibiza (2000–2017)**



Fuente: elaboración propia a partir de ABAQUA y AEMET

La IDAM de Palma registró máximos de producción en los años: 2000 con 17,09 hm³/año; 2001 con 18,98 hm³/año; 2005 con 20,91 hm³/año; 2006 con 18,07 hm³/año y 2007 con 18,02 hm³/año. Respecto a la IDAM de Ibiza capital la producción se situó en torno a los 2,8 hm³/año en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2002 reduciéndose posteriormente el volumen a valores próximos a los 2 hm³/año hasta el 2010. La instalación registró

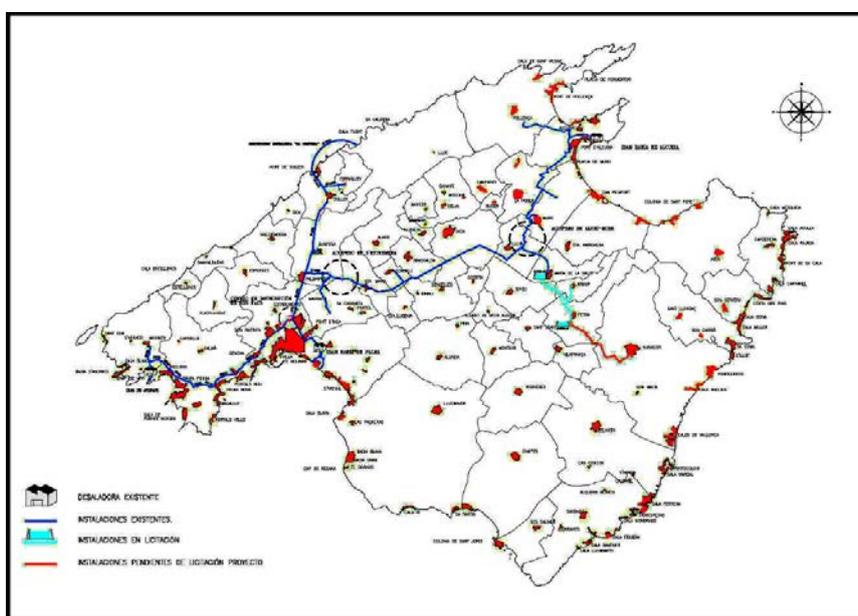
producciones máximas en los años 2012 y 2017 con 4,15 hm<sup>3</sup>/año y 3,92 hm<sup>3</sup>/año respectivamente. Comparada la producción de agua desalada con los registros de precipitación anual acumulada, se observa una controversia en la gestión. La producción de este recurso no convencional no es función del nivel de recarga natural por precipitación. La IDAM de Palma en los años más lluviosos ha mantenido la producción e incluso la ha disminuido. En la instalación de Ibiza el volumen producido ha sido más o menos constante independientemente de las precipitaciones a excepción de algunos años donde se ha aumentado la producción tras la disminución de las lluvias.

Los datos analizados muestran una mala planificación para afrontar situaciones de sequía e incumplimientos con la DMA y con las medidas establecidas en el Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de les Illes Balears. El Plan establece que, en estado de normalidad, se deben garantizar los objetivos de calidad fijados para las MAS mediante la producción de agua desalada (CMAAIP, 2017). La reducción de la producción de agua desalada en periodos con altas recargas naturales obedece a una cuestión de costes y no de capacidad de las IDAM. En zonas turísticas el agua desalada abastece a las puntas de demanda estivales intentando evitar los efectos adversos de las sequías. El principal problema de la producción de desaladas, aparte del alto coste energético, para aplicar criterios de eficiencia en su producción el agua debe ser almacenada. Eso supone que la producción de agua desalada no debe estar relacionada con las puntas de demanda sino obedecer a las necesidades promedio del recurso (Rodríguez & Gelabert, 2006).

Otro de los problemas en el abastecimiento de agua desalada en la isla de Mallorca es el existente desequilibrio territorial. Las zonas del levante y en especial el sureste de la isla, donde se producen precipitaciones escasas e irregulares, no cuentan con la instalación de IDAM y las actuales (Palma, Andratx, y Alcúdia) no están conectadas. Esta situación genera que el alto impacto turístico provoque una sobreexplotación del recurso hídrico subterráneo y, consecuentemente, un grave deterioro de los acuíferos. El proceso de desalación tiene como ventajas: se nutre de una fuente casi inagotable, no está sujeta a variaciones climáticas y es un recurso estratégico (Cosín, 2017). No obstante, también tiene una serie de inconvenientes: consumo energético elevado entre 3,5 y 4 kWh/m<sup>3</sup> (Cosín, 2017); alta emisión de GEI (Valderrama, 2018); coste elevado, ronda los 0,70 €/m<sup>3</sup> (Valderrama, 2018); alta producción de salmuera con notables consecuencias sobre la biodiversidad marina (Marcabrera, 2016); elevada acidez y corrosión; y vida limitada de las instalaciones (Claver, 2015).

