



Mayo 2025

Mejora de la resiliencia de la industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Participantes en el proyecto

Jesús Godifredo. Ambientólogo. Especializado en el sector de la depuración de aguas residuales. Apoyo técnico.

Raquel Paule. Directora General. Fundación Renovables.

Maribel Núñez. Gerente. Fundación Renovables.

Juan Fernando Martín. Responsable de ciudades sostenibles. Fundación Renovables.

Ismael Morales. Responsable de políticas climáticas. Fundación Renovables.

Alexandra Llave. Responsable de redes y eventos. Fundación Renovables.

Alejandro Tena. Responsable de Comunicación. Fundación Renovables.

María Manzano. Responsable de combustibles y mercados. Fundación Renovables.

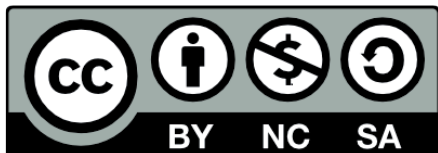
Ladislao Montiel. Responsable de tecnologías renovables. Fundación Renovables.

Diego Ferraz. Responsable de cohesión territorial. Fundación Renovables.

Hannah Fakir. Responsable de incidencia política. Fundación Renovables.

Janire Sánchez. Responsable de educación y sensibilización. Fundación Renovables.

Alba González. Informadora ambiental. Fundación Renovables.



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons. Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte de este siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.

Fundación Renovables

(Declarada de utilidad pública)

Calle Santa Engracia 108, 5º Int. Izda.

28003. Madrid

www.fundacionrenovables.org



Este proyecto ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y será publicado en la web de la Fundación Renovables.



Índice

La importancia de la gestión hídrica en España	5
Cambio climático y España	5
Gestión de las Sequías en España	7
Ejemplo práctico: Sequía de Cataluña	10
Consumo de agua en España	14
Cuantificar el problema	22
Planes de monitoreo	23
Metodologías de cuantificación de impactos en los recursos hídricos	25
Huella Hídrica	26
Huella de Agua	28
Comparativa	30
Marco regulatorio	33
Desarrollo legislativo	33
Real Decreto 1085/2024	35
Soluciones para reducir el consumo	41
Auditoría interna de gestión del agua	42
Involucrar en la gestión del agua a productores y proveedores	42
Modificar la receta de producción	43
Fuentes no convencionales de agua	45
Captación del agua de lluvia	45
Regeneración y recirculación de aguas	46
Casos de éxito implantados	47
Soluciones relacionadas con el uso	50
Vigilancia de consumos no productivos	50
Actualizar las instalaciones considerando la gestión del agua	53
Mejorar los procesos de limpieza	54



Caso de éxito: Proyecto ECODHYBAT	56
Soluciones relacionadas con el vertido.....	59
Restitución de las aguas de vertido	59
Canon de vertido.....	59
Estrategias para mejorar el proceso de depuración.....	61
Más allá de los límites de la industria: Restitución completa del agua	65
Estrategias de circularidad	66
Recuperación de productos presentes en el agua residual	66
Ampliando el concepto de industria: Biorrefinerías	70
Impactos esperados.....	74
Impactos ambientales.....	74
Reducción del consumo de agua.....	74
Mejora de la calidad de agua vertida	75
Impactos económicos	76
Impactos sociales.....	78
Otro tipo de implicaciones	79
Conclusiones	83
Bibliografía.....	86
Anexos	94
Anexo I. Contenido y estructura común de los Planes Especiales de Sequía	94
Anexo II. Ejemplos de casos de éxito	96



La importancia de la gestión hídrica en España

**Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico**



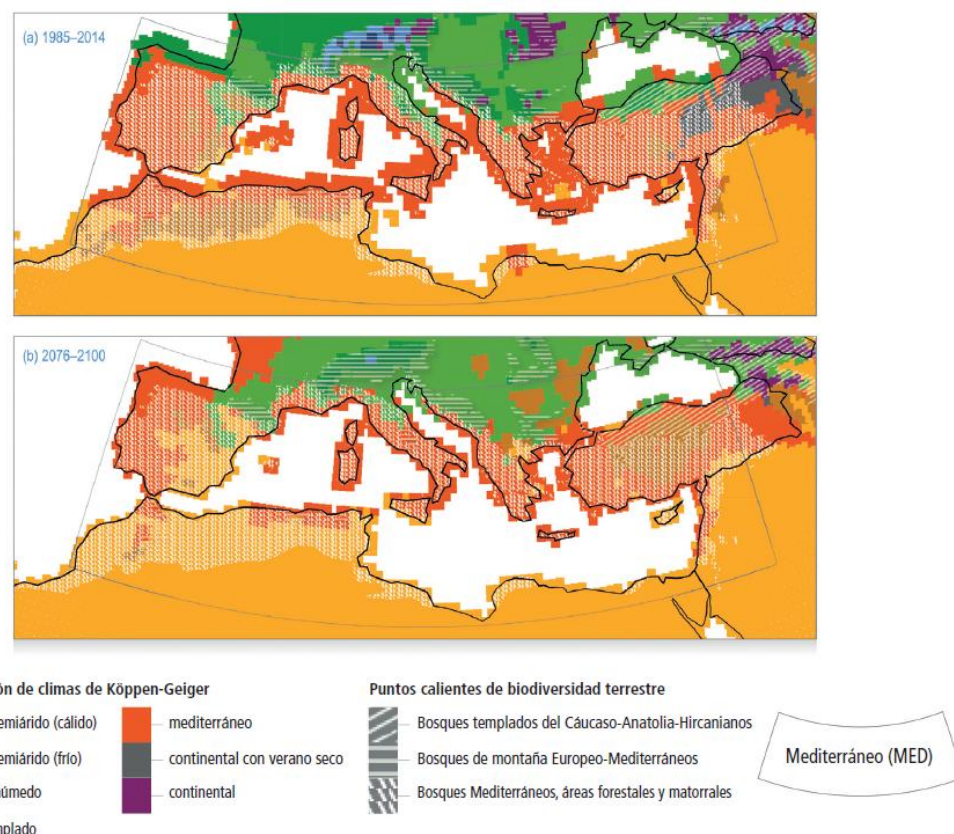
**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

La importancia de la gestión hídrica en España

España y el cambio climático

El cambio climático no es un problema nuevo ni desconocido. Ya en 1988, las Naciones Unidas crearon el **Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático** (IPCC por sus siglas en inglés), con el propósito de evaluar el contenido científico relacionado con el cambio climático y de proporcionar informes sobre los riesgos y los posibles impactos, así como las estrategias para mitigarlo. Desde su fundación, el IPCC ha ido elaborando informes de evaluación que han permitido actualizar toda la información relevante en relación con los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático. El último informe, el sexto, publicado entre 2021 y 2023, señala algunas de las posibles afecciones relacionadas con la escasez hídrica en el área mediterránea (en particular, en España) durante los próximos años debido al efecto del cambio climático por la subida de la temperatura promedio del planeta, al menos, 1,5°C (IPCC, 2022). En concreto, en materia de impactos sobre el agua y la producción de alimentos, se recogen impactos negativos severos en la escasez hídrica, en los rendimientos pesqueros, en la salud animal y en la productividad ganadera y agrícola. En la , extraída del resumen que realiza el (OECC, 2022b), se puede observar una de las predicciones actuales que maneja el IPCC: a finales de siglo **las zonas climáticas definidas como mediterráneas pasarán ser a desérticas y semiáridas (cálidas)** y en las que predominaba el clima oceánico templado, lo hará un clima mediterráneo.





*Figura 1. Proyección de la evolución de climas de la zona Mediterránea.
Fuente: (OECC, 2022b).*

Estas proyecciones de cambios en la climatología llevan aparejadas un cambio en el régimen e intensidad de las precipitaciones, provocando que España se encuentre entre los países en los que se espera un aumento de la sequía. El grupo de trabajo I de estos informes del IPCC se encarga de recoger las bases científicas del cambio climático y de realizar las proyecciones de los posibles escenarios futuros (OECC, 2022a). Este grupo de trabajo ha elaborado un resumen de todos los escenarios posibles para los países con riegos de sequía, en función del incremento de temperatura planetaria promedio, y en todos ellos la escasez hídrica se señala como un grave problema (Figura 2).

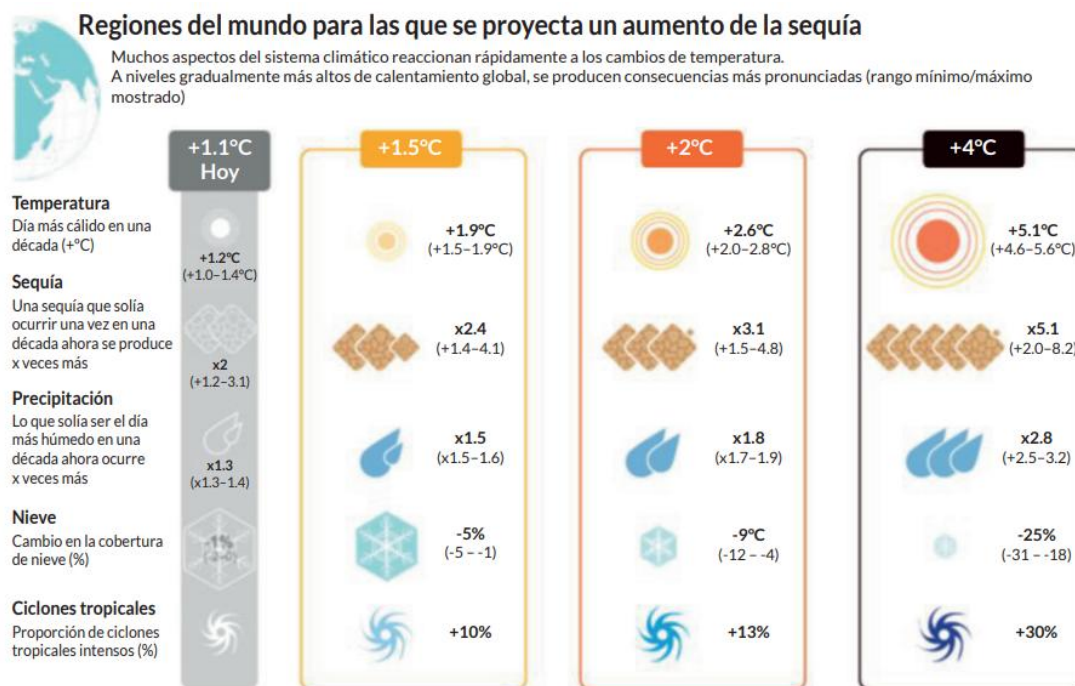


Figura 2. Proyección de la evolución de indicadores climatológicos en zonas con incrementos de sequías, en función de diferentes escenarios de incremento de temperatura media global.

Fuente: (OECC, 2022a).

Como se puede observar, **la frecuencia de las sequías ya se ha duplicado, al nivel actual de incremento de la temperatura planetaria promedio, pero puede agravarse llegando a ser cinco veces más frecuentes.** Por otra parte, los episodios de precipitaciones intensas se volverán más violentos, provocando inundaciones cada vez más graves y duraderas. A través del [Atlas interactivo](#) elaborado por el IPCC (Iturbide et al., 2021) se pueden observar los posibles efectos esperados con diferentes variables (temperatura, humedad, precipitaciones, nieve...) y en distintos escenarios, desde aquellos con bajas emisiones (con un incremento de 1,5°C a finales de siglo) hasta un escenario extremo con un incremento de 4°C para final de siglo.

Gestión de las sequías en España

Aunque estas proyecciones puedan parecer lejanas, ya que se refieren a escenarios para finales de siglo, en los últimos años hemos comenzado a observar y cuantificar los efectos del cambio climático. **En 2013 en España se creó la COPAC** (Comisión Permanente de Adversidades Climáticas y Medioambientales) **para poder coordinar respuestas ante episodios ambientales o climáticos que puedan afectar, principalmente, al sector primario.** La COPAC elabora anualmente un informe sobre el año hidrológico anterior (del 1 de octubre al 30 de septiembre). En el reciente informe relativo a lo esperado en el año hidrológico 2024-2025 (COPAC, 2024), se comenta que



el año 2023-2024 ha cerrado sin modificaciones significativas en cuanto al volumen de agua precipitada en España. Sin embargo, dado que España tiene una climatología variable, el volumen total de precipitaciones no es un buen indicador de la situación hídrica. Por ello, se recomienda utilizar el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), que permite medir el déficit de precipitación en diferentes periodos y regiones y evaluar su impacto en la disponibilidad de recursos hídricos. Este índice permite cuantificar el grado de escasez de agua relativo en la región de estudio mediante su interpretación estadística. Para facilitar su comprensión, en 2020 se estableció la siguiente clasificación cualitativa (ver Tabla 1).

Valor del SPI	Significado
$\geq 1,65$	Extremadamente húmedo
1,28 a 1,64	Severamente húmedo
0,84 a 1,27	Moderadamente húmedo
-0,83 a 0,83	Normal
-1,27 a -0,84	Moderadamente seco
-1,64 a -1,27	Severamente seco
$\leq -1,65$	Extremadamente seco

Tabla 1. Interpretación de los valores del SPI.

Si analizamos el SPI de España para el pasado año hidrológico (Figura 3) observamos que, aunque el volumen total de agua precipitada ha sido similar al promedio de otros años, su distribución ha sido desigual. Así, Galicia registró un año bastante húmedo con valores de SPI superior a 1,30, pero otras zonas de España, principalmente **en la costa mediterránea, experimentaron un año bastante seco, con valores inferiores a -3,0.**



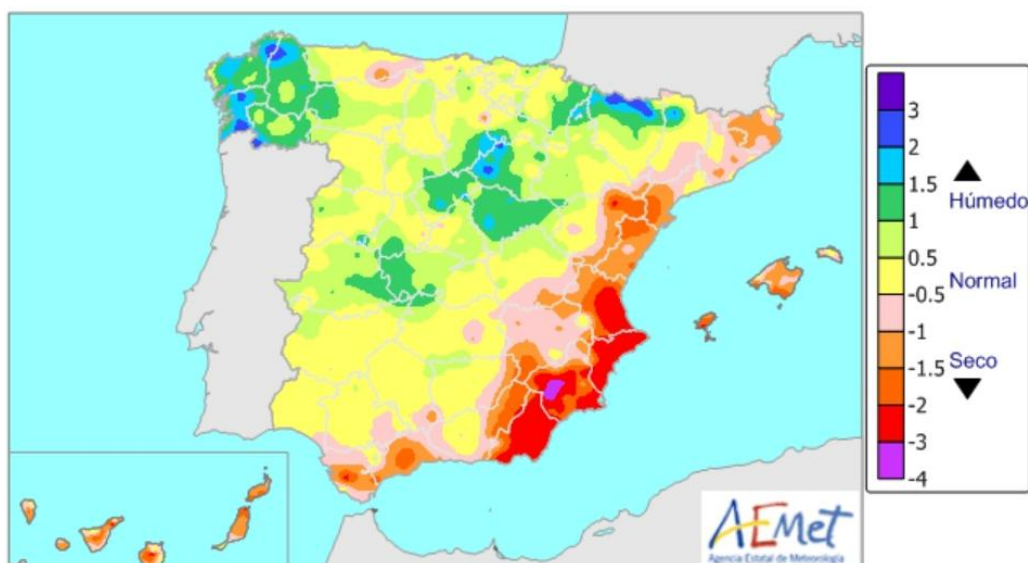


Figura 3. Valores de SPI para el año hidrológico 2023-2024.
Fuente: (COPAC, 2024).

Estos cambios en el régimen de las precipitaciones se han trasladado en episodios de sequía y de escasez más extremos, hasta el punto de que **durante el año hidrológico pasado se llegó a declarar, de forma simultánea, el nivel de emergencia hídrica en casi un 25% del territorio español, mientras que un 20% estaba en alerta o prealerta.** Es decir, solo el 55% del territorio pudo mantener un escenario de normalidad respecto a la disponibilidad de recursos hídricos (DGA, 2024).

