



Menorca mira al futuro



La resiliencia hídrica de la Menorca del 2050

Manel de Febrer · ingeniero

1. DEL ALJIBE AL SISTEMA INTEGRAL

Menorca ha pasado de un modelo disperso de abastecimiento, cisternas, “aljubs” y pozos particulares, a un sistema hidráulico al límite de su capacidad, basado en los acuíferos de Migjorn y Albaida.

Estos acuíferos aportan más del 90 % del agua consumida, pero su equilibrio depende de una recarga limitada, condicionada por la pluviometría, el tipo de terreno utilizado por el ser humano, el cambio climático y la presión humana (turismo, urbanización y agricultura).

La resiliencia hídrica insular se entiende como la capacidad del sistema para mantener el abastecimiento y la calidad del agua incluso en años secos, mediante una diversificación de fuentes: agua subterránea, desalación, reutilización de aguas depuradas, aprovechamiento de las aguas pluviales y regeneradas.

2. BALANCE HÍDRICO Y DINÁMICA NATURAL DEL PRINCIPAL ACUÍFERO, EL DE MIGJORN, QUE NOS SERVIRÁ PARA ESTUDIAR EL CONJUNTO DE LA ISLA

El acuífero de Migjorn, con 384 km² (≈ 55 % de la superficie de Menorca), recibe una media anual de 230 hm³ de lluvia.

El reparto típico del agua es el siguiente:

- Evapotranspiración (conocida como el agua verde, la que no se infiltra, o la aprovechada por la vegetación): 75 % → 177 hm³/año.
- Infiltración eficaz (agua azul subterránea): 21 % → 45–50 hm³/año.
- Escorrentía superficial (agua azul superficial): 4 % → 9–10 hm³/año.

En resumen, solo una de cada cuatro gotas de lluvia se convierte en agua aprovechable; el resto se evapotranspira o se pierde superficialmente.

Las extracciones totales se sitúan entre 20 y 24 hm³/año, (12 urbano y 12 estimación agrario) mientras que el flujo natural subterráneo hacia el mar alcanza los 31 hm³/año, volumen necesario para mantener el gradiente hidráulico y evitar la intrusión salina.

Se requiere no pozar a niveles inferiores a la cota cero, para evitar intrusión marina.

En años húmedos, el balance es prácticamente equilibrado, pero en años secos la recarga puede llegar a descender a 38–40 hm³, generando déficit y descenso de niveles piezométricos, es decir, el descenso del nivel del agua subterránea.

3. CAMBIOS DE USOS DEL SUELO Y SU PÉRDIDA DE INFILTRACIÓN

En las últimas décadas, Menorca ha perdido gran parte de su mosaico agrícola tradicional.

El abandono de cultivos y la expansión del matorral y del bosque (un proceso conocido como emboscamiento) han reducido significativamente la capacidad de infiltración del suelo y aumentado la evapotranspiración.

Entre 1980 y 2025:

- Se han emboscado unos 62 km² de superficie agraria, agrícola y pastos, un 9% del territorio menorquín.
- Se han urbanizado unos 21,5 km², impermeabilizando el terreno. un 3% del territorio menorquín.

Esta transformación del territorio ha supuesto una reducción de la recarga de entre 4,7 y 5,8 hm³/año, es decir, entre un 7 % y un 13 % del total de agua azul disponible o de recarga.

En escenarios climáticos con lluvias por debajo de 500 mm/año, la pérdida adicional de recarga puede alcanzar 10–15 hm³/año, aumentando los descensos piezométricos.

Permitir que la superficie forestal y de matorrales continúe expandiéndose, como consecuencia del abandono progresivo de las tierras agrarias de las últimas décadas, provoca que el acuífero pierda capacidad de recarga, porque la consume el bosque, ya que la mayor parte del agua de lluvia queda entonces absorbida por la nueva vegetación y se transforma en agua verde (evapotranspirada), en detrimento del agua azul, que es la que se infiltra y resulta útil para el consumo humano y la estabilidad hídrica de la

isla. (Este déficit de infiltración equivalente a la generación de 5 nuevas desoladoras para compensar este agua)

4. ESCORRENTÍA: AGUA QUE SE PIERDE Y QUE SE PUEDE RECUPERAR. LA PRIMERA FUENTE

La escorrentía superficial en Menorca es baja en el sur ($\approx 4\%$ de la lluvia) y alta en el norte ($\approx 16\%$), debido a las diferencias de permeabilidad del terreno.

En el acuífero de Migjorn, circulan aproximadamente $9-10 \text{ hm}^3/\text{año}$ por los torrentes, de los cuales podrían recuperarse $\approx 1 \text{ hm}^3/\text{año}$ mediante la construcción de lagunas de infiltración, “Fortins”, (diques de piedra seca en cauces de torrentes) y balsas de laminación y/o infiltración.

En la zona de Tramuntana, el volumen de escorrentía es mucho mayor, alrededor de $30 \text{ hm}^3/\text{año}$, como consecuencia de su baja infiltrabilidad y suelos menos permeables, pudiéndose recuperar volúmenes significativos con balsas de acumulación y recuperación y bombear para su recuperación.

La construcción de balsas urbanas permite laminar las avenidas, reutilizar el agua pluvial y/o favorecer la recarga gestionada del acuífero, una técnica que consiste en infiltrar o inyectar de forma controlada agua de lluvia o regenerada en el subsuelo para aumentar los niveles piezométricos.

Solo en los polígonos industriales de Menorca se podrían recuperar entre $0,4$ y $0,8 \text{ hm}^3/\text{año}$ de aguas pluviales para su reutilización, ampliables a $1-2 \text{ hm}^3/\text{año}$ si se incluyen también las zonas urbanas y residenciales, mediante depósitos de tormenta y balsas de acumulación y/o infiltración.