Una de las infraestructuras prioritarias a acometer en Mallorca para el abastecimiento de agua en el levante sería la construcción de un anillo que intercomunicara a toda la isla y especialmente al levante sur. La Figura 10 muestra las infraestructuras de agua potable de la isla. La CMAAIP ha licitado la construcción de una conducción que comunicará a las poblaciones de María de la Salut y Petra, y tiene previsto licitar la ampliación de la red hasta Manacor (CMAAIP, 2019). La construcción de estas infraestructuras es un comienzo pero no garantizan, de momento, el abastecimiento a las poblaciones costeras. Las inversiones futuras planteadas tampoco incluyen la instalación de una nueva IDAM en el territorio.

Figura 10. Infraestructuras de agua potable en la isla de Mallorca



Fuente: CMAAIP

## 5 Discusión

El análisis de los indicadores de factor determinante pone de manifiesto la transformación del modelo productivo en las islas. La agricultura balear ha padecido un gran retroceso desde el año 1960, dada la caracterización de las explotaciones esencialmente minifundistas y por el progreso del sector servicios altamente demandante en recursos humanos (Moll, 1991). El tejido industrial regional está muy por debajo respecto a la media del estado y ha ido en detrimento desde los años 50 hasta la actualidad. Igualmente, cabe señalar que la transformación socioeconómica propició que el grupo más demandante de recurso hídrico pasó a ser el de usos urbanos, donde está integrada la demanda turística. Los modelos económicos orientados a un turismo de verano tienen como consecuencia negativa el aumento de consumo en las épocas del año con

menor aporte. Esta circunstancia puede contribuir a la degradación del recurso causando una modificación en términos de volumen, la sobreexplotación de las masas de agua y la degradación de las masas costeras por intrusión salina (García & Servera, 2003).

Los indicadores de presión reflejan que, a pesar de haberse producido una disminución del total de agua suministrada, la dotación media en el abastecimiento urbano ha ido aumentando gradualmente. Esta tendencia al alza es debida al desarrollo urbanístico de baja densidad y al crecimiento del sector turístico agregado a los usos urbanos. Por otra parte, se atisban imprecisiones en las estimaciones de las dotaciones del PHIB comparativamente al cálculo empírico realizado con las cifras reales del IPH extraídas del IBESTAT. De la misma manera, se detectan diferencias en la estimación de los suministros urbanos totales realizada por el Servicio de Estudios y Planificación comparativamente con las cifras incluidas en el PHIB. Pese al descenso de la superficie cultivada, la contaminación difusa procedente de la actividad agropecuaria sigue siendo una de las principales presiones sobre las aguas subterráneas.

Un dato relevante de los indicadores de estado es que de las 87 MAS evaluadas en el año 2012 un 39,08 % sufrían sobreexplotación, el 40,22 % estaban salinizadas y el 26,43 % presentaban contaminación por nitratos.

Las precipitaciones que se producen en las Baleares son las propias del clima mediterráneo marino con inviernos lluviosos; veranos secos y primaveras y otoños variables, además de alternarse ciclos secos con húmedos. Dada la caracterización hidrológica de las islas, el aporte de recurso natural en forma de precipitaciones es clave para la recarga de las reservas subterráneas. En relación con los indicadores de impacto, aplicado el cálculo empírico del SPI en el intervalo de tiempo 1950–2015, se aprecian episodios de sequía extrema en todas las islas que conforman el archipiélago (CMAAIP, 2017).

Los resultados obtenidos tras el análisis de los indicadores de respuesta se pueden sintetizar en tres conclusiones principales:

1. Las inversiones en programas de actuación (2022–2027) dotan de gran relevancia a las acciones encaminadas a las redes de gestión, control y vigilancia y red operativa. De la misma manera, incrementa la inversión en el programa en prevención y defensa de avenidas, y en el de participación pública. No obstante, se estima una disminución en la protección de la calidad de las aguas. Con relación a las inversiones en infraestructuras (2022–2027) no está prevista la construcción de una nueva IDAM en el levante mallorquín, sin embargo, se prevé la ampliación de las redes de abastecimiento hasta

Manacor en el futuro. También se mejorarán las redes de saneamiento y depuración de aguas (PHIB, 2015).

2. El análisis muestra la controversia existente en la gestión del recurso hídrico subterráneo y la planificación frente a situaciones de sequía. Revisadas las estadísticas de la producción de agua desalada, se concluye que, por una cuestión meramente de costes y no por capacidad de las IDAM, la producción de agua por esta fuente alternativa no mitiga el nivel de extracción de las reservas subterráneas naturales en los años de mayor recarga. Consecuentemente, se produce la sobreexplotación de los acuíferos impidiendo su recuperación para afrontar situaciones de escasez. Esta práctica incumple con lo dispuesto por la DMA en lo relativo a la recuperación ecosistémica de los sistemas acuáticos por la importancia de las aguas subterráneas y su conexión con las superficiales. Por otro lado, se está incumpliendo con las medidas estratégicas del Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de les Illes Balears. Otra de las problemáticas identificadas es el desequilibrio territorial presente en el abastecimiento de agua desalada en el levante de Mallorca. Pese al alto impacto turístico que soporta la región, no cuenta con la instalación de desaladoras ni sus municipios o núcleos urbanos están conectados a las IDAM actuales.
3. Pese a que la DMA contempla la inserción de medidas desde el lado de la demanda, como la implantación de sistemas tarifarios que cumplan con el principio de la recuperación de los costes y fomenten el uso eficiente del recurso, el actual modelo tarifario español no es una herramienta útil para incentivar un consumo racional (Sánchez y Blanco, 2012). Los altos costes fijos de la factura aunado a que la mayoría de los usuarios abonan el bloque más bajo, redundan en que un aumento del precio en la parte variable no supone una retracción en el consumo.