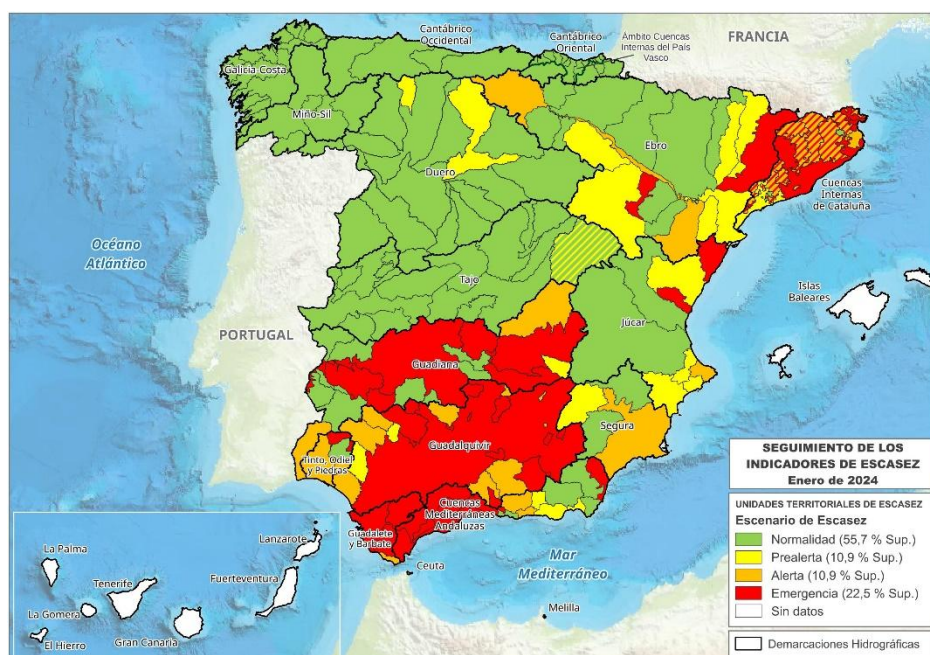
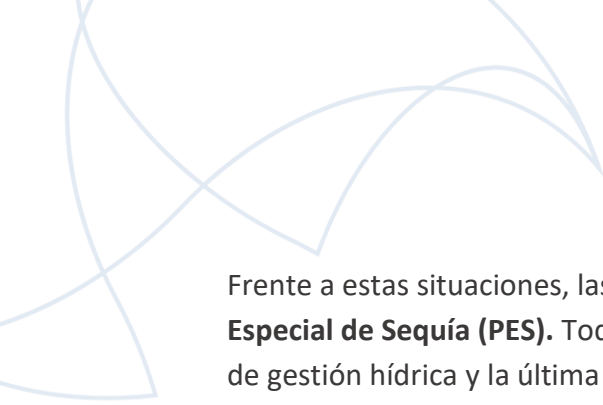


Figura 4. Seguimiento de indicadores de escasez para enero de 2024.
Fuente: (DGA, 2024).





Frente a estas situaciones, las demarcaciones hidrográficas deben acudir a su **Plan Especial de Sequía (PES)**. Todas las cuencas tienen que disponer de esta herramienta de gestión hídrica y la última versión es de 2018 (MITERD, 2018). Actualmente todos estos planes se encuentran en fase de actualización debido a la Resolución de 14 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe ambiental estratégico conjunto de la revisión de los Planes Especiales de Sequía de las Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias, Ceuta y Melilla. Pero, esta revisión solo afecta a los aspectos ambientales, ya que la Resolución obliga a tramitar los procedimientos de evaluación ambiental estratégica simplificada para los PES y, con ello, incluir medidas que mitigan el impacto ambiental en periodos de escasez. Aunque cada demarcación hidrográfica ha desarrollado un PES adaptado a sus particularidades, todos suelen tener una misma estructura y contenido (ver Anexo I).

Ejemplo práctico: sequía de Cataluña

Durante el pasado año hidrológico se ha activado el nivel de emergencia principalmente en Cataluña y Andalucía (Figura 5). Al analizar la implementación del PES en las Confederaciones Hidrográficas afectadas, se puede ver en qué se traduce este cuando un episodio de escasez grave impacta en un territorio. Por la extensión temporal y el conjunto de medidas aplicadas, se tomará como ejemplo la situación de Cataluña.

Atendiendo a los registros del visor de sequía de los que dispone la Agencia Catalana de l'Aigua (Agència Catalana de l'Aigua, 2024), se puede observar que, aunque **el problema de escasez coyuntural se ha hecho más patente este año** (llegando a tener un volumen total de agua embalsado inferior al 15% de su capacidad), **los problemas de sequía llevan acusándose durante varios años hidrológicos seguidos**. Sin embargo, los planes de emergencia por escasez se han activado únicamente cuando los niveles de agua no han permitido mantener las actividades socioeconómicas con normalidad. Esto resalta la necesidad de aplicar una mejora en las estrategias de gestión del agua antes de que aparezcan los problemas de escasez, con el fin de mitigar los impactos socioeconómicos y ambientales.



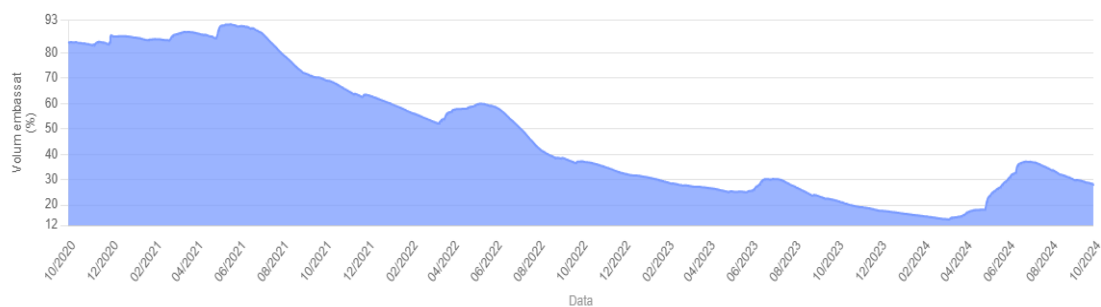


Figura 5. Evolución del porcentaje del total de agua embalsada en Cataluña desde octubre de 2020 a octubre de 2024.

Fuente: Visor de Agència Catalana de l'Aigua (2024).

Ante este episodio de escasez se activaron restricciones en el consumo del agua, en función del nivel de alerta en el que se encontraba la unidad territorial, y de acuerdo con lo establecido en el PES. Para los territorios catalanes, principalmente englobados en la cuenca del Ebro, en el PES se establecen los siguientes porcentajes de reducción (Tabla 2), aunque se pueden completar con agua regenerada de depuradoras.

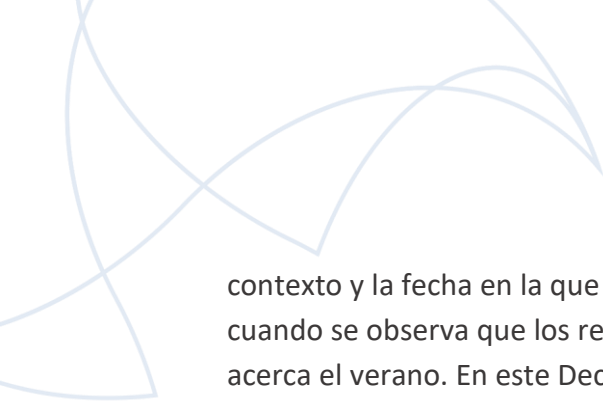
Tipo de uso	Alerta	Excepcionalidad	Emergencia
Riego agrícola	25 %	40%	80%
Uso ganadero	10%	30%	50%
Uso industrial	5%	15%	25%
Uso recreativo que implique riego	30%	50%	Prohibido
Otros usos recreativos	5%	15%	25%

Tabla 2. Restricciones al uso del agua, según el tipo de uso y el escenario de escasez, para la cuenca del Ebro.

A pesar de los niveles que marca el PES, la situación provocó que se tuvieran que aplicar medidas más restrictivas aún. En mayo de 2023, cuando los embalses estaban ya por debajo del 30%, se publicó la [Ley 9/2023](#), de 19 de mayo, de medidas extraordinarias y urgentes para afrontar la situación de sequía excepcional en Cataluña (BOE, 2023), en la que se recogían una serie de medidas enfocadas a la mejora de la gestión del agua, a través de la financiación de infraestructuras y actuaciones prioritarias, en su mayoría orientadas a obtener nuevas fuentes de agua potable, mediante la regeneración de aguas residuales o desaladoras.

Cuando la situación de la escasez empeoró se publicó el [Decreto-ley 4/2024](#), de 16 de abril, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos de la sequía en el ámbito del distrito de cuenca fluvial de Cataluña (BOE, 2024). Es importante atender al





contexto y la fecha en la que se aprueba este texto legislativo, en abril, es decir, cuando se observa que los recursos hídricos siguen descendiendo a medida que se acerca el verano. En este Decreto-ley se incrementa la restricción al uso del agua en diferentes ámbitos:

- Respecto al abastecimiento urbano, se reducen los umbrales máximos de consumo para uso doméstico. Previamente se habían fijado en 200 a 160 L por persona y día, en función del grado de emergencia, pero tras la publicación del decreto-ley se fijan en un rango de 115 a 80 L por persona y día.
- Se mantiene la prohibición del llenado de piscinas, a excepción de que se declaren refugios climáticos y siempre y cuando se aseguren medidas de ahorro de agua.

Además, se refuerza la necesidad de apostar por nuevos recursos de agua potable, ya que estas restricciones se evitan si el usuario final (una comunidad, regadío, una industria...) asegura que el agua que está captando proviene de una desaladora.

En relación con estas nuevas fuentes de recursos hídricos, la Agència Catalana de l'Aigua lleva un par de años apostando por proyectos de mejora de las estaciones de depuradoras del agua residual (EDAR), en las que, el agua residual es limpiada y devuelta al río. Estas mejoras están orientadas a incrementar la calidad del agua depurada y transformar estas EDAR en estaciones de regeneración del agua. Es decir, poder volver a introducir el agua nuevamente en la red de potabilización. De esta manera, **a finales de 2023, en Barcelona el agua potable provenía principalmente de la desalación o la regeneración, mientras que menos del 20% provenía directamente de la escorrentía superficial de los ríos.** Aunque esta solución permite desacoplar la dependencia del agua de las fuentes tradicionales, es necesario garantizar la calidad sanitaria en los puntos de toma, así como invertir en infraestructura para posibilitar este cambio.



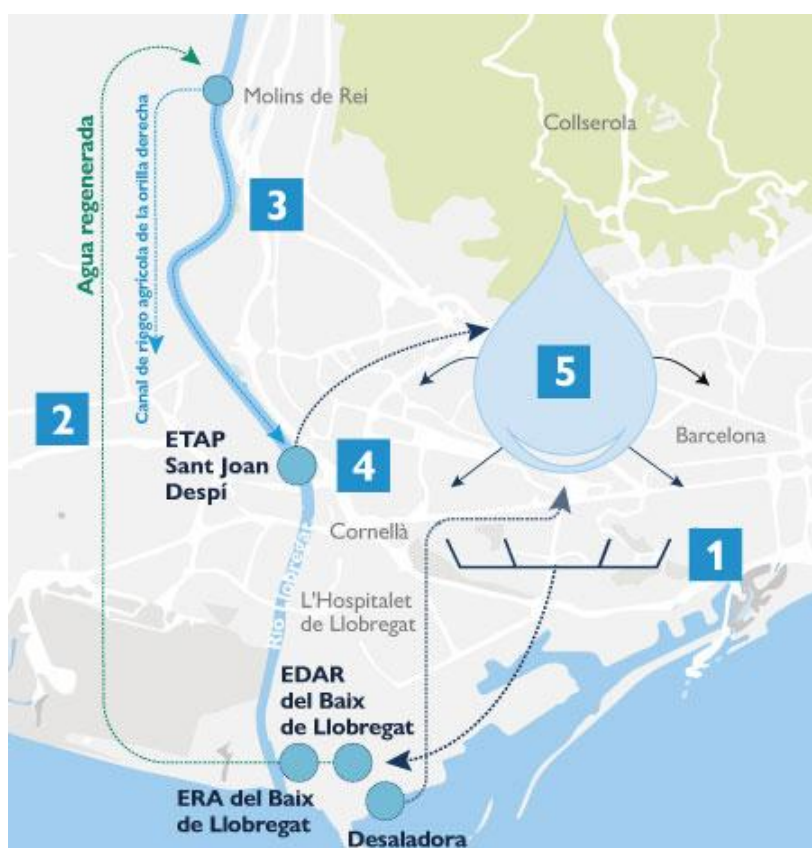


Figura 6. En el caso de Barcelona, para la reutilización del agua de la depuradora, desde el efluente de la EDAR se impulsa el agua 7 km río arriba. El agua regenerada se mezcla con el agua del río y posteriormente se capta en la estación de potabilización que abastece a la ciudad. Junto a esta agua, se mezcla el agua procedente de la desaladora.

Fuente: (<https://metode.es/revistas-metode/dossiers/agua-circular.html>).

Sin embargo, a pesar de todo este conjunto de medidas y actuaciones para mitigar los efectos de la escasez, **este periodo de sequía ha provocado impactos socioeconómicos en el territorio:**

- Impactos directos sobre los puestos de trabajo: seis ERTES tramitados en Cataluña relacionados con la sequía (Maite Gutiérrez, 2024).
- Sacrificios de ganado por no poder abastecer de agua a toda la cabaña ganadera.
- Aumento de las exportaciones de alimento para el ganado debido a la imposibilidad de cultivarlo en las cercanías, además de incrementar los costes por tener que desplazar grandes volúmenes de agua para el abastecimiento (María Fabra, 2024).
- Descenso en la productividad de actividades agrícolas, tanto de productos hortícolas, que demandan grandes cantidades de agua de riego, como de productos de secano, que dependen de las precipitaciones, en mayor medida. Para este año, los agricultores catalanes han estimado una pérdida de más del



50% en los cultivos de secano, al igual que ocurre con la vendimia, ya que en 2024 las viñas han reducido a más de la mitad su productividad (F. Bayo et al., 2024).

- Debilitación del tejido económico de la región por la falta de producción y la compensación de esta demanda mediante la importación, principalmente de otros países donde no existe este problema de escasez.
- Las industrias que no hayan podido adoptar estrategias de gestión del agua y tengan un consumo de agua estrechamente ligado al nivel de producción, habrán tenido que reducir su productividad en una proporción similar a las reducciones en consumo de agua, es decir, hasta un 25% en los momentos de mayor emergencia hídrica.

Esto pone de manifiesto que **es necesario apostar por una nueva estrategia de gestión del agua** que, por un lado, ponga a disposición nuevas fuentes de recursos hídricos para evitar o alejar los episodios de escasez de agua, pero también para abordar mejoras en la gestión del agua relacionadas con los puntos donde se consume.

Consumo de agua en España

Cuando se atiende a los diferentes usos del agua, estos se engloban, principalmente en tres grandes etiquetas: abastecimiento urbano, agrario e industrial. Del uso industrial suelen estar excluidos los usos no consuntivos (aquellos que no consumen el agua y es devuelta al medio natural en las mismas condiciones que fue tomada) como la producción hidroeléctrica o la refrigeración de centrales térmicas. Además, este tipo de clasificaciones suelen dejar de lado actividades recreativas y de ocio. Según esta clasificación, en 2022 en España tendríamos la siguiente distribución en función de la demanda, (DGA, 2023):

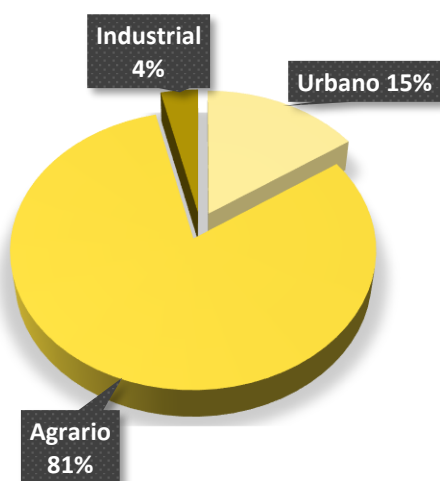
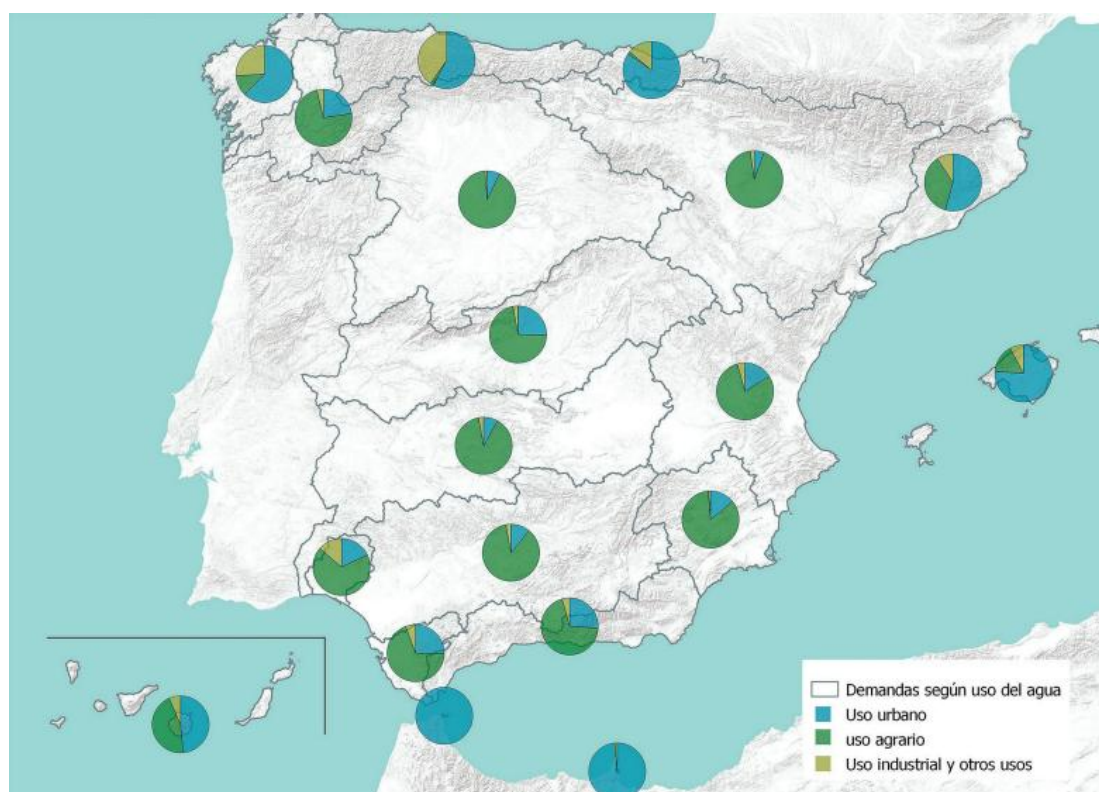


Figura 7. Distribución de usos del agua en España.
Fuente: elaboración propia. (DGA, 2023).