5. REUTILIZACIÓN Y TRATAMIENTO TERCIARIO EN EDARS: LA SEGUNDA FUENTE AZUL

Las EDARs (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales) de Menorca tratan actualmente alrededor de $8 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con la incorporación de tratamientos terciarios avanzados, (filtrado, osmosis, ozono, carbono activo, desinfección, ultravioleta, lechos de calcita,) se podrían regenerar entre 2 y $4 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que equivale aproximadamente al $20-25\%$ del agua consumida por total de la isla.

Ventajas principales:

- Coste energético inferior a la desalación, lo que la convierte en una fuente más económica y sostenible. (a mitad de precio que la desalación).
- Posibilidad de uso directo para riego agrícola, zonas ajardinadas, usos municipales y recarga artificial del acuífero. (incluso pasar a potabilizadoras).
- Reducción directa de las extracciones subterráneas, ayudando a estabilizar el nivel piezométrico del acuífero. (al extraer menos agua el acuífero se recupera mejor).

El principal reto técnico es la salinidad del efluente, (el agua que sale de la EDARs) que en algunos casos se sitúa hasta un 54 % por encima del umbral para uso agrícola. (En la EDAR de Maó el agua sale salda superior a 8.000-16.000 ($\mu\text{S}/\text{cms}$)).

Este inconveniente puede corregirse mediante mezclas con aguas pluviales o procesos de desalobración parcial (osmosis básica) antes de su uso o infiltración.

En conjunto, las aguas regeneradas podrían sustituir hasta 5 $\text{hm}^3/\text{año}$ de extracciones subterráneas, fortaleciendo la resiliencia hídrica de Menorca y reduciendo la dependencia exclusiva del acuífero.

6. DESALADORAS: LA GARANTÍA ESTRUCTURAL FRENTE A LA SEQUÍA. LA TERCERA FUENTE

La desaladora de Ciutadella produce actualmente alrededor de 1 $\text{hm}^3/\text{año}$, aunque dispone de una capacidad total de 3 $\text{hm}^3/\text{año}$.

El proyecto de nueva desaladora en Maó–Es Castell–Sant Lluís contempla una capacidad de 3,5 $\text{hm}^3/\text{año}$, suficiente para cubrir gran parte de la demanda del Levante menorquín y reforzar el sistema insular en épocas de máxima presión hídrica.

Con ambas instalaciones plenamente operativas, se alcanzaría un volumen total de agua desalada de $\approx 5 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que permitiría una reducción del bombeo subterráneo de entre un 20 % y un 25 % respecto al volumen actualmente extraído de los acuíferos.

El agua desalada, de baja salinidad y libre de nitratos, contribuye significativamente a mejorar la calidad del agua suministrada al mezclarse con la procedente de los pozos, reduciendo la conductividad ($< 1.200 \mu\text{S}/\text{cm}$) y el contenido en nitratos ($< 40 \text{ mg}/\text{L}$).

A diferencia de la recarga natural, la desalación no depende de la lluvia, por lo que se convierte en un pilar de seguridad estructural ante las sequías prolongadas, los procesos de emboscamiento y el crecimiento urbano y turístico que incrementan la demanda de agua.

7. GOBERNANZA, ECONOMÍA Y SOSTENIBILIDAD.

Alcanzar la resiliencia hídrica de Menorca es posible. Requiere una visión insular integral, un consorcio del agua, unificar criterios técnicos, la gestión operativa y la política tarifaria en toda la isla.

Se requiere una inversión que incluye nuevas desaladoras, tratamientos terciarios, balsas de retención y laminación e infraestructuras de infiltración. Se estima inversión entre 100 y 150 millones.

Revertir el emboscamiento y reactivar la actividad agraria es también gestionar el agua, es devolver a la tierra su capacidad de recargar del acuífero de forma natural.

8. LA MENORCA HÍDRICA DEL 2050: EQUILIBRIO, CALIDAD Y RESILIENCIA.

La hoja de ruta 2025–2050 debería definir un modelo hídrico integral, inteligente y autosuficiente, basado en el equilibrio entre los aportes naturales y los aportes artificiales o tecnológicos, como la transformación de las pluviales, los sistemas terciarios, la regeneración de aguas depuradas y los aportes de las desaladoras.

También requiere de una gestión activa, racional e inteligente del territorio: recuperar tierras agrarias, frenar el avance del emboscamiento y equilibrar la relación entre bosque, campo y agua, para así favorecer infiltración natural.

La clave será mantener la recarga y el consumo en equilibrio, reduciendo la presión sobre los acuíferos mediante la diversificación de fuentes de suministro y la gestión eficiente de todos los recursos hídricos. Evitar la intrusión marina. Pozar a cota cero.

El equilibrio debería combinar los siguientes aportes:

- 13-15 hm³/año de agua de acuíferos. (63%-53%)
- 3-5 hm³/año de agua desalada. (15%-18%).
- 2-4 hm³/año de agua regenerada. (12%-16%).

- 1-2 hm³/año de agua pluvial urbana recuperada. (4%-4%).
- 1-3 hm³/año de infiltración controlada. (5%-11%) .

Con estos aportes se podrá controlar el equilibrio piezométrico y disponer de agua de calidad, incluso por debajo de 450 mm/año, o en sequía.

El sistema mixto del agua permitirá disminuir la intrusión marina, diluir nitratos y salinidad, asegurando el suministro urbano y agrícola sin restricciones incluso en años de sequía y proteger la economía turística y el patrimonio territorial.

Menorca puede ser un modelo mediterráneo de resiliencia hídrica, si cada gota, sea de acuífero, de lluvia, de depuradora o desaladora, se aprovecha antes de que vuelva al ciclo del agua.