Los indicadores seleccionados permiten caracterizar la gestión hídrica de la demarcación analizada. Incorporan las distintas dimensiones de la gestión integrada del recurso hídrico mediante el análisis de diversos aspectos: legales, técnicos, ambientales, económicos y sociales. Como valoración crítica a la obtención de datos e información para la aplicación de los indicadores existen debilidades a la hora de aplicarlos. La información oficial disponible es de alta periodicidad de producción y por tanto su frecuencia de actualización es baja. Por otro lado, se han detectado diferencias en algunos datos numéricos concretos entre las distintas versiones del PHIB, así como, discrepancias entre fuentes oficiales.

## 6 Conclusiones

El esquema FPEIR aplicado a escala básica de la demarcación se erige como un instrumento útil de apoyo en la gobernanza del agua. Las políticas públicas de gestión interpretan y aplican la información facilitada por los indicadores hídricos en una contextualización sectorial y espacial para contribuir a la mejora reconociendo las carencias, las debilidades y las fortalezas tanto desde el punto de vista del recurso como el de sus ecosistemas asociados. Valorar en el tiempo y en el espacio las demandas requeridas por los distintos usos consuntivos es una labor fundamental en la planificación hídrica. La estimación de las previsiones futuras facilita el conocimiento de la demarcación hidrográfica y la mejora de la estrategia a seguir frente a posibles tendencias hídricas deficitarias.

a) Los indicadores aplicados manifiestan un continuo incremento de la demanda ligado a los procesos de desarrollo urbanístico y turístico desde la década de 1960 hasta la actualidad. El modelo turístico de base hotelera y de segunda residencia establecido en las zonas costeras del mediterráneo español, supone el aumento puntual de la demanda en épocas de menor recarga natural. Este hecho, obliga a disponer de las reservas suficientes que satisfagan esos picos, o bien, debe proveerse recurso no convencional para evitar un estrés excesivo a las reservas hídricas naturales.

Los niveles de consumo urbano son distintos en función del desarrollo territorial (Juárez, 2008). Los municipios con un modelo urbano de la alta densidad presentan dotaciones menores respecto a las poblaciones de baja densidad residencial (Vera, 2006). En cualquier caso, cuantificar el consumo turístico es una tarea compleja al integrarse en el sector tanto la oferta hotelera como la extrahotelera (Rico, 2007).

b) Es preciso incorporar variables hidrológicas para la toma de decisiones territoriales en las islas y con una perspectiva global basada en el ciclo integral del agua. Los indicadores aplicados pueden valorar los costes y los beneficios de los cambios de uso introducidos por las actividades económicas. La ordenación y la planificación territorial tienen en cuenta las limitaciones del crecimiento insular, así como, la restricción que supone la disponibilidad de agua (art. 3 LUIB 12/2017, de 29 de diciembre). La historia urbanística y territorial acaecida en las últimas décadas en la Islas Baleares ha evolucionado hacia el desarrollo costero con ocupación de suelo (Rullán, 2010). El PHIB prevé un crecimiento de la población residente y una estabilización de la población estacional en los próximos años. Estas variables demográficas son determinantes a la hora de prever los abastecimientos urbanos. Las

grandes demandas se producen en verano, coincidiendo con la mayor ocupación y con la menor disponibilidad de agua. Pero tanto las infraestructuras como los sistemas de distribución están trabajando al máximo de sus posibilidades, en consecuencia, un modelo territorial de crecimiento ilimitado no es sostenible con relación a la disponibilidad de agua (PHIB, 2019). A la vista de estas previsiones, la disponibilidad de recurso hídrico podría ser un freno para algunos planes urbanísticos y territoriales. Las políticas públicas de regulación, ordenación, ocupación y transformación de los usos del suelo tienen como finalidad el interés general y el uso sostenible de los recursos naturales (art. 3 LUIB 12/2017, de 29 de diciembre).

- c) El diagnóstico realizado indica que en las islas no existe déficit hídrico, pero si se han producido escenarios de escasez y sequía en algunos años secos con registros pluviométricos bajos. Los datos aportados por los indicadores muestran en distinto grado porcentual para cada una de las islas la existencia de masas de agua sobreexplotadas, salinizadas y contaminadas.

El sistema español de tarificación no fomenta el uso racional del recurso, por tanto, incumple con el principio de la recuperación de costes de la DMA. La solución radica en la implantación de sistemas tarifarios que apliquen precios progresivos más altos, con tarifas escalonadas que mantengan un precio accesible a los bajos consumos y, por otro lado, elevar el precio a los grandes consumidores como medida compensatoria al coste total del recurso (Deyà et al., 2017). Para ello, es fundamental conocer en detalle el consumo en función de las tipologías de las viviendas y así poder aplicar las tarifas apropiadas; tarea a día de hoy muy compleja.