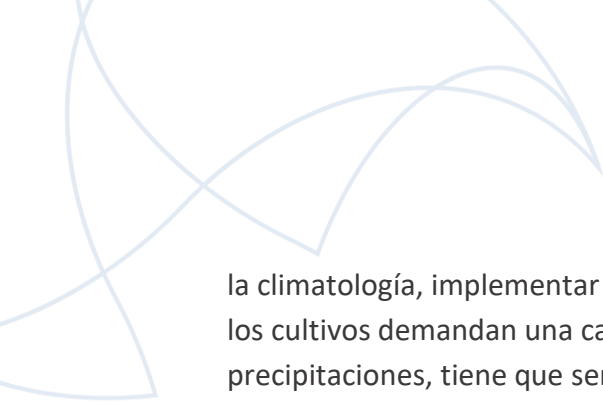
Estos porcentajes pueden variar ligeramente según la fuente que se consulte. Parte de los consumos de agua de abastecimiento a veces tienen un uso industrial que no se contabiliza y en algunas redes de abastecimiento no se discrimina entre el uso final (urbano o industrial). Además, esta distribución atiende al promedio de todo el territorio español, ya que **cada zona de España presenta una distribución particular atendiendo a las características intrínsecas de la región**. Por ejemplo, en el norte, el consumo de agua para uso agrario es menor debido a la abundancia de precipitaciones (a excepción de algunas zonas de Galicia donde el consumo puede estar motivado por la elevada densidad de cabaña ganadera bovina lechera). En otras zonas del interior, donde hay una menor actividad industrial y menor densidad de población, a la vez que el sector agrario es protagonista, el consumo de agua para actividades agroganaderas es muy superior a la media nacional.



*Figura 8. Demandas según uso del agua para todas las Demarcaciones Hidrográficas.
Fuente: (DGA, 2023).*

Aunque **el principal demandante de agua es el sector primario**, las estrategias más efectivas para reducir el impacto hídrico están relacionadas con los usos urbano e industrial. Esto se debe a que la demanda de agua del sector agrario suele estar asociada a actividades esenciales, como el riego y el abastecimiento del ganado. Aunque pueden emprenderse mejoras en el riego, mediante una mayor tecnificación de la agricultura (programación del riego de acuerdo con las necesidades de la planta y





la climatología, implementar tecnologías de riego de alta eficiencia...), lo cierto es que los cultivos demandan una cantidad de agua que, si no es aportada por las precipitaciones, tiene que ser suplida con el riego. Por otro lado, el ganado debe tener asegurado el acceso al agua para garantizar unas condiciones de vida adecuadas.

Si bien existen alternativas que permitan reducir el consumo total de agua del sector primario, estas soluciones pasan por sustituir las actividades actuales por otras menos demandantes de agua, transformando, de forma directa, las estructuras socioeconómicas rurales. En un escenario en el que se mantengan las actividades agroganaderas actuales, una estrategia clave es la reutilización del agua de salida del abastecimiento urbano o industrial. De esta forma, aunque el consumo de agua se mantenga, el origen cambia, sustituyendo el agua superficial o subterránea por agua recuperada de otros procesos. Pero, esto implica que las transformaciones deben realizarlas los primeros usuarios del agua, la industria o el sistema de abastecimiento urbano.

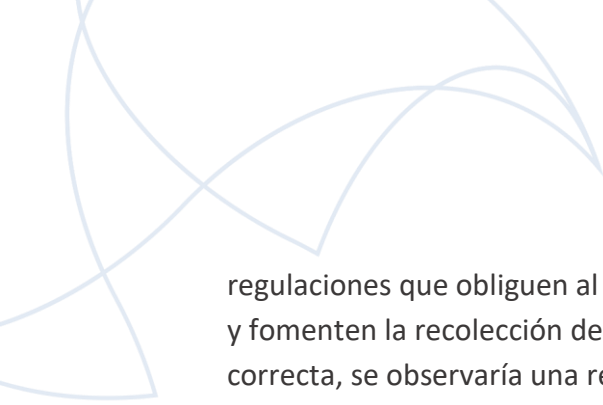
En segundo lugar, la demanda de agua del abastecimiento urbano responde a:

- La cantidad de fuentes alternativas de agua de las que disponga el territorio (principalmente desaladoras).
- La densidad de población (véase en la Figura 8 como en las demarcaciones con mayor densidad de población hay una mayor proporción de uso urbano, respecto a otras zonas).
- Los hábitos de los ciudadanos.

Como se ha visto en el ejemplo de la sequía de Cataluña, una de las formas de reducir la dependencia de las fuentes tradicionales de agua, y con ello, de reducir la presión sobre los recursos de agua, pasa por apostar por infraestructuras alternativas como desaladoras o estaciones de recuperación de agua. Si embargo, esta no puede ser la única solución al problema, ya que estas infraestructuras requieren una elevada inversión inicial y un alto coste energético para su funcionamiento y no pueden aplicarse de la misma forma en todo el territorio. Además, con este tipo de soluciones se intenta atajar el problema de la oferta de recursos, pero no se aborda el consumo de agua.

Por otra parte, cambiar los hábitos de la población para reducir su demanda de agua (apuesta por electrodomésticos eficientes, reutilización de agua para regar o limpiar, reparar pequeñas fugas...) implica esfuerzos por parte de la administración mediante el fomento de la educación ambiental y/o complementándolo con el desarrollo de





regulaciones que obliguen al uso de dispositivos de ahorro de agua en edificios nuevos y fomenten la recolección de agua de lluvia. Aplicando estas medidas de forma correcta, se observaría una reducción en la demanda de agua para uso urbano. Sin embargo, ante la dificultad de controlar los consumos unitarios de las personas, junto con los conflictos relacionados con la invasión de la privacidad que se derivarían de un control exhaustivo de estos consumos, **la reducción de la demanda de agua por parte de los ciudadanos depende, en gran medida, de la adopción voluntaria de buenas prácticas.**

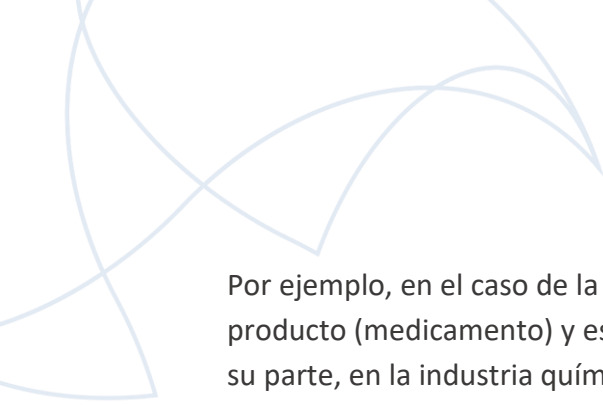
Por último, aunque en la industria parezca que existe un consumo de agua marginal al mostrar un porcentaje del 4%, lo cierto es que este valor hace referencia a un consumo anual de 1.123,56 hm³, por lo que no debe ser despreciado a la hora de abordar la gestión hídrica de un territorio. Para entender la magnitud de esta demanda de agua, por ejemplo, durante 2023 la Comunidad de Madrid consumió cerca de 500 hm³ (Canal de Isabel II, 2024) o, teniendo en cuenta que de promedio una persona consume anualmente 46,8 m³ de agua en su hogar (INE, 2024), la industria consumiría el equivalente al consumo de más de 24 millones de personas cada año.

Las principales ventajas de abordar la gestión hídrica desde el punto de vista de la industria son:

- **Es más fácil de registrar y monitorear su consumo.**
- **Existe interés en reducir la demanda de agua, puesto que su consumo está asociado a un coste.**
- **Una mejor gestión del agua mejora su imagen ambiental.**
- **Al reducir el consumo de agua se consigue una ventaja competitiva** frente a otras industrias del sector que no lo hagan.
- **Las medidas de reducción de agua tienen un mayor impacto, por el uso intensivo que hace de esta,** a diferencia del uso urbano, en el que cada persona es un demandante.

Sin embargo, el tejido industrial de un país es muy variado y no puede abordarse de la misma manera la gestión del agua en una industria papelera que en una textil, alimentaria o cosmética. Para ello, es necesario entender en qué partes de los procesos productivos se demanda agua, según el tipo de industria para, posteriormente, poder aplicar estrategias de reducción, minimización y reaprovechamiento del agua.





Por ejemplo, en el caso de la industria farmacéutica el agua puede ser parte del producto (medicamento) y es requerida en los procesos de higiene y esterilización. Por su parte, en la industria química el agua puede actuar como solvente, medio de reacción o como parte de la limpieza de equipos y torres de refrigeración.

En el caso de la industria alimentaria, el agua es un ingrediente más en algunas composiciones, pero, además, sirve como fluido para transportar algunos ingredientes dentro de las instalaciones, para el lavado de ingredientes, para la refrigeración, limpieza y esterilización de superficies y participa en procesos de la cadena de transformación, como la cocción. Por tanto, según el tipo de industria, se requerirán diferentes cantidades de agua y, a la vez, habrá distintos focos de generación de aguas residuales con sus contaminantes específicos.

Entre todas las actividades económicas, cabe destacar la industria alimentaria (producción de alimentos y bebidas) por motivos económicos, por volumen total de agua consumida y por cuestiones legislativas. Respecto al apartado económico, según recoge el [Informe de Sostenibilidad de la Industria de Alimentación y Bebidas \(FIAB, 2021\)](#), es el tercer sector de producción económica del país, aportando directamente el 2,4% del PIB. Pero, teniendo en cuenta el impacto que genera en otros sectores, se podría considerar el primer sector de España, ya que contribuye a dinamizar el 10,6% del PIB. Es un sector que aporta beneficios directos e indirectos en materia económica y que, además, está en continuo crecimiento.

Por otro lado, respecto al consumo de agua, la industria alimentaria es el segundo sector económico industrial que mayor volumen de agua consume al año (21% del sector industrial), solo por detrás del sector químico y de la transformación de caucho y materias primas (33%) (INE, 2015). (Figura 9).

Si atendemos al Valor Agregado Bruto (VAB) que aporta el agua en millones de euros (Figura 10), en función del volumen consumido y su productividad, vemos como la industria química y de la transformación de caucho y materias primas se posiciona en tercer lugar, mientras que la industria alimentaria presenta un VAB muy similar al de la industria metalurgia (22.551 M€ y 22.994 M€, respectivamente). Este elevado VAB es una referencia cuantitativa del valor que representa el agua en la industria alimentaria. Por tanto, en un escenario de escasez, catalogado de emergencia, si no hay una mejora de la productividad del recurso o fuentes de agua alternativas y, si no se reduce la necesidad de agua (si es necesario por mandato legal), se estará reduciendo en la misma proporción el VAB.



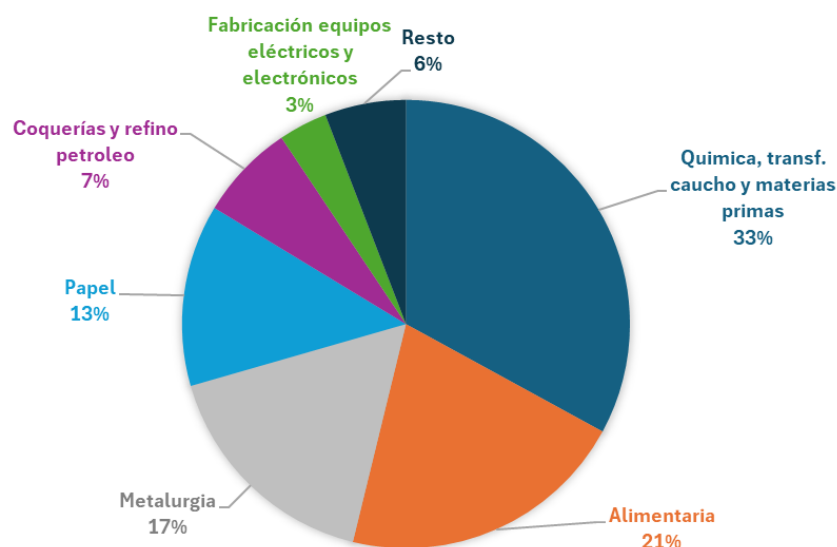


Figura 9. Distribución del consumo de agua en la industria, según el sector económico.
Fuente: elaboración propia con datos del INE, 2015.

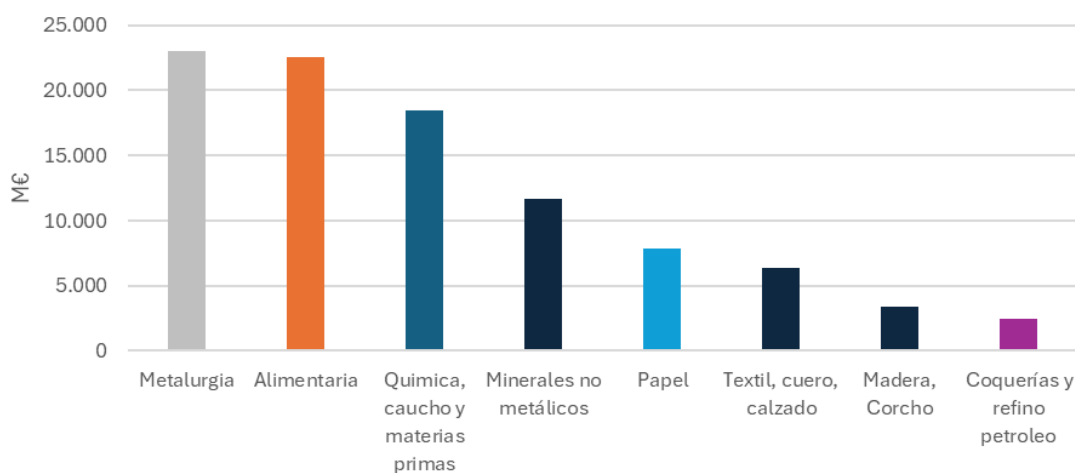
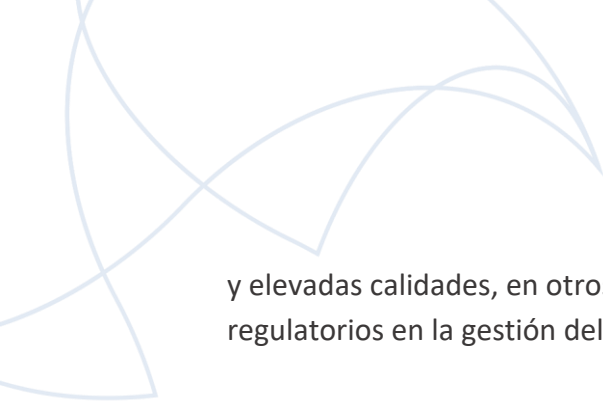


Figura 10. Valor Bruto Agregado de cada sector económico.
Fuente: elaboración propia con datos del INE, 2015.

Por último, a nivel legal, el reciente [Real Decreto 3/2023](#), establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. Debido al contacto directo con el agua de los productos alimentarios, es esencial establecer unos criterios estrictos y exigentes de calidad que aseguren que el agua que se emplea no presenta riesgos para la salud pública. Este Real Decreto, por un lado, eleva los estándares de calidad del agua del proceso y limpiezas, principalmente. Esto dificulta la búsqueda de fuentes de agua alternativas y la implantación de procesos de reaprovechamiento de aguas de la industria, al aplicar restricciones, en algunos casos,





y elevadas calidades, en otros. En consecuencia, esta industria enfrenta mayores retos regulatorios en la gestión del agua que otras industrias no tienen que contemplar.

Se propone que el **alcance de este documento abarque toda la industria alimentaria**, dadas las particularidades de este sector. Esta industria no solo es **la mayor consumidora de agua**, lo que permite maximizar el impacto de cualquier mejora aplicada, sino que **también enfrenta las mayores restricciones legales en materia de reutilización** de agua. Así, al abordar los desafíos de la industria alimentaria, que exige el nivel más alto de calidad del agua, se generarán pautas que podrían ser aplicables a otros sectores industriales. Además, **la importancia económica de esta industria en España hace que su adaptación a futuros escenarios de cambio climático sea esencial** para evitar tensiones socioeconómicas adicionales.



Cuantificar el problema

**Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Cuantificar el problema

Dada la importancia de la captación del agua y el vertido de aguas residuales, la legislación obliga a que las instalaciones dispongan de un **registro volumétrico del agua captada y vertida**. De hecho, recientemente se ha actualizado la legislación al respecto mediante la [Orden TED/1191/2024](#), de 24 de octubre, por la que se regulan los sistemas electrónicos de control de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua, los retornos y los vertidos al dominio público hidráulico, que obliga a la instalación de sistemas electrónicos que permitan tener un registro más preciso y en continuo. Además, cada comunidad autónoma (CCAA) dispone de un texto legislativo que regula el canon de saneamiento o de vertido de las industrias. Este canon es un cobro que se hace a las industrias en función del caudal de agua vertida y del grado de contaminación de estos efluentes.

Sin embargo, aunque estas mediciones globales de caudales de captación y de vertido son obligatorias, no aportan suficiente información a nivel técnico para poder aplicar medidas y estrategias de reutilización y reducción del consumo de agua. Para abordar la reducción del impacto hídrico de las instalaciones es necesario conocer dónde se están realizando los consumos y con qué caudales y, por otro lado, dónde se generan las aguas residuales y qué características presente la corriente residual.

En relación con la modernización del ciclo integral del agua y el registro de consumos se aprobó el [PERTE de digitalización del ciclo del agua](#) (MITECO, 2022b). Este PERTE pretende movilizar hasta 3.060 millones de euros mediante ayudas a los sectores, a la formación e innovación, con el fin de que se pueda incrementar el conocimiento de los usos del agua para consolidar una gestión integrada de los recursos hídricos y de la mejora de la eficiencia en el uso del agua en España, entre otros objetivos. En el caso de la industria, se ha incluido una partida presupuestaria de hasta 100 millones de euros. Por otra parte, el [PERTE Agroalimentario](#) (MITECO, 2022a) tiene como uno de sus principales ejes el fortalecimiento industrial del sector agroalimentario. El PERTE contempla que parte de este fortalecimiento industrial pasa por la introducción de sistemas de reutilización y depuración de agua. Además, estas actuaciones puntúan para la selección de las propuestas que quieran ser desarrolladas dentro del marco del PERTE Agroalimentario.



PERTE para la digitalización del ciclo del agua

Objetivo: Modernizar los sistemas de gestión, incrementar el conocimiento de los usos del agua y mejorar la eficiencia en el uso del agua en España

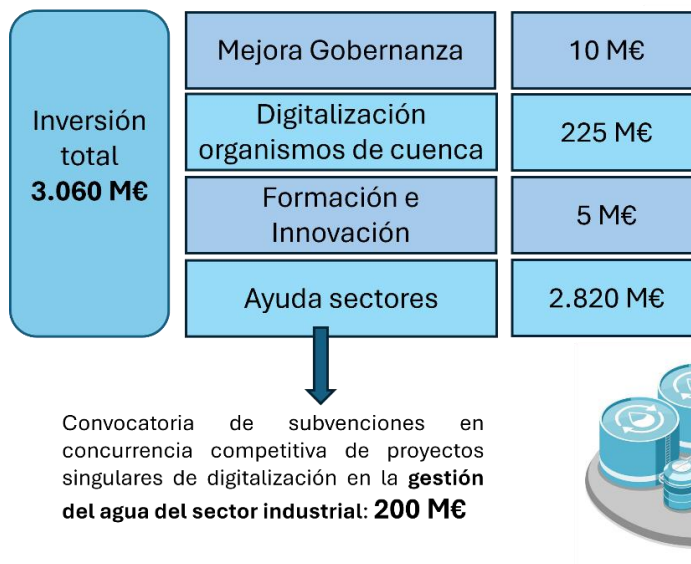


Figura 11. Resumen de las ayudas del PERTE para la digitalización del ciclo del agua.
Fuente: elaboración propia. (MITECO, 2022b).

Teniendo en cuenta la gran relevancia de disponer de la información de los consumos de agua, de los caudales de vertido y su caracterización, a continuación, se muestran diferentes estrategias para poder realizar un seguimiento efectivo de esta información y, con ello, poder empezar a plantear estrategias de minimización y reutilización del agua.

Planes de monitoreo

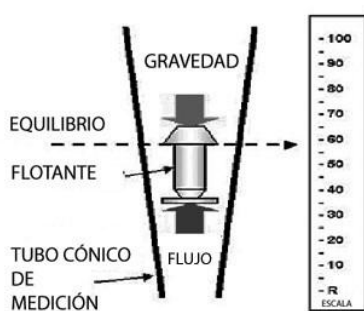
La forma más sencilla de conocer los consumos de agua en cada etapa del proceso o punto de limpieza, así como el caudal de generación de corrientes residuales y la caracterización de estas, pasa por implantar un **plan de monitoreo**. El alcance y la intensidad del monitoreo dependerá de los objetivos que se pretendan alcanzar y del presupuesto disponible para ello.

En primer lugar, es necesario tener un conocimiento previo del proceso productivo y de la instalación para identificar aquellos puntos clave en los que se realice un mayor consumo de agua o se genere un mayor caudal de agua residual. Una vez identificados estos puntos, se instalarán caudalímetros que permitan cuantificar el volumen de agua consumido o generado por unidad de tiempo. Cabe señalar que es importante conocer

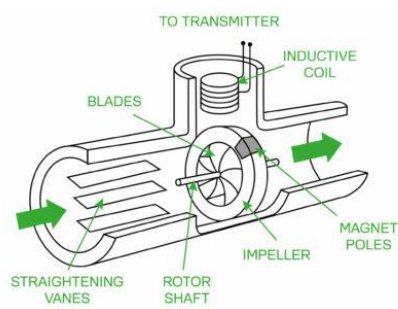


las características del fluido que medir, ya que estas determinarán qué tipo de caudalímetro puede instalarse. A continuación, se resumen los principales caudalímetros que pueden encontrarse en el mercado:

- **Rotámetro:** es un flotador que se mueve hacia arriba o abajo en función del nivel del fluido. Aunque este aparato es sencillo y barato, tiene una baja precisión y no se recomienda para líquidos viscosos.
- **Caudalímetros de turbina:** en este caso, una hélice o rotor gira con el paso del líquido y un sensor contabiliza la velocidad de giro. Este sistema sigue siendo más barato que otras opciones y aporta una mejor medida del caudal, pero tiene un alto desgaste y no es recomendable cuando hay sólidos en suspensión en la corriente.
- **Caudalímetros electromagnéticos:** miden el caudal en función de la velocidad a la que pasa el fluido. El equipo cuenta con dos bobinas que aplican un campo magnético perpendicular a la dirección del líquido que, al pasar, produce una tensión eléctrica captada por unos electrodos. Esta tensión es proporcional a la velocidad y, por lo tanto, al caudal del líquido. Este equipo presenta un menor desgaste y mantenimiento, permite el paso de sólidos suspendidos y ofrece una alta precisión, incluso con líquidos corrosivos o cargados de partículas. Sin embargo, tiene mayor coste que los anteriores.
- **Caudalímetro ultrasónico:** envía impulsos ultrasónicos entre transductores a través de un fluido en una tubería. Mide la diferencia en el tiempo de tránsito de estos impulsos aguas abajo y aguas arriba, lo que corresponde a la velocidad de flujo del fluido y, por tanto, al caudal. Tiene una alta precisión y una variante (forma de abrazadera) que evita que esté en contacto con el fluido, siendo especialmente interesante para corrientes alimentarias. Por contra, este medidor es más caro y reduce su precisión en presencia de sólidos suspendidos o burbujas.



A. Extraído de Nikron¹

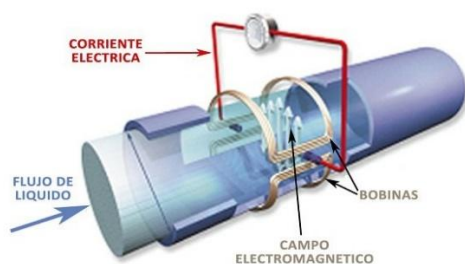


B. Extraído de Sentronics²

¹ Nikron: <https://nikron.com.ar/automacion/productos/caudalimetro-area-variable/>

² Sentronics: <https://www.sentronics.com/es/article/navigating-fuel-flow-meters-a-technical-ga/>





C. Extraído de Contatec³



D. Extraído de VVA Industrial⁴

Figura 12. Diferentes tipos de caudalímetros. A: Rotámetro, B: De turbina, C: Electromagnético y D: Ultrasonidos.

Además de realizar un seguimiento de los caudales, en el caso de querer reutilizar alguna de las corrientes de agua generada en determinados procesos, es necesario conocer su calidad. La calidad de estas corrientes puede variar temporalmente, por lo que es recomendable que el plan de monitoreo tenga en cuenta si hay una variación estacional en la producción, y, por lo tanto, cambios en las características de las corrientes residuales generadas. En función del objetivo que se plantee, será necesario establecer una serie de parámetros analíticos de seguimiento y una frecuencia de medida. Este tipo de análisis pueden hacerse manualmente, mediante analíticas en laboratorio, pero, en algunos casos, se puede complementar con sensores que obtengan la información de forma continua y en tiempo real.

Metodologías de cuantificación de impactos en los recursos hídricos

El seguimiento de los caudales consumidos en los diferentes puntos del proceso de transformación permite obtener un indicador global, o por etapa, del consumo de agua. Es decir, se puede obtener una ratio de litro de agua consumida por proceso. Sin embargo, además de estos indicadores de proceso se puede realizar el seguimiento a otros indicadores de carácter ambiental que permitan cuantificar el impacto ambiental de las estrategias de mejora implantadas. Para seleccionar un indicador útil es necesario que cumpla con algunos criterios:

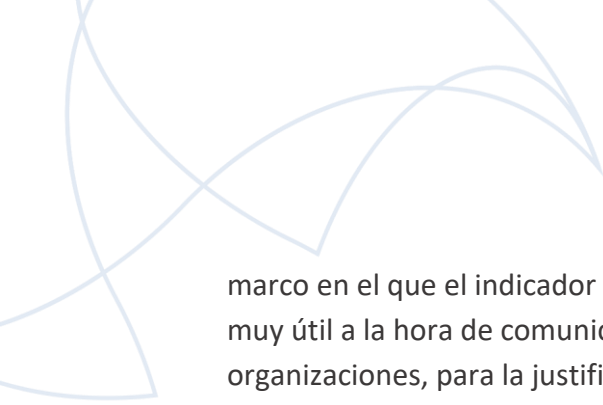
- Preferiblemente, debe estar regulado por alguna norma, para asegurar la objetividad y facilitar su comparación.
- Debe permitir una lectura sencilla y fácilmente interpretable.
- Se tiene que basar en datos cuantificables y medibles.

Una selección y un seguimiento correcto de los indicadores permitirá conocer el grado de mejora y desempeño ambiental de la empresa a lo largo del tiempo, ya que el

³ Contatec: <https://www.contatec.es/caudalimetros/electromagneticos/>

⁴ VVA Industrial: <https://vvaindustrial.com/caudalimetro-ultrasonico/>





marco en el que el indicador es calculado es el mismo. También, es una herramienta muy útil a la hora de comunicar las mejoras ambientales, tanto a la sociedad como a organizaciones, para la justificación de inversiones o subvenciones.

Un indicador conocido por todos es la **huella de carbono**. Este indicador representa cuánto contribuye un producto o proceso al calentamiento climático en función de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la largo de su vida. De manera análoga, en materia de gestión hídrica, podemos encontrar una gran diversidad de indicadores, pero mayoritariamente se manejan dos: **huella hídrica** y **huella de gua**.

Huella hídrica

La huella hídrica es una metodología propuesta por la *Water Footprint Network* que permite ayudar a entender dónde se producen los mayores consumos de agua de un producto o proceso, sin necesidad de una elevada cantidad de datos. Esta huella ofrece la cantidad de litros de agua que se demandan para el producto o el proceso, pero es necesario interpretarla para no caer en errores. El cómputo total está formado, a su vez por tres huellas, (ver Figura 13):

- **Huella azul:** consumo de agua procedente de la captación de ríos, pozos u otras formas que puedan proceder de la escorrentía superficial.
- **Huella verde:** esta huella hace referencia al agua de las precipitaciones que ha sido consumida. Es especialmente importante en procesos agrícolas y forestales.
- **Huella gris:** cantidad de contaminación que presenta el agua de vertido. Se obtiene calculando la cantidad de agua hipotética necesaria para diluir el vertido de la industria, de forma que el contaminante alcance concentraciones no perjudiciales.





Figura 13. Componentes de la huella hídrica.
Fuente; elaboración propia.

Cabe señalar que cuando se calcula la huella hídrica de un producto, no solo se debe atender a su proceso de producción per se, si no que se tiene que contemplar, al menos, desde la producción de los ingredientes (llamado “la cuna”, en este tipo de análisis), hasta la salida de la fábrica, siendo deseable que el análisis llegue a contemplar, incluso, cuando el producto es transformado en un residuo (etapa llamada “la tumba”, en este tipo de análisis). En este sentido, aunque, a priori, la huella verde pueda parecer despreciable en un proceso industrial, cabe recordar que la industria de la alimentación y bebidas está estrechamente ligada a la agricultura y la ganadería, por lo que es necesario tenerla en cuenta. Es más, en este tipo de industria, el principal componente de la huella hídrica es la huella verde, debido a la elevada demanda de agua que requieren los procesos agrícolas y ganaderos.

Esta huella tiene un alto valor en materia de comunicación, ya que permite trasladar rápidamente y de forma intuitiva dónde están los consumos de agua del producto y la magnitud del impacto hídrico. Además, mediante la comparativa temporal de la huella hídrica del producto, se puede observar en qué partes se ha puesto un mayor esfuerzo. La *Waterfoot Print Network* dispone de un visor con algunos alimentos y bebidas ([Product Gallery](#) – *Water Footprint Network*) que muestra que este tipo de indicador es una buena herramienta de comunicación. Mediante esta herramienta se puede visualizar la huella hídrica de cada producto, su desglose en huella azul, verde y gris y un mapa en el que se refleja dónde se lleva a cabo este tipo de consumos.

Global average water footprint

74 litre for a glass of 250 ml

85% green, 6% blue, 9% grey



Global average water footprint

132 litre per cup of 125 ml

96% green, 1% blue, 3% grey



Global average water footprint

214 litre/kg

50% green, 30% blue, 20% grey



*Figura 14. Visualización de la huella hídrica y su composición de algunos alimentos.
Fuente: Product Gallery – Water Footprint Network.*

Sin embargo, si es necesario realizar un mayor análisis ambiental de los impactos hídricos hay que emplear otro tipo de indicadores.

Huella de agua

De manera análoga, la huella de agua es un indicador que permite conocer el impacto hídrico de un producto o proceso, pero, a diferencia de la huella hídrica, este indicador se encuentra normalizado mediante la norma ISO14046:2014 y, además, ofrece información de carácter científico y técnico, más allá de la visualización del consumo de agua en su totalidad (ver Figura 15). Este indicador está compuesto, a su vez, por un conjunto de indicadores que evalúan diferentes impactos ambientales relacionados con los recursos hídricos, como la escasez de agua, la eutrofización por aporte de nitrógeno o fósforo, la pérdida de biodiversidad en ecosistemas de agua dulce o agua salada, la acidificación...

Como en cualquier análisis, cuánto mejor sean los datos de partida, más información se podrá obtener en la fase de interpretación de resultados y conclusiones, por lo que, en este caso, es muy importante no solo delimitar qué etapas del proceso de producción se van a tener en cuenta, sino detallar al máximo posible la información recopilada en el inventario de datos. Esto es debido a que cada consumo o vertido que se considere tiene asociado un valor en cada categoría de impacto, por lo que, por ejemplo, en el caso de la captación habrá que tener en cuenta el tipo de agua (no será lo mismo captar agua de un pozo que de un río) o su origen (si el agua es captada en zonas con mayor estrés hídrico, los valores de impacto serán mayores que en aquellas zonas con menor déficit hídrico).