El nivel de producción de agua desalada no guarda vinculación con las recargas naturales por consiguiente, esta práctica no permite aliviar las presiones sobre las reservas subterráneas evitando de esta manera una recuperación adecuada de los acuíferos.

- d) El actual modelo de gestión prioriza a las inversiones directas frente a la inserción de medidas indirectas de carácter estratégico. Las inversiones en programas de planificación son escasas y se han reducido en los últimos años (CMAAIP, 2019).
- e) El empleo de indicadores en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares precisa mejorar y profundizar los datos disponibles para su óptima aplicación, puesto que, en muchos de los casos, resultan insuficientes o no están actualizados.

La información proporcionada por los indicadores dentro del marco de referencia FPEIR permite comprender las relaciones causales entre el desarrollo, los aspectos medioambientales y paisajísticos, y los resultados de las políticas utilizadas siguiendo una secuencia lógica lineal. Sin embargo, el modelo presenta ciertas limitaciones al no poder reflejar las complejas cadenas causales resultantes de dichas interacciones (Simón et al., 2013). Otra de las limitaciones del modelo se debe a que dada la multitud de sistemas que conforman una cuenca, el esquema no permite extrapolar la información de cada sistema a un nivel más global (Carreño et al., 2008). Aspectos como la variabilidad de las recargas naturales entre las zonas secas y las húmedas, el desigual desarrollo urbanístico entre los territorios de interior y los costeros junto a las particularidades hídricas de cada sistema, demandan evaluar la funcionalidad de cada uno para forjar conclusiones. Pese a los anteriores condicionantes, el empleo de indicadores proporciona variables numéricas descriptivas que arrojan información sólida y específica acotada a la unidad de gestión de la cuenca. En definitiva, su empleo se erige como una herramienta de apoyo frente a la toma de decisiones al cumplir con un doble propósito. En primer lugar, permiten evaluar el estado del recurso y, en segundo lugar, favorecen a la planificación.

- f) La autonomía y la seguridad en el suministro requiere de avances que integren la planificación territorial del recurso junto a la moderación del crecimiento en las zonas costeras mediterráneas. La persistencia de un modelo sin conciencia ambiental pondría en peligro la disponibilidad de agua de calidad para todos los usos consuntivos. En las Baleares es de vital importancia incurrir en la preservación de la principal fuente de abastecimiento optimizando el nivel de extracción de las reservas hídricas subterráneas y dando mayor peso a la producción de agua por fuentes no convencionales. Dicha planificación será necesaria para afrontar los periodos de escasez de recurso propios del clima mediterráneo.

La administración del agua al amparo de datos representativos y equiparando información temporal, numérica y cualitativa, debe anticiparse a la sobreexplotación, a la contaminación y a las tendencias de insostenibilidad en su utilización. Acciones como la mejora de las redes de distribución o la planificación de las campañas de educación y sensibilización sobre un consumo racional, necesitan ser medidas, estudiadas y mejoradas.

**Agradecimientos:** El presente trabajo ha sido posible gracias a un Convenio de Colaboración entre la Universitat Politècnica de València y la Universitat de les Illes Balears dentro de un programa

individual de intercambio de doctorado del primer autor, en cuya tesis se integrará dicho trabajo. Los autores agradecen a las/os revisoras/es de este artículo sus observaciones y recomendaciones.

**Declaración responsable:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés con relación a la publicación de este artículo. Las tareas se han distribuido de la siguiente manera: el artículo ha sido coordinado conjuntamente por V. Estruch-Guitart y C. García. Los tres autores han participado en la revisión bibliográfica y en la recopilación y tratamiento de datos. La redacción del artículo recayó en S. Navarro Sousa.

## Bibliografía

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2015). Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España. Retrieved from [http://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_grafi\\_cos](http://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_grafi_cos)

Agencia Europea de Medio Ambiente (2006). *Conjunto básico de indicadores de la AEMA*. Ministerio de Medio Ambiente. Retrieved from [https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/ConjuntoBasicoIndicadores\\_tcm30-185692.pdf](https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/ConjuntoBasicoIndicadores_tcm30-185692.pdf)

Andreu, N., Blázquez, M., López, S., Mas, Ll., Mateu, J., Morell, F., ..Truyols, G. (2003). *La mesura de la sostenibilitat del turisme a les Illes Balears. Indicators de Sostenibilitat del Turisme a les Illes Balears*. Centre d'Investigació i Tecnologies Turístiques de les Illes Balears (CITTIB). Retrieved from [https://ost.uib.cat/digitalAssets/517/517486\\_3.pdf](https://ost.uib.cat/digitalAssets/517/517486_3.pdf)

Arrojo, P. (2006). Los retos éticos de la nueva cultura del agua. *Polis, Revista Latinoamericana*, 14. Retrieved from <http://journals.openedition.org/polis/5060>

Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (2008). Cuadernos Fundación BBVA. *La población de les Illes Balears*. Retrieved from [https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/cp\\_41\\_Illes%20Balears.pdf](https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/cp_41_Illes%20Balears.pdf)

Buccheri, M.J., & Comellas, E.A. (2015). Indicadores para el monitoreo y evaluación hacia la GIRH. In Estructplan. Retrieved from <https://estrucplan.com.ar/articulos/indicadores-para-el-monitoreo-y-evaluacion-hacia-la-girh/>

Cabrera, E. (2008). El suministro de agua urbano en España. Fundación Nueva Cultura del Agua. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Convenio Universidad de Sevilla—Ministerio de Medio Ambiente.

Retrieved from [http://www.lis.edu.es/uploads/3b558454\\_a462\\_452a\\_beed\\_8802276add7c.pdf](http://www.lis.edu.es/uploads/3b558454_a462_452a_beed_8802276add7c.pdf)

CAIB (2016). La Unión Europea prepara un sello para los productos producidos dentro de Red Natura 2000. Retrieved from <http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?lang=es&codi=2579551&coduo=1>

Canales, G., Ponce, M.D. (2018). Un aprovechamiento sostenible del agua: el eficiente sistema tradicional de riego en la Huerta del Bajo Segura. In J. Melgarejo Moreno & R. Abadía Sánchez (Eds.), *Agroalimentación, agua y sostenibilidad* (pp. 171–191). Orihuela: Ayuntamiento; Alicante: Universidad. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10045/83951>

Carreño, M.F., Martínez, J., Miñano, J., Suárez, M.L., Robledano, F., Vidal-Abarca, M.R., ... Esteve, M.A. (2008). Indicadores de Sostenibilidad del Agua: caso Cuenca del Segura. In *Actas del 6º Congreso Ibérico: gestión y planificación del agua*. Vitoria-Gateiz. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/233760854\\_Indicadores\\_de\\_Sostenibilidad\\_del\\_Agua\\_caso\\_Cuenca\\_del\\_Segura](https://www.researchgate.net/publication/233760854_Indicadores_de_Sostenibilidad_del_Agua_caso_Cuenca_del_Segura)

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

Chirino, E., Abad, J., & Bellot, J.F. (2008). Uso de indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. *Revista Ecosistemas*, 17, 107–114. <http://hdl.handle.net/10045/7628>

Claver, J.M.(2015). Traspase y desalación en la cuenca del Segura. *lagua*. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/jose-manuel-claver/traspase-y-desalacion-cuenca-segura>

Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Govern de les Illes Balears (2012). *La agricultura de las Islas Baleares en peligro de extinción*. Palma. Retrieved from [http://www.upa.es/\\_noticias/Baleares\\_informe\\_govern-per\\_insularitat-PAC.pdf](http://www.upa.es/_noticias/Baleares_informe_govern-per_insularitat-PAC.pdf)

Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Govern de les Illes Balears (2015). *Plan Hidrológico de las Illes Balears (2015–2021)*. Memoria. Palma. Retrieved from [http://www.caib.es/sites/aigua/ca/pla\\_hidrolagic\\_de\\_les\\_illes\\_balears/](http://www.caib.es/sites/aigua/ca/pla_hidrolagic_de_les_illes_balears/)

Conselleria Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears (2016). *Análisis económico detallado del uso y de la recuperación de costes de los servicios del agua en la demarcación hidrográfica de las Islas Baleares en relación a la implementación de la Directiva 2000/60/CE de Aguas (Periodo 2014–2015)*. Palma. Retrieved from <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST259Zl232158&id=232158>

Conselleria Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Direcció General Educació Ambiental, Qualitat Ambiental i Residus de les Illes Balears. Govern de les Illes Balears (2016). *Estado del Medio Ambiente en las Illes Balears (2014–2015)*. Informe de actualización de los indicadores. Palma. Retrieved from [http://www.caib.es/sites/informesmediambient/es/informe\\_2014-2015\\_coyuntura/](http://www.caib.es/sites/informesmediambient/es/informe_2014-2015_coyuntura/)

Conselleria Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Direcció General de Recursos Hídrics. Govern de les Illes Balears (2017). Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía

de les Illes Balears. BOIB núm 155, de 19 de diciembre de 2017. Retrieved from [http://www.caib.es/sites/aigua/ca/pla\\_especial\\_dactuacio\\_en\\_situacions\\_dalerta\\_i\\_eventual\\_sequera\\_-23087/](http://www.caib.es/sites/aigua/ca/pla_especial_dactuacio_en_situacions_dalerta_i_eventual_sequera_-23087/)

Conselleria Medi Ambient, Agricultura i Pesca de les Illes Balears. Govern de les Illes Balears (2019). *El ITS contribuye con 14,7 millones de euros en la mejora de la red de abastecimiento en alta de Mallorca*. Palma. Retrieved from [http://www.caib.es/pidip2front/jsp/es/ficha\\_convocatoria/strongel-its-contribuye-con-147-millones-de-euros-en-la-mejora-de-la-red-de-abastecimiento-en-alta-de-mallorcastrong](http://www.caib.es/pidip2front/jsp/es/ficha_convocatoria/strongel-its-contribuye-con-147-millones-de-euros-en-la-mejora-de-la-red-de-abastecimiento-en-alta-de-mallorcastrong)

Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Govern de les Illes Balears (2019). *Plan Hidrológico de las Baleares (2015–2021). Memoria*. Palma. Retrieved from [http://www.caib.es/sites/aigua/ca/revisia\\_anticipada\\_del\\_pla\\_hidrologic\\_de\\_les\\_illes\\_balears/](http://www.caib.es/sites/aigua/ca/revisia_anticipada_del_pla_hidrologic_de_les_illes_balears/)

Cosín, C. (2017). El agua y el cambio climático. *Iagua*. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/carlos-cosin/agua-y-cambio-climatico>

Deyà-Tortella, B., Garcia, C., William, N., & Tirado, D. (2017). Analysis of Water Tariff Reform on Water Consumption in Different Housing Typologies in Calvià (Mallorca). *Water* 9(6), 425. <https://doi.org/10.3390/w9060425>

Díaz, D., (2015). *Aplicación de las metodologías DPSIR, ANP y ARS en el manejo y conservación del Parque Nacional Waraira Repano, Venezuela* (Doctoral dissertation, Universidad politécnica de Valencia, Spain). Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48804/D%C3%8DAZ%20-%20APLICACI%C3%93N%20DE%20LAS%20METODOLOGIAS%20DPSIR%2C%20ANP%20Y%20ARS%20EN%20EL%20MANEJO%20Y%20CONSERVACION%20DEL%20PARQUE%20NAC....pdf?sequence=1>

Domene, E., & Saurí, D. (2006). Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Studies*, 43(9), 1605–1623. <https://doi.org/10.1080/00420980600749969>

España. Ley 12/2017, de 29 de diciembre, de urbanismo de las Illes Balears. Boletín Oficial del Estado, 23 de enero de 2018, núm 20, 8324–8456. Retrieved from <https://www.boe.es/eli/es-ib/l/2017/12/29/12/con>

España. Ley 6/1999, de 3 de abril, de las Directrices de Ordenación Territorial de las Illes Balears y de Medidas Tributarias. Boletín Oficial del Estado, 25 de mayo de 1999, núm 124, 19633-19660. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-11707>

Empresa municipal d'Aigües i Clavegueram, S.A (EMAYA). *Embalse de Gorg Blau. Captación* Retrieved from <https://www.emaya.es/ciclo-agua/ciclo-integral-del-agua/captacion/gorg-blau/>

Forcades, A., & Martorell, O. (2003). Situación actual y perspectivas del turismo en las Illes Balears. Bases para una contribución a la reflexión sobre su futuro. *Cercle d'Economía de Mallorca*. Retrieved from [http://www.cambramallorca.com/documentos/Desp\\_324.pdf](http://www.cambramallorca.com/documentos/Desp_324.pdf)

Fundación Nueva Cultura del Agua. (2015). *Recomendaciones de la Comisión Europea al Gobierno de España para el segundo ciclo de planificación*. Retrieved from <https://fnca.eu/38-observatoriodma/observatorio-dma/483-informe-oppa-evaluador-del-primer-ciclo-planificacion>

Garcia, C., & Servera, J. (2003). Impacts of Tourism Development on Water Demand and Beach Degradation on the Island of Mallorca (Spain). *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 85, 287–300. Retrieved from

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.0435-3676.2003.00206.x>

Garcia, C., Amengual, A., Homar, V., & Zamora, A. (2017). Losing water in temporary streams on a Mediterranean island: effects of climate and land-cover changes. *Global and Planetary Change* 148, 139-152.

García, M.A., & Martorell, O. (2006). Una reflexión sobre el modelo turístico de las Illes Balears. In *Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa. XX Congreso anual de AEDEM*, vol. 1, p. 76. Palma de Mallorca 2006. Retrieved from

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2487711>

García, X. (2014). Jardines privados y consumo de agua en las periferias urbanas de la comarca de la Selva (Girona). *Investigaciones geográficas*, 61, 55–69. <https://doi.org/10.14198/INGEO2014.61.04>

Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. (2002). *Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade* (Value of wáter research report 11). UNESCO-IHE.

Hoekstra, A. Y., Mekonnen, M.M., Chapagain, A.K., Mathews, R.E., & Richter, B.D. (2012). Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability. *PLoS ONE* 7(2), e32688. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032688>