Una vez completado el inventario de datos ambientales en el que se recogen los consumos y las salidas del proceso que analizar y, una vez identificados los impactos ambientales, se procede al cálculo de estos últimos en su conjunto. Como para este tipo de análisis se maneja un elevado número de datos y de cálculos, es recomendable emplear un software específico que ya incluya bases de datos de impactos ambientales que facilitan el trabajo de cálculo.

Finalmente, tras obtener la magnitud de los impactos ambientales del producto o servicio, esta información tiene que ser interpretada por algún especialista en la materia. En este análisis se pueden identificar tanto las etapas, los consumos y los vertidos que generan un mayor impacto ambiental en cualquiera de los indicadores ambientales o qué indicadores son los que se deben corregir. Con esta información, se puede identificar claramente qué aspectos son los prioritarios para la mejora de la gestión hídrica de una instalación y obtener una gran variedad de indicadores que muestren y representen el grado de avance de la implantación de las mejoras.

Fases de una Huella de Agua



*Figura 15. Etapas de elaboración de una huella de agua.
Fuente: elaboración propia.*

Además, esta metodología es compatible con otras huellas, como la huella de Carbono o el Análisis de Ciclo de Vida.



Tras aplicar las mejoras en la gestión del agua, como resultado del análisis de la huella de agua, conviene volver a realizar el cálculo de los impactos para determinar cuánto se ha logrado mejorar la sostenibilidad hídrica de la instalación.

Comparativa

Como se ha mostrado, existen diferentes formas de incrementar el conocimiento de los impactos hídricos de una actividad industrial, desde un plan de seguimiento de caudalímetros y caracterización de corrientes, hasta el uso de metodologías de cálculo de impactos ambientales más complejas como la huella hídrica y la huella de agua. Estas metodologías expuestas permiten conocer principalmente los consumos de una instalación industrial, de una forma global y por etapas y procesos. Además, aportan información de la composición de las corrientes de vertido generadas, lo cual es indispensable para poder abordar estrategias de reutilización o reciclaje del agua. Por último, la información obtenida permite mantener un registro del grado de mejora en la sostenibilidad hídrica de la instalación tras corregir deficiencias y optimizar la gestión hídrica. Todas estas metodologías tienen sus inconvenientes y ventajas.

	Plan de monitoreo	Huella hídrica	Huella de agua
Utilidad	Permite el control continuo de consumos y vertidos, mejorando el cumplimiento de normativas y eficiencia operativa	Identifica áreas de alto consumo y posibles ahorros en toda la cadena de valor	Proporciona una visión integral de los impactos ambientales, de los consumos y vertidos, ayudando en la toma de decisiones sostenibles
Complejidad	Medio. Requiere inversión en equipos (caudalímetros y sensores), análisis de laboratorio y software de monitoreo	Medio. Requiere datos de consumo y producción y cálculos según categorías de huella	Alto. Requiere conocimientos avanzados en análisis de ciclo de vida y acceso a datos ambientales detallados
Inversión requerida	Alta en infraestructura de medición, pero con beneficios en monitoreo y control en tiempo real	Baja a media, dependiendo del alcance de la medición en la cadena de suministro	Alta, debido a la necesidad de análisis exhaustivo y posible asesoramiento externo
Ventajas	Monitoreo en tiempo real Permite ajustes rápidos Identifica cambios inmediatos en la calidad	Cuantificación directa del uso de agua Fácil de aplicar a productos específicos	Considera la disponibilidad y calidad del agua Evaluación más completa de los impactos ambientales





Limitaciones	Requiere inversión en equipos y sensores Dependencia de la calibración y mantenimiento regular	No incluye impactos ambientales de la extracción de agua No aborda la calidad del agua o vertidos	Requiere datos sobre disponibilidad hídrica local y global Métodos complejos de análisis
---------------------	---	--	---

Tabla 3. Comparativa de las diferentes metodologías para el control de los consumos y vertidos en una instalación industrial.



Marco regulatorio

Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Marco regulatorio

Desarrollo legislativo

La gestión del ciclo integral del agua es bastante compleja debido a que en el uso del agua como recurso convergen diferentes factores. Por un lado, el agua es indispensable para algunas actividades económicas, como las limpiezas de las instalaciones, la integración del agua en el producto, la refrigeración, el regadío, el abastecimiento para el ganado... Por otro, este recurso está sujeto a la disponibilidad temporal, lo que, como ya se ha indicado, depende tanto de la climatología como de las medidas administrativas que se apliquen. Además, dada la importancia de este recurso, es necesario garantizar que el agua cumple con los requisitos de calidad y sanitarios de acuerdo al uso que se le vaya a dar. Por ello, aunque la reutilización del agua, ya sea del proceso productivo o depurada, es una estrategia muy recomendada para minimizar el consumo de agua, cabe señalar que esta aplicación está regulada mediante diferentes textos legislativos.

La legislación referente a la reutilización y regeneración de aguas se ha ido actualizando con el tiempo. Estos cambios son fruto del mayor conocimiento técnico y científico en materia de regeneración de agua, ya que a través de la investigación, desarrollo e innovación se ha podido asegurar que el agua regenerada cumple con los objetivos de calidad requeridos. También, a medida que se identifican nuevos contaminantes en el agua (fármacos, microplásticos, pesticidas...) este tipo de normas deben actualizarse para abarcar todos aquellos compuestos contaminantes que puedan dañar la salud humana y/o la biodiversidad. Por último, el contexto de cambio climático ha podido acelerar la entrada en vigor de otra legislación debido a la urgencia de disponer de fuentes alternativas para agua de consumo.

El desarrollo legislativo en España en materia de regeneración y reutilización de aguas puede sintetizarse en la Figura 16: en morado se resalta la legislación europea, en azul las dos leyes de aguas más actuales en España y, en verde, los reales decretos que desarrollan estas dos leyes. Las flechas en azul indican que el texto sigue vigente, mientras que las flechas discontinuas y rojas reflejan que el documento ha sido derogado o actualizado por otro posterior.



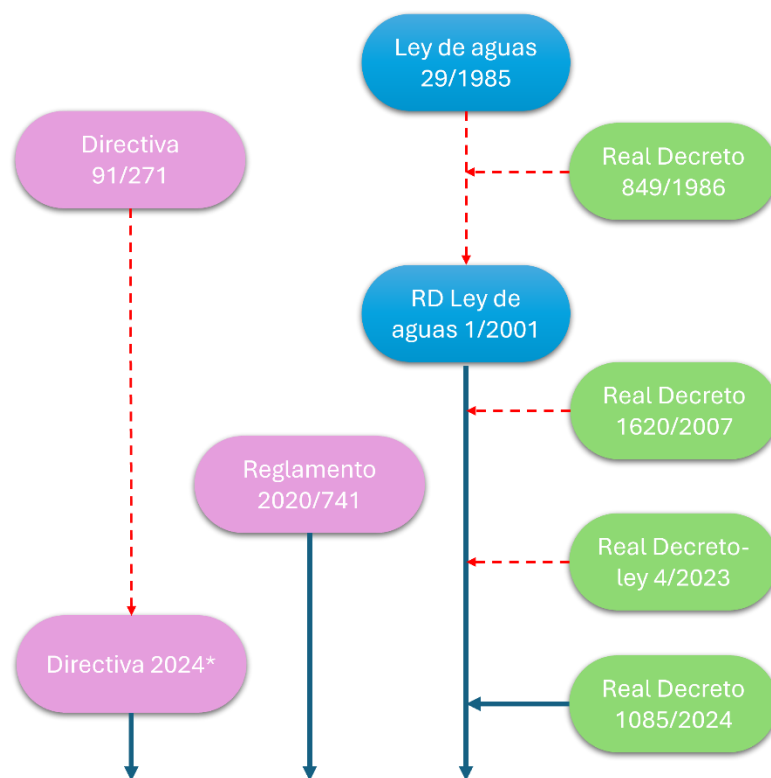
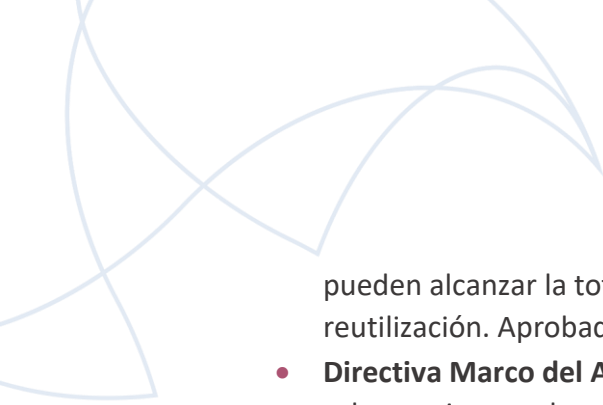


Figura 16. Desarrollo legislativo en materia de reutilización y regeneración de agua.
Fuente: elaboración propia.

Brevemente, se muestran algunos de los puntos más destacados de este desarrollo legislativo:

- **Ley de Aguas de 1985.** Se hace referencia a la posibilidad de regeneración de aguas, pero apenas tiene contenido legislativo al respecto.
- **Real Decreto 849/1986.** Escaso desarrollo de la Ley de Aguas de 1985. Prohíbe el uso de aguas regeneradas para consumo humano, pero necesita de textos complementarios que desarrollen este apartado.
- **Real Decreto Legislativo 1/2001.** No hay cambios significativos respecto a la anterior Ley de Aguas en materia de reutilización, aunque destaca la importancia de integrarlo en los planes de las cuencas.
- **Real Decreto 1620/2007.** Establece los usos permitidos y prohibidos (entre ellos la industria alimentaria cuando entra en contacto con el alimento) del agua reutilizada, criterios de calidad según el uso y el desarrollo del trámite administrativo para reutilizar aguas depuradas.
- **Reglamento (UE) 2020/741.** Define el marco en el que las aguas urbanas depuradas pueden emplearse para riego agrícola.
- **Real Decreto-ley 4/2023.** Prioriza la sustitución de concesiones de aguas superficiales o subterráneas por aguas regeneradas. Las administraciones públicas podrán conceder ayudas al concesionario de aguas regeneradas, que





pueden alcanzar la totalidad de los costes adicionales asociados a la reutilización. Aprobado con carácter urgente en el contexto de sequía.

- **Directiva Marco del Agua 2024.** Fomentar la reutilización del agua residual urbana e integrarla en los proyectos de resiliencia climática y sostenibilidad. Aprobada, pero todavía no ha entrado en vigor.
- **[Real Decreto 1085/2024](#).** Deroga a los anteriores reales decretos. Actualiza los requisitos de calidad y los usos permitidos y prohibidos. Incluye la industria alimentaria con unos requisitos más estrictos. Define una serie de conceptos clave para entender la minimización del consumo de aguas.

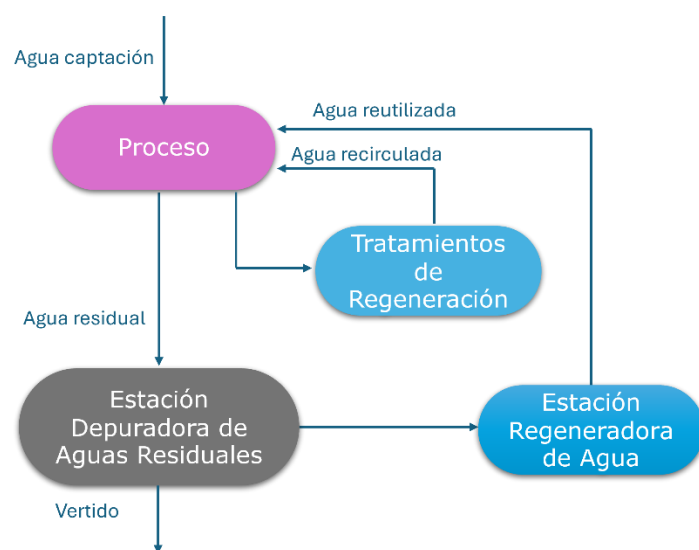
Debido a la reciente publicación del RD 1085/2024 y su importancia en los proyectos de reutilización y regeneración del agua de la industria alimentaria, a continuación, se van a explicar algunos de sus puntos más importantes, con el objetivo de facilitar su interpretación y así, fomentar los proyectos de mejora del ciclo integral del agua, una vez superada la barrera que supone, a veces, entender los documentos legislativos.

Real Decreto 1085/2024

En primer lugar, antes de abordar un proyecto de reducción de consumo de agua es importante **identificar aquellos puntos críticos en los que se detecte un mayor consumo de agua o una mayor capacidad de reaprovechamiento de las corrientes** por la baja carga contaminante aportada. Para ello, será necesario conocer tanto los caudales demandados en cada proceso, como los caudales de vertido y las concentraciones de los principales parámetros. Tras señalar aquellos puntos donde se puede o se quiere intervenir, es importante conocer de qué tipo de actuación se trata. En el caso del reaprovechamiento del agua residual el Real Decreto 1085/2024 hace una clara distinción entre agua reutilizada y agua recirculada (Figura 17):

- **Recirculación del agua:** emplear el agua de salida de un proceso en la misma actividad que las genera. Es decir, tras consumir el agua, esta vuelve a ser introducida en el mismo proceso o actividad. **Este proceso está excluido de regulación mediante este RD**, pero el agua debe tener unas condiciones de calidad que no alteren o comprometan el producto alimentario.
- **Reutilización del agua:** en este caso, el agua residual de un proceso, o procesos, es derivada a una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) y posteriormente a una Estación Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR). El uso del agua reutilizada vendrá limitado por la calidad de esta.





*Figura 17. Procesos definidos en el RD 1085/2024.
Fuente: Elaboración propia.*

Además, a la hora de planificar el esquema de reaprovechamiento hay que identificar si el agua reutilizada se aprovechará directamente tras su regeneración o si, por el contrario, se dispondrá de una **infraestructura de almacenamiento**. En este segundo escenario, será necesario asegurar que la calidad del agua durante su almacenamiento no se vea alterada.

Cuando se vaya a reutilizar el agua también hay que **identificar qué uso se le va a dar al agua regenerada**, ya que, según el uso final, los requisitos de calidad que se deben asegurar son diferentes. En el caso de que el agua regenerada esté destinada a varios usos, se aplicarán las condiciones de calidad más exigentes de las requeridas para todos los usos previstos, de forma general. En este sentido, se han definido tres niveles de calidad. Los principales contaminantes que se deben controlar están relacionados con la contaminación microbiológica: E. coli y Legionella, además de la turbidez y la presencia de sólidos suspendidos. También, se debe controlar que los contaminantes a los que se hace vigilancia en la autorización de vertido no excedan los límites contemplados (estos límites dependen de cada ayuntamiento). Para la mayor calidad de agua exigida, A+, se tiene que atender al RD 3/2023 que establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. En este caso los requisitos de calidad son mucho más estrictos, ya que el agua podrá entrar en contacto con los alimentos (por ejemplo, la concentración de E.coli debe ser de 0 UFC/100ml). Además, para garantizar la seguridad alimentaria, después de lavar con agua reutilizada una superficie con la que estará en contacto el alimento, se debe hacer un último aclarado con agua de consumo humano.



Calidad del agua	Usos	E.Coli (UFC/100ml) ⁵	Legionella (UFC/L)	Turbidez (UNT) ⁶	SS (mg/L)
A+	Aguas de limpieza de materias primas y de superficies, materiales y objetos destinados al contacto con los alimentos	Deberá cumplir con lo establecido en el artículo 65 del Real Decreto 3/2023			
A	Aguas de limpieza: las destinadas a ese fin, distintas de las utilizadas en la limpieza de las superficies, materiales y objetos que puedan estar en contacto con los alimentos y que no supongan una fuente de contaminación para estos	10	Se deberá cumplir con lo previsto en el Real Decreto 487/2022	5	10
B o C	Aguas de proceso: las utilizadas durante el proceso de fabricación de los alimentos, con fines de refrigeración o producción de vapor o agua caliente, en circuito cerrado y que no entran en contacto con los alimentos	100 o 1.000	Se deberá cumplir con lo previsto en el Real Decreto 487/2022	-	La concentración del parámetro cumple con los requisitos de conformidad previstos en la Directiva 91/271/CEE

Tabla 4. Requisitos de calidad para el agua reutilizada en la industria alimentaria, según el RD 1085/2024.

Conociendo el origen del agua que regenerar (el caudal y la concentración de los contaminantes) y la calidad que debe tener según el uso que se le quiera dar, se puede **definir el tren de tratamiento de la ERAR** y su posterior dimensionamiento. También, en este punto, se tendrá que definir si se dispondrá de una infraestructura para almacenar el agua regenerada. Con esta información se podrá solicitar **la autorización de producción y suministro de agua regenerada**. En esta solicitud se solicitarán:

- Los elementos previstos del sistema de reutilización de las aguas y las características de las infraestructuras que lo componen.
- La localización geográfica del punto de entrega de las aguas depuradas y de los puntos de cumplimiento y de entrega de las aguas regeneradas.
- Las clases de calidad de las aguas regeneradas producidas y suministradas, así como el volumen previsto por clase de calidad.