- Hof, A., & Blázquez-Salom, M. (2015). Changing tourism patterns, capital accumulation, and urban water consumption in Mallorca, Spain: A sustainability fix? *Journal of Sustainable Tourism*, 23, 770–796. <https://doi.org/10.1080/09669582.2014.991397>
- Horrach, J.M. (2016). La sequía en Baleares. *agua*. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/juan-mateo-horrach/sequia-baleares>
- agua. La web del sector del agua (2019). *El precio del agua en España*. Retrieved from <https://www.iagua.es/noticias/locken/precio-agua-espana>
- Ibáñez, R. M., (2012). Indicadores de sustentabilidad: utilidad y limitaciones. *Teoría y praxis*, 8, 102–126. Retrieved from <http://www.teoriaypraxis.uqroo.mx/doctos/Numero11/lbarez.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística (2016). *Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua Año 2016*. Madrid: INE. Retrieved from [https://www.ine.es/prensa/essa\\_2016.pdf](https://www.ine.es/prensa/essa_2016.pdf)
- Jorge, P. (2017). *Clasificación regional de los periodos de sequía en la Comunidad Valenciana*. (Master Thesis, Universitat Politècnica de València, Spain). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10251/88428>
- Juárez, C. (2008). Indicadores hídricos de sostenibilidad y desarrollo turístico y residencial en la Costa Blanca (Alicante). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 213–243. Retrieved from <https://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/2037>
- Lorenzo-Lacruz, J., Garcia, C., & Morán-Tejeda, E. (2017). Groundwater level responses to precipitation variability in Mediterranean insular aquifers. *Journal of Hydrology* 552, 516–531. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.011>
- Marcabrera (2016). *Desaladoras en Mallorca*. Retrieved from <https://www.marcabrera.com/en/newsitem/desaladoras-en-mallorca>
- Martínez, A., Albiol, C., & Masana, J. (2009). La Financiación del ciclo del Agua en España. Problemática y retos de futuro. *Presupuesto y gasto público*, 57, 51–75. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3219252>
- Mckee, T.B., Doeksen, N.J., & Kleist, J. (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *American Meteorological Society* (pp. 179–184). Preprints 8Th Conference on Applied Climatology. Anaheim (California, United States), January 17–22. Retrieved from [http://www.droughtmanagement.info/literature/AMS\\_Relationship\\_Drought\\_Frequency\\_Duration\\_Time\\_Scales\\_1993.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf)

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2008). *Sistemas de Indicadores del Agua (SIA)*. Madrid: MAPAMA. Retrieved from <https://servicio.mapama.gob.es/sia/indicadores/home.jsp>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2011). Sostenibilidad y territorio. Huella hídrica de España. Retrieved from

<https://www.chj.es/Descargas/ProyectosOPH/Consulta%20publica/PHC-2015-2021/ReferenciasBibliograficas/UsosdelAgua/MARM,2011c.Huella%20hidrica%20de%20Espana%5B1%5D.pdf>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015). Real Decreto 701/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears. BOE núm. 171 de 17 de julio de 2015. Retrieved from

<https://www.boe.es/boe/dias/2015/07/18/pdfs/BOE-A-2015-8045.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica (2019). Real Decreto 51/2019, de 8 de febrero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears. BOE núm. 47 de 23 de febrero de 2019. Retrieved from

<https://www.boe.es/boe/dias/2019/02/23/pdfs/BOE-A-2019-2556.pdf>

Moll, I. (1991). Los estudios de Historia Agraria en Mallorca. *Historia Agraria*. Retrieved from <http://www.historiaagraria.com/es/numeros/isabel-moll-blanes-los-estudios-de-historia-agraria-en-mallorca>

Morote, A. F., Hernández, M., & Rico, A.M. (2016). Causes of Domestic Water Consumption Trends in the City of Alicante: Exploring the Links between the Housing Bubble, the Types of Housing and the Socio-Economic Factors. *Water*, 8(9), 374. <http://dx.doi.org/10.3390/w8090374>

Morote, A.F., Hernández, M., & Rico, A.M (2018). Patrones de consumo de agua en usos turístico-residenciales en la costa de Alicante (España) (2005–2015). Una tendencia desigual influida por la tipología urbana y grado de ocupación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 3(2), 357–383. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.62484>

Observatorio de la Sostenibilidad en España (2008). Agua y sostenibilidad: Funcionalidad de las cuencas. In *Hispagua*. Retrieved from

<http://hispagua.cedex.es/documentacion/documento/32746>

Olcina, J., Baños, C.J., & Rico, A.M. (2016). Medidas de adaptación al riesgo de sequía en el sector hotelero de Benidorm (Alicante, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 65, 129–153. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10045/61510>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1993). *OECD core set of indicators for Environmental performance reviews*. Paris: OECD. Retrieved from [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2001). *Indicadores medioambientales para la agricultura métodos y resultados*, vol. 3. Retrieved from <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/1960514.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2003). *OECD environmental indicators development, measurement and use*. Paris: OECD. Retrieved from <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>

Ortega, D., & Peña, A. (2016). Análisis crítico de las campañas de comunicación para fomentar la “cultura del agua” en México. *Nueva época*, 26, 223–246. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2016000200223&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2016000200223&script=sci_abstract)

Pellicer, F. (2014). Huella Hídrica y Planificación Hidrológica: Aplicación en la Demarcación Hidrográfica del Segura (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia, Facultad de Biología, Spain).

Picó, M.J. (2009, May 08). Las Baleares: del clima mediterráneo marítimo al subtropical. *Levante. El mercantil valenciano*. Retrieved from <http://www.levante-emv.com/opinion/2009/08/05/baleares-clima-mediterraneo-maritimo-subtropical/618376.html>

Polanco, C. (2006). Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones. *Gestión y Ambiente*, 9, 27–41. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/52056/0>

Poquet, D., Belda, F., & García-Haro, F.J. (2008). Seguimiento y regionalización de la sequía en la Península Ibérica mediante SPI y técnicas de teledetección. In L. Hernández & J. M. Parreño (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC*. XIII Congreso Nacional de Tecnologías de la información geográfica. Tecnologías de la información geográfica para el desarrollo territorial.