⁵ UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

⁶ UNT: Unidades Nefelométricas de Turbidez.



- El programa de autocontrol de la calidad del agua regenerada.

De forma simultánea, se debe comenzar el trámite para la **autorización del uso de aguas regeneradas**, en el que, además de la información de la estación de regeneración de aguas (que se incluye en la autorización anterior), hay que elaborar un **Plan de Gestión del Riesgo** del agua regenerada (detallado en el Anexo III del RD), en el que se deben identificar el sistema de regeneración del agua y los potenciales agentes peligrosos y evaluar los riesgos para la salud humana, el medio ambiente y la sanidad animal, así como las medidas preventivas, entre otra información.

Por último, antes de empezar a emplear el agua regenerada, se debe garantizar que se cumplen los objetivos de calidad y, además, establecer un **plan de seguimiento de control de la calidad** de acuerdo con lo que marca el Anexo II del RD, en el que se detallan tanto los contaminantes que medir, como su frecuencia y el método analítico.



1. Identificar dónde queremos actuar



2. Consulta legal para conocer qué tipo de actuación necesitamos



3. Describir usos del agua que reutilizar



4. Conocer requisitos de calidad que cumplir



5. Definir el tren de tratamiento de la estación de regeneración de aguas



6. Rellenar la documentación para las autorizaciones de producción, suministro y uso de agua regenerada

Figura 18. Principales pasos para tener en cuenta en un proyecto de reducción del consumo de agua en una instalación industrial, de acuerdo con el nuevo RD 1085/2024.

Fuente: Elaboración propia.

En muchos casos **es recomendable** que, antes de comenzar con la construcción e instalación de una ERAR, **se realicen una serie de ensayos piloto o de laboratorio** que permitirán:



- **Identificar un esquema de tratamiento** que se adapte a las necesidades reales de la industria, al tratarse de un diseño propio. Con ello se asegura que la inversión en la ERAR será útil y práctica, ya que el experimento debe realizarse con agua real.
- Realizar un **dimensionamiento adecuado** de los caudales que tratar y de la carga contaminante, buscando que la ERAR trabaje dentro de los parámetros óptimos de diseño. Esto previene sobrecostes y problemas de rendimientos asociados a un dimensionamiento incorrecto.
- **Se obtienen resultados reales de la calidad del agua** que se logrará con el tren de tratamiento que se instalará. Aunque, posteriormente la autorización competente se asegurará de que la instalación a escala real cumple con los requisitos de calidad, estos resultados previos pueden facilitar los trámites de las dos autorizaciones requeridas, al poder demostrar el buen rendimiento esperado del tren de tratamiento.
- Durante los ensayos, se **recoge información real para elaborar el Plan de Gestión de Riesgos**, porque se podrán identificar aspectos claves que tener en cuenta durante el proceso de regeneración del agua.

Hasta la entrada en vigor de este nuevo RD, en España existía cierto desfase entre lo que se podía alcanzar a nivel técnico y lo que la legislación permitía realizar, ya que el anterior texto normativo no contemplaba tantos usos para el agua regenerada. Además, este nuevo RD diferencia los requisitos de calidad de agua según su uso final, aunque cabe destacar que estos requisitos siempre son más exigentes que los de vertido. Esta diferenciación de los requisitos de calidad está en sintonía con el concepto de “**agua a la carta**”. Esta filosofía de trabajo defiende que no es necesario obtener siempre un agua con la máxima calidad posible, si no que esta sea acorde al uso al que se vaya a destinar. Esta forma de trabajar presenta una serie de ventajas:

- Al no necesitar alcanzar una calidad excelente, se reduce el consumo energético.
- Se evita sobredimensionar equipos y, por lo tanto, se reducen los costes de instalación, favoreciendo así la implantación de estas tecnologías.
- Evita el uso excesivo de reactivos químicos.
- Se acotan los costes de mantenimiento (OPEX) e implantación (CAPEX) de las soluciones tecnológicas, permitiendo que este tipo de propuestas estén al alcance de un mayor número de industrias.
- En conjunto, mejora el balance económico y el impacto ambiental de los trenes de tratamiento para regenerar el agua residual.



Soluciones para reducir el consumo

Mejora de la resiliencia de la industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Soluciones para reducir el consumo

La reducción del impacto hídrico de una instalación industrial se puede enfocar, en términos generales, en reducir los consumos y demandas de agua, a la vez que se mejora la calidad de agua vertida. La combinación de estas dos líneas de actuación permite, por un lado, asegurar la cantidad de las masas de agua dulces (ya sean ríos, acuíferos, lagos...) y por otro, preservar su calidad, asegurando que el agua que retorna al dominio público hidráulico no supone un riesgo para los ecosistemas. En los capítulos anteriores se ha explicado cómo se puede determinar el impacto hídrico en función del alcance del proyecto que se quiera emprender, bien sea atendiendo sólo a la demanda de agua o, incluso, cuantificando los diferentes impactos ambientales sobre las masas de agua en las que se vierte. En este capítulo se abordarán diferentes estrategias para minimizar y reducir los impactos cuantitativos y cualitativos sobre las masas de agua. Para ello, se han dividido las soluciones en tres grandes bloques:

- **Soluciones relacionadas con el consumo:** se abordarán, sobre todo, aquellos aspectos que permitan reducir la demanda de agua mediante el aprovechamiento de nuevas fuentes o el reaprovechamiento de las ya existentes.
- **Soluciones relacionadas con el uso:** debido a que la limpieza es uno de los principales procesos de todas las industrias alimentarias en los que más agua se consume, se explicarán diferentes alternativas a la limpieza tradicional que permiten ahorros de agua significativos. Por otro lado, se comentarán aspectos relacionados con la detección de fugas y la capacitación del personal, para asegurar que el agua no está siendo desperdiciada.
- **Soluciones relacionadas con el vertido:** se incluirán soluciones relacionadas con la restitución del agua. Sin embargo, también existen medidas que permiten reducir el consumo global y la carga contaminante de los vertidos. En este bloque de soluciones se abordará el concepto de “vertido cero” y su relación con las biorrefinerías.

En este capítulo se tratará diferentes estrategias relacionadas con el consumo de agua en la instalación industrial.



Auditoría interna de gestión del agua

Antes de iniciar un proyecto de mejora en la gestión del agua de una instalación industrial es necesario acotar el problema y ubicar los puntos dónde se generen más ineficiencias, y, por lo tanto, aquellas zonas con un mayor margen de mejora. En el segundo capítulo de este documento se resaltaba la necesidad de conocer, al menos, los consumos de agua que demandan las diferentes etapas del proceso industrial. Si bien esa etapa podría incluirse en este primer paso, es necesario recopilar más información y proceder a su análisis. En esta primera fase de **auditoría interna de la gestión del agua** no solo se deben identificar los consumos de cada equipo y proceso, si no que, además, hay que considerar los planes de limpieza y mantenimiento, la ubicación de los procesos y la disponibilidad de espacios, las características de las corrientes de la industria (tanto la calidad de los vertidos como los requisitos de calidad del agua en cada etapa), entre otros datos.

Toda esta información, si bien puede recopilarse de forma interna por personal de la propia industria, siempre es recomendable apoyarse en personal externo y cualificado en este tipo de asesoramiento, con el fin de realizar una valoración inicial objetiva y aprovechar la experiencia de los técnicos de gestión del agua a la hora de abordar proyectos de minimización. Es importante que **en este asesoramiento se garantice que el resultado de la auditoría no estará condicionado por el tipo de soluciones que posteriormente pueda implantar la empresa que realiza la auditoría**. Una vez analizada esta información específica, se puede comenzar a proponer soluciones adaptadas a las necesidades de la industria en cuestión.

Involucrar en la gestión del agua a productores y proveedores

Cabe recordar que cuando hablamos de la gestión hídrica de un proceso productivo, no solo hay que enfocar el proceso de transformación, sino que es necesario ampliar el alcance, al menos, hasta la obtención de materias primas. Esta visión permitirá detectar si una proporción significativa de los consumos hídricos está asociada a las materias primas, situación que suele ser común en la industria alimentaria. Aunque muchas industrias alimentarias no puedan interferir directamente en el consumo de agua que se realiza a la hora de obtener materias primas, sí que tienen capacidad de decisión a la hora de seleccionar proveedores.

Actualmente no hay un etiquetado o certificado específico para la huella hídrica, pero teniendo en cuenta la importancia creciente que está cobrando la buena gestión de los recursos hídricos, junto con el mayor grado de sensibilización ambiental de la sociedad, probablemente, en un futuro cercano, aparezca algún tipo de certificación o



etiquetado voluntario que permita destacar a aquellas industrias que tengan una mayor concienciación ambiental en materia de agua.

A continuación, señalamos dos ejemplos de nuevas certificaciones: en 2019 se comenzó a certificar que el producto de origen animal para la alimentación ha sido monitorizado en bienestar animal, tanto en la granja o superficie de producción como en el lugar de sacrificio. La estandarización del sello Animal Welfair® permite diferenciar un producto de otros. En Francia, en 2021, se lanzó el Eco-Score, un sistema de puntuación similar al Nutri-Score, pero que en este caso muestra las emisiones de CO₂ del producto en cuestión, desde la obtención de materias primas hasta su distribución final.

Aunque se lanzó en 2021, ha necesitado de un par de años para que las empresas empiecen a mostrar el sello, debido a los cambios que han necesitado implantar para reducir el impacto y mostrarse comparativamente más favorables frente a sus competidores. Es decir, los etiquetados voluntarios ambientales están recogiendo las sensibilizaciones de la ciudadanía y cuestiones que hace unos años no formaban parte de la toma de decisiones del consumidor, actualmente si son criterios que tienen en cuenta a la hora de seleccionar un producto u otro, junto con el contenido nutricional o el precio. Por lo tanto, **contar con productores y proveedores comprometidos con la gestión hídrica permitirá reducir el consumo de agua de los productos**, a la vez que supondrá una ventaja competitiva si se muestra la huella hídrica del producto.



Figura 19. Ejemplos de etiquetado de bienestar animal.
Fuente: Welfair (El Economista, 2023) y Eco-Score (Reussir, 2021).

Modificar la receta de producción

En algunos casos es posible **optimizar la receta de producción ajustando la cantidad de agua sin alterar la calidad del producto** o, incluso, lanzando un nuevo producto al



mercado que satisfaga las mismas necesidades. Aunque en la industria alimentaria estas modificaciones pueden ser complejas y no siempre factibles, un ejemplo de un sector que ha sabido aprovechar esta oportunidad no solo para mejorar su huella hídrica, sino, además, para fortalecer su línea de productos es la industria cosmética. Ha adaptado parte de su catálogo al nuevo contexto, en el que la sociedad va adquiriendo cada vez una mayor sensibilización ambiental, en escenario en el que la disponibilidad de agua cada vez es más irregular y las sequías más frecuentes y duraderas, en especial si tenemos en cuenta que el 40% de la industria cosmética de España se encuentra en Cataluña (Industria Cosmética, 2023). En este sentido, se ha desarrollado el concepto *water-free* mediante el cual elaboran un amplio abanico de productos, pero con un contenido mínimo o inexistente de agua. Sería recomendable que, sin tener que llegar a una situación de estrés hídrico, la industria alimentaria buscase nuevas formas de elaborar sus productos reduciendo la cantidad de agua que se demanda como materia prima.



Sin agua



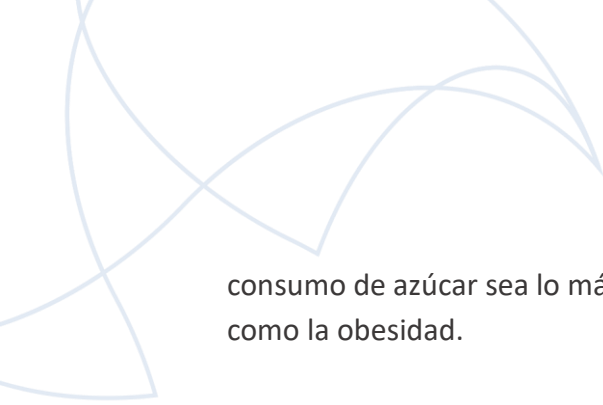
50-60% agua

Figura 20. Ejemplo de un mismo producto cosmético, champú, fabricado sin agua (izquierda) y de forma convencional (derecha).

Fuente: elaboración propia a partir de (LABOMAT, 2025).

En otras circunstancias, la receta original no puede ser alterada significativamente debido a que se modificarían las propiedades finales del producto. Teniendo en cuenta que en la industria alimentaria la palatabilidad del alimento tiene una gran relevancia, las modificaciones que se pueden hacer en algunos casos están limitadas. Sin embargo, ligeros **cambios en algunos de los ingredientes pueden suponer un cierto ahorro agua, no tanto por el consumo directo asociado a la producción del ingrediente, sino por los efectos que puede conllevar en otros procesos, principalmente en la limpieza.** Uno de los mejores ejemplos es el azúcar. El azúcar tiene propiedades adherentes que dificultan la limpieza, no solo de las máquinas sino también de las tuberías y filtros, por lo que reducir este ingrediente permite una limpieza más rápida y eficiente, disminuyendo el consumo de agua y de productos químicos. Además, la reducción de azúcar en los alimentos está en consonancia con las recomendaciones para que el





consumo de azúcar sea lo más bajo posible, por su relación con problemas de salud como la obesidad.

Esta estrategia ya la utilizan algunas marcas alimentarias como Danone (Danone, 2024) o Nestlé (Nestlé, 2023), que, desde hace varios años, están apostando por diferentes proyectos innovadores que les permitan reducir la cantidad de azúcar agregada (la que no contienen de forma natural los ingredientes) sin alterar el sabor y otras propiedades de sus productos.

Fuentes no convencionales de agua

Tras analizar qué modificaciones o cambios se pueden aplicar en la formulación del producto para reducir su demanda de agua, el resto de las alternativas relacionadas con el consumo están orientadas a la búsqueda de nuevas fuentes de agua, más allá de la captación y el bombeo. No se aborda la posibilidad de desalar agua, porque es una opción que no suele ser viable económicamente y a la que no podrían acceder todas las industrias. Sin embargo, existe otra fuente de agua a la que todas las industrias tienen acceso en mayor o menor medida, la lluvia.

Captación del agua de lluvia

La captación y posterior aprovechamiento del agua de lluvia ha sido una práctica que no se ha tenido en cuenta, debido al poco interés en la gestión hídrica. Sin embargo, este recurso, que siempre ha estado presente, y ha sido aprovechado, tanto en la agricultura como en la ganadería, está empezando a formar parte del sistema de gestión hídrica de las industrias. Como cualquier otra fuente de agua que se emplea en la industria alimentaria, esta está sujeta a restricciones legales.

El agua captada de la lluvia no podrá ser empleada para la limpieza de alimentos o de superficies que vayan a entrar en contacto con los alimentos, ya que, de acuerdo con el Reglamento (CE) 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios, (2004), la calidad del agua debería ser tan elevada que los costes de tratamiento y análisis de seguimiento se elevarían demasiado. Pero, esta agua puede ser empleada para otros usos, usos sanitarios, para abastecer cisternas, por ejemplo, usos ornamentales, si las instalaciones disponen de una zona ajardinada, o, incluso, para la limpieza cuando la calidad del agua no es tan exigente.

En todo caso, se debe realizar un análisis de puntos críticos y evaluar si existe algún tipo de riesgo de contaminación a la hora de emplear las aguas pluviales. Hay que



tener en cuenta una serie de consideraciones como asegurar una correcta desinfección del recipiente en el que se recolecte el agua de lluvia y realizar un seguimiento de la calidad del agua, especialmente en cuanto a los parámetros microbiológicos. Además, en algunos casos, puede ser necesario someter al agua de lluvia a algún tipo de pretratamiento antes de utilizarla. Actualmente existen en el mercado numerosas opciones de captadores de aguas pluviales, con un amplio abanico de tamaños, que cuentan (de forma optativa) con prefiltros para mejorar la calidad del agua recogida. Por el tamaño y envergadura de estos tanques de acumulación, se suele recomendar su instalación soterrada, acompañada de un sistema de drenaje y de canalizaciones que maximicen la captación.



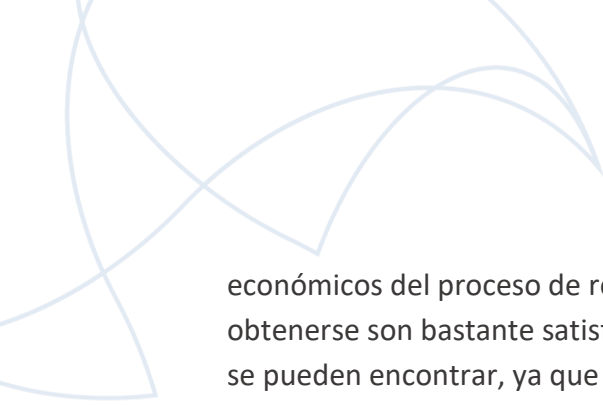
*Figura 21. Ejemplo de un tanque de acumulación de aguas pluviales de gran capacidad.
Fuente: (GRAF, 2024).*

Regeneración y recirculación de aguas

Por último, como se ha visto en el apartado relativo al desarrollo legislativo, la **recirculación y regeneración de aguas** es una buena estrategia para poder reducir el consumo de agua de captación, sin llegar a disminuir la ratio de agua consumida por unidad de producto elaborado. Estos mecanismos de mejora de la gestión hídrica ya se encuentran regulados por el nuevo Real Decreto 1085/2024, que establece los usos que puede tener el agua regenerada en función de la calidad que se alcance, así como un plan de vigilancia y seguimiento para garantizar la seguridad alimentaria en todo momento.

Este tipo de desarrollos e implantaciones no son inmediatas, puesto que se suelen acompañar de un estudio preliminar para identificar en qué puntos tiene sentido aplicar una regeneración de las aguas y dónde emplearla posteriormente. Además, también se realizan ensayos, y un posterior escalado, para conocer los costes





económicos del proceso de regeneración. Sin embargo, los resultados que pueden obtenerse son bastante satisfactorios, como demuestran los diferentes ejemplos que se pueden encontrar, ya que las reducciones en el consumo total de agua pueden ser significativas si se realiza una adecuada fase preliminar acotando el alcance del proyecto de regeneración.

Casos de éxito implantados

La naturaleza de los proyectos de recirculación y regeneración es muy diversa, atendiendo al punto en el que se genera el agua que tratar y dónde se devuelve. Un proyecto de regeneración es el ECO3WASH (AINIA, 2019), en el que se recicla el agua de lavado de los cítricos en las cooperativas, eliminando, previamente, contaminantes como los plaguicidas. Permitiendo la recirculación de esta agua para el mismo proceso, se puede llegar a reducir hasta en un 70% el consumo total del agua asociada al lavado.

En otros casos, la recuperación del agua se produce mediante la condensación de corrientes de evaporación o durante procesos de cocción o de calefacción. Nestlé (Nestlé, 2010) ha reducido en un 15% el consumo total de agua por tonelada de producto mediante la reutilización del agua obtenida en el proceso de evaporación al que se someten algunos productos, como la leche condensada, para alimentar las calderas de vapor.

No solo se pueden recircular y regenerar aguas que tienen una buena calidad, sino que también pueden regenerarse las aguas de limpieza. Por ejemplo, en la planta cervecera de Carlsberg en Fredericia, Dinamarca, a principios de 2015 estaban consumiendo 3,4 l de agua por cada litro de cerveza y se propusieron el objetivo de reducir el consumo en un 50%, es decir, bajar el consumo a, al menos, 1,7 l de agua por litro de cerveza. Para llevar a cabo esta importante reducción apostaron por la regeneración del agua, entre otras actuaciones. El proyecto consistió en recoger toda el agua del proceso (agua procedente de limpieza, torres de refrigeración y calderas) y enviarla a una planta de tratamiento de aguas residuales, para después acondicionarla en una estación de regeneración, devolviéndole la calidad de agua potable para asegurarse de que se puede reutilizar de nuevo en la fábrica de cerveza. Esta agua solo se usa como agua de proceso y nunca entra en contacto con la cerveza. Gracias a este proyecto, la cervecera logró reducir el consumo del agua de proceso en un 90% (Grundfos, 2021).

Por último, el caso de la quesería Entrepinares muestra como puede ser aprovechada el agua de otras corrientes. En este caso, la quesería identificó que generaba,



aproximadamente, 10 l de suero por cada kilo de queso producido. Esta corriente, en algunos casos, es desechada sin asignarle ningún tipo de valor, pero, teniendo en cuenta que este suero contiene un 93% de agua, enfocaron sus esfuerzos en recuperar ese agua para emplearla posteriormente como agua de proceso. Mediante un tren de tratamientos (donde incluyen la ósmosis inversa y otros procesos de desinfección), lograron reducir hasta en un 40% el consumo total de agua en su planta de producción en Villalba, Lugo. (Grupo Entrepinares, 2022). Este tipo de ejemplos está también muy ligado con el concepto de biorefinería que se explicará más adelante.

Como se puede ver, los porcentajes de reducción de consumo de agua asociados a los proyectos de regeneración y recirculación suelen ser significativos, por lo que su implementación debe ser considerada cuando se quiera mejorar la gestión hídrica de una instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el éxito de estas implantaciones está condicionado por un buen planteamiento inicial y estudio de diferentes alternativas para encontrar aquella solución que mejor resultados ofrezcan. Normalmente, para este tipo de planteamientos se aconseja un estudio preliminar a escala piloto, el cual puede ser subvencionado por algunas de las ayudas públicas destinadas a la mejora de la gestión hídrica del sector industrial, tanto en convocatorias nacionales como autonómicas.



Figura 22. Síntesis de soluciones propuestas relacionadas con el consumo de agua. Elaboración propia.



Soluciones relacionadas con el uso

Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Soluciones relacionadas con el uso

Una vez analizadas algunas estrategias orientadas a la reducción del agua desde el punto de vista del consumo, en este capítulo el enfoque está en la minimización del uso del agua dentro de la instalación industrial.

Como la limpieza es uno de los principales procesos de todas las industrias alimentarias en los que más agua se consume, se explicarán diferentes alternativas a la limpieza tradicional que permiten ahorros de agua significativos. Por otro lado, se comentarán aspectos relacionados con la detección de fugas y la capacitación del personal, para asegurar que el agua no está siendo desperdiciada.

Tras recoger algunos ejemplos de soluciones relacionadas con la captación y el consumo de agua que se pueden implementar, se expondrán otras medidas relacionadas con el uso eficiente del agua.

Vigilancia de consumos no productivos

En primer lugar, el **mantenimiento de los equipos**, conducciones, tanques, etc., no solo alarga la vida útil de la instalación hasta su renovación, sino que también permite reducir ineficiencias asociadas a consumos eléctricos, de materias primas o reactivos, y, por supuesto, de agua (especialmente en el caso de fugas). En este sentido, se debe establecer un buen plan de mantenimiento en el que no solo se tenga en cuenta la supervisión de la maquinaria que participa en los procesos productivos, sino que también contemple los posibles fallos, corrosiones, fugas... del circuito hidráulico de la instalación.

Asociado a este mantenimiento preventivo debe realizarse un **control rutinario del consumo de caudales**, al menos en los puntos críticos donde más agua se demande. Mediante el registro histórico de los datos se puede conocer y detectar el origen de algún fallo en las instalaciones. Por ejemplo, en el caso de que un caudalímetro registre un consumo acumulado superior al esperado en base a la producción, se puede acotar el problema y comenzar con la recopilación de la información para solventarlo. Esta desviación en el consumo dependerá de dónde se esté produciendo y de su naturaleza, que deberá ser identificada. Por ejemplo, una fuga que esté provocando un consumo no productivo, un mal ajuste de la receta que incrementa la ratio de agua por unidad de producto o una mala aplicación del protocolo de limpieza con el consecuente excesivo gasto de agua.



Para este control del caudalímetro se puede optar por el método tradicional, por el que un operario registra el consumo de agua para un intervalo de tiempo en los puntos de toma de agua y, posteriormente, anota los datos de los caudalímetros identificados como prioritarios para realizar el seguimiento periódico. Este método es relativamente barato, ya que solo requiere de la instalación de caudalímetros y de la mano de obra para la toma de datos y su posterior análisis. Sin embargo, presenta varias ineficiencias que pueden obstaculizar un diagnóstico más preciso de la instalación, como, por ejemplo, si la instalación está en funcionamiento y no se hace de forma simultánea lectura de los caudalímetros, los valores registrados entre lo que se ha captado y lo que se está consumiendo pueden diferir notablemente.

Cada vez más empresas están ampliando el alcance de los procesos digitalizados para mejorar el control de sus instalaciones. Inicialmente, este tipo de mejoras solo estaban contempladas para los procesos productivos. Sin embargo, con el incremento del conocimiento en el tratamiento de datos y la apertura de esta tecnología a otras ramas, se está implementando la digitalización a otras cuestiones como el ahorro energético o al ciclo del agua. La **digitalización de la gestión del agua** implica disponer de caudalímetros conectados a la red, que puedan aportar información en tiempo real, eliminando el desfase temporal entre lecturas de un mismo día. Además, se requiere de un dispositivo en el que se almacene la información y donde se realice un tratamiento y análisis de los datos. Normalmente, este tipo de información puede integrarse en otras pantallas de lecturas de las que ya se disponga, tipo SCADA, para centralizarla, o se puede desarrollar una ventana de lectura particular.

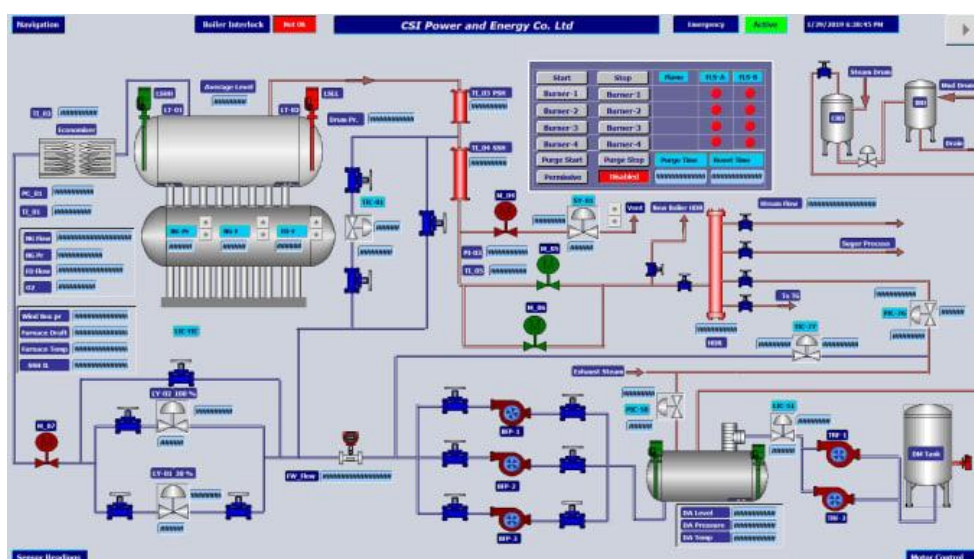


Figura 23. Ejemplo de SCADA de una instalación industrial, donde se puede hacer una lectura en tiempo real de caudales, volúmenes en tanques...
Fuente: De Vester training (2025).





Además de un control y monitoreo, se puede desarrollar un sistema de controladores que, en función de dónde se esté registrando el desvío en el consumo de agua, su magnitud, duración, etc., realice una serie de actuaciones para revertir o tratar de corregir la situación o, en su defecto, envíe una alarma para que el operario pueda plantear una acción correctora en ese momento. Este tipo de actualizaciones en la industria puede suponer un reto económico, pero, por su relevancia, no solo por los beneficios a largo plazo para la propia industria, sino también para el resto de la sociedad, al disponer de empresas más sostenibles, existen diferentes mecanismos para subvencionar este tipo de actuaciones.

En primer lugar, el gobierno español dispone de la figura de los PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica), que se plantean como un mecanismo de colaboración entre entidades y empresas para afrontar los retos del cambio climático, gestionando los fondos europeos *Next Generation* para este fin. En este sentido, podemos encontrar dos **PERTE para la gestión del agua de la industria agroalimentaria; el PERTE Agroalimentario y el PERTE de digitalización del ciclo del agua**. El PERTE de la industria agroalimentaria tiene como eje prioritario apoyar medidas para la adaptación digital, tanto de productores primarios como de centros de transformación. En el caso del PERTE de digitalización del ciclo del agua, entre otras medidas, impulsa la digitalización de usuarios del agua, ya sean comunidades de regantes (tienen una ayuda específica) o centros de transformación. Además, existe otro tipo de subvenciones, estatales, como las del Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación CDTI, y autonómicas. En estos casos, es recomendable realizar un buen análisis previo sobre qué tipo de ayuda es la que más se acerca a las necesidades específicas y qué tipo de información hay que aportar para que el proyecto puntúe adecuadamente, según los criterios de selección, y sea subvencionable.





Figura 24. Principales inversiones del PERTE Agroalimentario.
Fuente: Fi Group, 2022.

Actualizar las instalaciones considerando la gestión del agua

Además de las medidas preventivas, entre las que están el monitoreo del consumo de agua y el mantenimiento, existe un gran conjunto de actuaciones que todas las industrias alimentarias pueden llevar a cabo para mejorar su eficiencia hídrica. Todas estas acciones están recogidas en los documentos llamados **“Mejores Técnicas Disponibles”** (MTD).

Las MTD son documentos donde se recogen una serie de medidas que pueden adoptar las diferentes industrias para minimizar su impacto ambiental. Estas medidas están orientadas a un menor consumo de materias primas (entre ellas agua), energético y a disminuir las emisiones. Su regulación se basa en la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). Junto con las MTD, se publica un documento de conclusiones sobre mejores técnicas disponibles, donde se sintetiza la información de las MTD para que tenga un carácter más práctico. Las medidas que se aprueban se agrupan según el tipo de industria, por lo que según el sector industrial, se recurrirá a un documento u otro. Estos documentos suelen requerir el consenso entre las industrias, tanto para conocer en qué medida las propuestas son factibles como para estimar técnicamente el impacto positivo de las mejoras. Debido a esto, el proceso de publicación de una MTD puede demorarse y no estar disponible para todos los sectores. Pero, dado que las MTD forman parte del desarrollo de la Directiva Europea 2010/75, además de los documentos españoles, se puede recurrir a otros europeos sobre sectores de interés, para los que no se haya



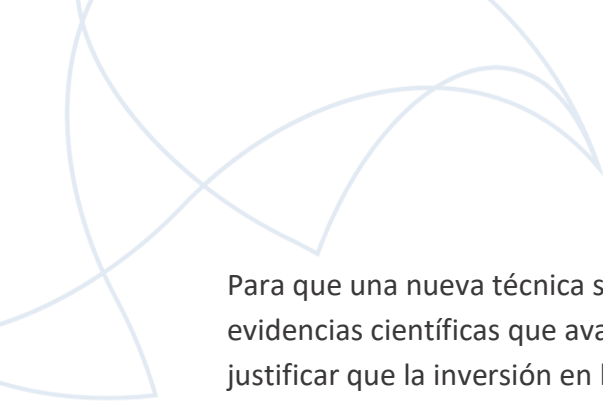
publicado la MTD o se encuentre desfasada. A nivel europeo, estos documentos se llaman BAT (*Best Available Techniques*).



Dada la gran variabilidad y diversidad, tanto de industrias como del tipo de equipos que puede contener una instalación industrial, se recomienda acudir a la MTD correspondiente para conocer cuáles son las soluciones específicas para cada sector. De forma genérica, se describen alternativas tecnológicas respecto a los procesos de limpieza (tanto en los protocolos como en los reactivos empleados), procesos de lavado de materias primas (si se contempla en el proceso productivo) y etapas de enfriamiento o cocción, así como los principales puntos donde se podría implantar un sistema de recirculación o regeneración de las aguas. Con la aplicación de estas MTD se pueden reducir notablemente los consumos de agua. Dos ejemplos son el caso de Mahou que, aunque incrementó la producción de cerveza, pudo reducir el consumo unitario de agua en un 40% (MAHOU, 2018), y el de (Nestlé, 2023), que, al sustituir el sistema de refrigeración por uno cerrado de refrigeración evaporativa que permite recircular el agua de manera continua, redujo el consumo de agua total en un 30%.

Mejorar los procesos de limpieza





Para que una nueva técnica se pueda adscribir a las MTD debe tener un conjunto de evidencias científicas que avalen su mejora ambiental, su viabilidad técnica y, además, justificar que la inversión en la técnica sea. Un ejemplo de una técnica transversal reciente y aplicable a toda la industria alimentaria es el **diseño ecohigiénico**, un conjunto de técnicas de diseño, construcción e instalación que permiten una limpieza sencilla y eficaz de todo el equipo productivo (reactores, conducciones, medidores...). Además de una mayor eficiencia operativa en las operaciones de limpieza, con un ahorro de tiempo, mano de obra, productos químicos de limpieza, agua y energía, el diseño ecohigiénico incorpora un factor preventivo al reducir o eliminar los riesgos de contaminación. Para ello, se tienen en cuenta aspectos como los materiales de construcción, las superficies de contacto, la drenabilidad, la hermeticidad y la accesibilidad a los equipos e instalaciones industriales.