Las Palmas de Gran Canaria, September 15–19. Retrieved from <http://www.age-geografia.es/tig/congresos/grancanaria08.html>

Quevedo, Y., & Díaz, C. (2007). Medición del desarrollo sostenible mediante los indicadores Presión-Estado- Respuestas (PER). *Monografías.com*. Retrieved from <https://www.monografias.com/trabajos57/medicion-desarrollo-sostenible/medicion-desarrollo-sostenible2.shtml>

Rico, A. M. (2007). Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Geográficas*, 42, 5–34. <http://dx.doi.org/10.14198/INGEO2007.42.01>

Robledo, P.A., Mateos, R.M., & Lopez, J.M. (2006). Contaminación por nitratos de origen agrícola en el llano de Sa Pobla (Mallorca). Factores que controlan su distribución espacial y temporal. *Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 17, 109–113. Retrieved from <http://info.igme.es/ConsultaSID/presentacion.asp?Id=131574>

Rodríguez, A., & Gelabert, B. (2006). La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en las Islas Baleares. *Investigaciones Geográficas*, 41, 49–64. Retrieved from <https://doi.org/10.14198/INGEO2006.41.04>

Rodríguez, A., & Fundación Ecología y Desarrollo y Universidad de las Islas Baleares (2008). Campañas de ahorro de agua: lecciones aprendidas. Documentos del 9º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Madrid). Retrieved from [http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/GTs/GT\\_AHA//AHA\\_final.pdf](http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/GTs/GT_AHA//AHA_final.pdf)

Rullán, O. (2010). Los efectos territoriales de las dinámicas globales en unas islas turísticas mediterráneas: las Baleares. *El Periplo Sustentable*, 18, 119–160. Retrieved from <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/5032>

Rullán, O. (2010). Las políticas territoriales en las Islas Baleares. *Cuadernos Geográficos*, 47, (2010-2), 403–428. Retrieved from <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/614>

Sauri, D., (2013). Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 227–248. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-013113-142651>

Sánchez, V.E., & Blanco, F.J. (2012). El uso sostenible del agua en núcleos urbanos: las tarifas como herramienta de control del consumo. *Observatorio Medioambiental*, 15, 35–59. Retrieved from <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/40331>

Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (2014). Detalles geoestadística. In *SITIBSA*. Retrieved from

<https://www.caib.es/sacmicrofront/noticia.do?idsite=5505&cont=86279&lang=es>

Simón, J.C., García, R., del Barrio, G., Ruiz, A., Márquez, S., & Sanjuán, M.E. (2013). *Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Retrieved from

[https://www.miteco.gob.es/en/biodiversidad/publicaciones/indicadores\\_tcm38-197157.pdf](https://www.miteco.gob.es/en/biodiversidad/publicaciones/indicadores_tcm38-197157.pdf)

Sotelo, M. (2014). Planificación y gestión del agua en España, en la actualidad. *Observatorio medioambiental*, 17, 375–408. [https://doi.org/10.5209/rev\\_OBMD.2014.v17.47201](https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.2014.v17.47201)

Sotelo, J.A., Tolón, A., & Lastra, X. (2011). Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso. *Estudios Geográficos*, 271, 611–654. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201124>

Sotelo, M. (2018). Aspectos económicos, sociales y territoriales de la huella hídrica española (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid, Spain). Retrieved from

<http://eprints.ucm.es/47991/1/T40003.pdf>

Sotillo, M.G., Ramis, C., Romero, R., Alonso, S., & Homar, V. (2003). Role of orography in the spatial distribution of precipitation over the Spanish Mediterranean zone. *Climate Research*, 23, 247–261. <http://hdl.handle.net/10261/88265>

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). *Informe de evaluación*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Torres, T., Sala, M., & Farré, M. (2015). Grado de sostenibilidad de los ámbitos turísticos catalanes. *Revista de Turismos y Patrimonio Cultural*, 13, 1451–1462.

<https://doi.org/10.25145/j.pasos.2015.13.101>

Unión Europea. Directiva (UE) 2000/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 327, 22 de diciembre de 2000, pp. 1–72.

- Universitat Autònoma de Barcelona (2014). Bases per a la Gestió del Paisatge de la Serra de Tramuntana: 13 propostes i 55 projectes. Retrieved from <https://ddd.uab.cat/record/115814>
- UN-Water/WWAP (2003). Agua para todos, agua para la vida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149406>
- Valderrama, J.M. (2018). Desalar agua, una solución prometedora con algunos inconvenientes. In *Foro de la economía del agua*. Retrieved from <http://forodelaeconomiadelagua.org/desalar-agua-una-solucion-prometedora-con-algunos-inconvenientes/>
- Vázquez, R.A., García, R.M (2017). Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 27(53-1). <http://dx.doi.org/10.20983/noesis.2018.3.1>
- Vázquez, P. (2017). Evaluación del impacto del Programa de Desarrollo Rural 2007–2013 (PDR) sobre el sector agrario de las Islas Baleares. UIB. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11201/146439>
- Vera, J.F. (2006). Agua y modelo de desarrollo turístico: la necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 42, 155–178. Retrieved from <https://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/571>
- World Commission on Environment And Development (WCED) (1987). *Our Common Future* (Brundtland Report). United Nations.