Por último, relacionado con la higiene, no todas las limpiezas se pueden automatizar, pero sí se deben sistematizar. Es importante **elaborar protocolos de limpieza** que faciliten la labor, a la vez que se acota el consumo de agua. A la hora de elaborar protocolos de limpieza, tanto de superficies como de equipos, se pueden realizar ensayos o test que permitan conocer qué materiales presentan una mejor limpiabilidad en función de la materia o producto que se emplea en la instalación o en el proceso.

Además, se puede analizar qué agentes de limpieza son más eficaces para desinfectar y devolver las condiciones higiénicas y sanitarias que se requieren. Una correcta selección del agente de limpieza no solo ayuda a reducir el coste económico a la hora de adquirir los productos de limpieza, también a reducir el agua empleada en la limpieza y en el aclarado posterior.

Un punto importante en las limpiezas manuales es saber cuándo se debe dar por concluido el proceso, ya que una limpieza excesiva conlleva un mayor gasto de agua, pero si esta no es suficiente, puede provocar la contaminación del producto. Para determinar cuándo terminar el aclarado, se pueden emplear sondas paramétricas que devuelvan información instantánea de la calidad del agua de aclarado. De esa forma, la limpieza no se fundamenta en un aspecto visual sino que se basa en datos objetivos. En caso de no poder disponer de medidores multiparamétricos de forma continua, se pueden hacer ensayos in situ de limpieza, recogiendo el agua del aclarado en diferentes tiempos. Tras su análisis en laboratorio, se puede identificar en qué momento el agua de aclarado tiene una calidad suficiente para dar por terminada la limpieza. De esta manera, se puede obtener una aproximación del caudal del aclarado y el tiempo necesario de aplicación. Aunque este método es más impreciso que la



utilización de sondas, puede servir para reducir considerablemente los consumos de agua en estos puntos, a la vez que se asegura una buena limpieza.

Como estos protocolos de limpieza tienen que hacerse de forma manual, es importante que los operarios que los lleven a cabo tengan en cuenta la importancia de una correcta ejecución. En este sentido, pueden realizarse campañas de sensibilización y concienciación dentro de la empresa.

Caso de éxito: proyecto ECODHYBAT

Con el objetivo de obtener evidencias de la reducción del consumo energético, de la demanda de agua y de las emisiones de CO₂ gracias al diseño ecohigiénico, en 2013 se inició el proyecto ECODHYBAT. En este proyecto participaron empresas del sector alimentario para poder validar las soluciones alcanzadas (Grupo Leche Pascual y Nueva Pescanova), la Asociación de Maquinaria, Tecnología, Ingredientes y Servicios para la Industria Alimentaria (AMEC) y la Asociación de Investigación de la Industria Agroalimentaria - AINIA, un centro tecnológico donde se realizaron los ensayos iniciales. Los resultados de este proyecto (Figura 26, izquierda) concluyeron que se puede reducir el consumo de agua entre un 40%-50% gracias al diseño ecohigiénico. Las conclusiones de este proyecto fueron tan relevantes que, no solo fue seleccionado como uno de los tres mejores proyectos LIFE Medio Ambiente de 2018, además, a raíz de estas evidencias, la UE ha incluido el diseño ecohigiénico como un BAT en la industria agroalimentaria. Para facilitar su implantación, el Grupo Europeo de Diseño de Equipos Higiénicos (EHEDG) desarrolló una **metodología de evaluación y certificación de diseño ecohigiénico**, para certificar los equipos que cumplen los requisitos mediante su sellado correspondiente (Figura 26, derecha).



Figura 26. Resultados del proyecto ECODHYBAT (izquierda) y logo que certifica el diseño ecohigiénico de los equipos (derecha).

Fuente: (Alfredo Rodrigo, 2018) y (EHEDG, 2025).



Soluciones relacionadas con el uso

- Plan de mantenimiento que abarque la gestión del agua
- Registro de caudales y consumos
 - Digitalización de la gestión del agua
- Aplicación de MTD
 - Consulta MTD específica del sector
 - Diseño ecohigiénico
 - Protocolos optimizados de limpieza



Figura 27. Síntesis de las soluciones propuestas relacionadas con el uso de agua.
Fuente: Elaboración propia.



Soluciones relacionadas con el vertido

Mejora de la resiliencia de la industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Soluciones relacionadas con el vertido

Además de mejorar aspectos relacionados directamente con el consumo y la captación de los recursos hídricos en las industrias, también puede mejorarse la gestión que realizan de las aguas residuales. En este apartado se abordarán diferentes estrategias que se pueden emprender para reducir el impacto hídrico ambiental derivado de las actividades industriales, incluyendo algunas soluciones que, además, permiten valorizar los recursos presentes en las corrientes residuales, entendiendo al agua residual como una fuente de recursos y no como una corriente hídrica contaminante que hay que gestionar únicamente para reducir su potencial impacto ambiental.

Aunque en muchas ocasiones este apartado recibe menor atención que las medidas orientadas al consumo y uso del agua (tienen un claro impacto positivo directo sobre el balance económico de la empresa), las soluciones relacionadas con el vertido pueden llegar a tener un impacto igual de significativo. Además, cabe señalar que los indicadores más avanzados y empleados para mostrar los impactos en los recursos hídricos tienen muy presente los potenciales impactos ambientales de los vertidos: en la huella hídrica se recogen en una de las tres categorías de huella (la huella gris); en la huella de agua, la mayor parte de los indicadores ambientales hacen referencia a los impactos generados por el vertido, mientras que los impactos ambientales asociados al consumo de agua y el estrés hídrico son minoritarios.

Por tanto, una correcta gestión hídrica debe contemplar medidas que incluyan todas las formas posibles de alterar los recursos hídricos, desde un punto de vista cuantitativo, considerando el consumo y uso, pero también incorporando las posibles transformaciones cualitativas, con el objetivo de alcanzar la restitución completa de las masas de agua vertidas.

Restitución de las aguas de vertido

Canon de vertido

En primer lugar, la forma más rápida de entender y cuantificar el potencial impacto ambiental del vertido de una instalación industrial es a través del **canon de vertido**. Este concepto puede variar de nombre según el territorio (canon de vertido, canon de saneamiento, canon del agua...). Este canon es un impuesto ecológico que grava la producción de aguas residuales industriales en función de su caudal y carga contaminante. La recaudación obtenida se destina a la gestión y explotación de las EDAR que reciben esta agua potencialmente contaminante, para tratarla y reducir el perjuicio ambiental de estas corrientes. Está regulado mediante normativa autonómica



en la que se recogen aspectos como los responsables de los vertidos, las tarifas o la fórmula para calcularla en los vertidos industriales.

Aunque, cada normativa ha desarrollado su propia fórmula de cálculo, todas presentan una estructura similar. El canon se obtiene multiplicando el coste unitario de tratamiento de un metro cúbico de agua residual por un coeficiente que contempla aspectos como:

- El **consumo de agua** en metros cúbicos, tanto el valor promedio como el consumo punta máximo.
- Si la industria presenta un **tratamiento de aguas residuales** adecuado o no. Según el territorio, disponer de un correcto tren de depuración de las aguas residuales puede suponer reducir el coste económico del vertido hasta en un 90%.
- El **grado de protección o valor ambiental de la zona** donde se producen los vertidos, incrementando el precio del metro cúbico vertido en aquellas zonas más vulnerables o con mayor calidad ambiental.
- El **índice de carga contaminante del agua**. Es decir, se tiene en cuenta la concentración a la que se vierten algunos contaminantes (normalmente aspectos relacionados con los nutrientes, sólidos suspendidos y materia orgánica), tanto de forma global, como específica, si alguno de ellos aparece en altas concentraciones.

Al multiplicar el valor de estos aspectos se obtiene el del coeficiente corrector que multiplica al coste unitario de tratamiento. En la Figura 28 se muestra la fórmula del cálculo del coeficiente corrector para los vertidos industriales que gestiona la EPSAR (Comunidad Valenciana). En ella, el coeficiente corrector depende del Índice Corrector del Volumen (ICV), que recoge el caudal consumido, el Índice Punta (IP), que hace referencia al parámetro de vertido que más se distancia de los valores recomendados, y el Índice de Carga Contaminante y de Contaminación Específica (ICC e ICE, respectivamente), que indican los parámetros de vertido. A su vez, estos valores son definidos mediante otras fórmulas que permiten calcular su valor exacto.

$$C = ICV \times IP \times (ICC + ICE)$$

Figura 28. Fórmula de cálculo del factor corrector de la EPSAR.

Fuente: Decreto 266/1994, de 30 de diciembre, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento sobre el régimen económico-financiero y tributario del canon de saneamiento, 2014).

En otros casos, el cálculo del factor corrector es más sencillo y no se atiene a fórmulas complejas. En ese caso, el valor de los parámetros se encuentra referenciado en tablas.



Ejemplo de ello es lo que sucede con los vertidos industriales en la Comunidad de Madrid o los que se vierten al río Júcar. La Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) marca el precio del vertido en función de la naturaleza de este, las características, el grado de contaminación y la calidad del medio receptor. En la Figura 29 se muestran los valores que establece la CHJ para cada uno de estos parámetros. A su vez, incluyen tablas complementarias que definen y acotan las clases de los vertidos y la calidad del medio receptor.

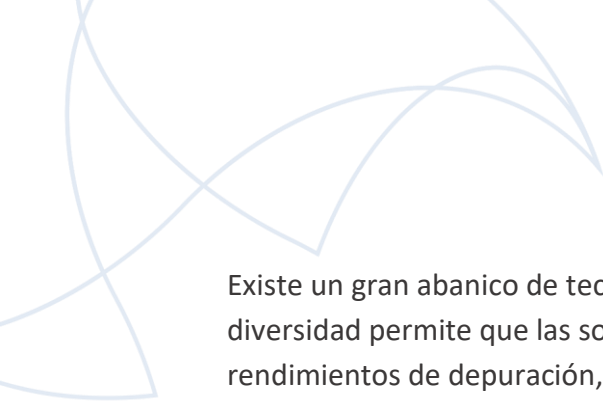
1. Naturaleza del vertido.
 - Agua residual urbana o asimilable (*)
 - Agua residual industrial.
2. Características del vertido.
 - Urbanos hasta 1.999 habitantes-equivalentes (**) = 1.
 - Urbanos entre 2.000 y 9.999 habitantes-equivalentes (**) = 1,14.
 - Urbanos a partir de 10.000 habitantes-equivalentes (**) = 1,28.
 - Industrial clase 1 (***) = 1.
 - Industrial clase 2 (***) = 1,09.
 - Industrial clase 3 (***) = 1,18.
 - Clase 1, 2 ó 3 con sustancias peligrosas (****) = 1,28.
3. Grado de contaminación del vertido.
 - Urbanos con tratamiento adecuado (**) = 0,5.
 - Urbanos sin tratamiento adecuado (**) = 2,5.
 - Industrial con tratamiento adecuado (**) = 0,5.
 - Industrial sin tratamiento adecuado (**) = 2,5.
4. Calidad ambiental del medio receptor (*****).
 - Vertido en zona de categoría I = 1,25.
 - Vertido en zona de categoría II = 1,12.
 - Vertido en zona de categoría III = 1.

Figura 29. Cálculo del canon de vertido para los vertidos que se reciban en la CHJ.
Fuente: (CHJ, 2025).

Estrategias para mejorar el proceso de depuración

Con la aplicación del canon de vertido, **una mejora en los procesos de tratamiento puede conllevar un ahorro económico significativo para la instalación industrial**, porque se reduciría el factor corrector que multiplica tanto al caudal vertido como al coste unitario. Es decir, además de la motivación ambiental, las industrias pueden encontrar razones económicas para poner el foco en sus procesos de depuración. Así mismo, con relación a otros aspectos que se han comentado anteriormente, **mediante cambios o modificaciones en los esquemas actuales de tratamiento se pueden lograr mejoras significativas en la calidad del agua de vertido, reduciendo así las necesidades de tratamiento en las EDAR** y, por lo tanto, disminuyendo los costes asociados a la reutilización de aguas. En estos casos, el beneficio económico puede ser doble: por un lado, al reducir la tarifa del canon de vertido y, por otro, al ahorrar en los costes de implantación y mantenimiento de las tecnologías de la estación regeneradora de aguas.





Existe un gran abanico de tecnologías de depuración y de procesos. Esta gran diversidad permite que las soluciones tecnológicas adoptadas maximicen los rendimientos de depuración, porque pueden adaptarse específicamente a las características del agua residual. Sin embargo, esta diversidad también implica que es necesario disponer de un conocimiento que facilite identificar qué tipo de tratamiento requiere el agua residual, cómo hay que operar en cada etapa del tratamiento y en qué orden deben sucederse estas etapas. Este cuestionamiento no solo es válido para nuevas instalaciones de depuración de aguas residuales industriales, si no que el tren de tratamiento también tiene que replantearse cuando la línea de producción vaya a sufrir cambios significativos, ya que posiblemente también afecte al caudal y a la composición de las aguas residuales generales. **Para realizar una primera aproximación al tipo de configuración que debería tener la planta de depuración de aguas residuales, se pueden consultar diversas guías y manuales.** Entre las diferentes fuentes bibliográficas que se pueden encontrar en internet, lo más recomendable es **acudir a los documentos de (MTD) (o en su defecto a los BAT),** ya que son documentos consensuados con las empresas del sector en cuestión. En estos documentos siempre aparecerá un capítulo dedicado al proceso de depuración del agua residual, en el que se recogen las técnicas más aplicadas en el sector y la finalidad de cada equipo. Esta guía puede orientar en la toma de decisiones posterior, aunque siempre será necesario disponer de un estudio especializado sobre el agua residual que depurar. A modo de ejemplo, en la Figura 30, extraída del *Best Available Techniques Reference Document for the Food, Drink and Milk industries*, se muestra una recopilación de diferentes tipos de tratamientos primarios, secundarios y terciarios y el tipo de industrias donde suelen estar implantados.



Technique	BREF Section	FDM sectors (number of FDM installations)
Preliminary, primary and general treatment		
Equalisation	Section 2.3.6.1.1	AN (1), BR (14), DA (26), ET (1), FR (9), ME (1), OI (8), ST (8), SU (6)
Neutralisation	Section 2.3.6.1.2	BR (14), DA (28), FR (3), ME (3), OI (5), SO (5), ST (3), SU (2)
Screening	Section 2.3.6.1.3	AN (1), BR (15), DA (14), FR (15), ME (9), OI (2), SO (2), ST (2), SU (6)
Fat trap or oil separator for the removal of FOG and light hydrocarbons	Section 2.3.6.1.4	AN (2), DA (14), FR (2), ME (11), OI (9), OL (1), SU (1)
Buffer storage for waste water incurred during other than normal operating conditions	Section 2.3.6.1.5	BR (10), DA (11), FR (3), ME (1), OI (1), ST (4), SU (1)
Secondary treatment – Aerobic treatment		
Activated sludge	Section 2.3.6.2.1.1	BR (12), DA (27), ET (1), FR (9), ME (4), OI (13), SO (4), ST (10), SU (13)
Aerobic lagoons	Section 2.3.6.2.1.2	AN (1), BR (1), DA (4), FR (3), ME (2), OI (2), ST (2), SU (11)
Pure oxygen systems	Section 2.3.6.2.1.3	BR (1), DA (1), FR (1), ME (2), ST (1)
Sequencing batch reactors (SBR)	Section 2.3.6.2.1.4	BR (2), DA (2), FR (1), ME (1), OI (1)
Trickling filters	Section 2.3.6.2.1.5	OI (1)
Bio-towers	Section 2.3.6.2.1.6	BR (3), DA (5), ST (1)
Rotating biological contactors	Section 2.3.6.2.1.7	DA (1)
High and ultra-high rate filters	Section 2.3.6.2.1.8	ST (2)
NB: Figures in brackets indicate the number of installations per FDM sector that have implemented the technique. AN = animal feed; BR = brewing; DA = dairies; ET = ethanol production; FI = fish and shellfish processing; FR = fruit and vegetables; GR = grain milling; ME = meat processing; OI = oilseed processing and vegetable oil refining; OL = olive oil processing and refining; SO = soft drinks and nectar/juice made from fruit and vegetables; ST = starch production; SU = sugar manufacturing. Source: [193, TWG 2015]		

Figura 30. Ejemplo de tecnologías de tratamiento primario y secundario (biológicas aerobias) y tipo de industrias donde suelen ser aplicadas.

Fuente: European Commission (2019).

La situación ideal a la hora de abordar la depuración de las aguas residuales es poder hacer una caracterización inicial de las diferentes corrientes que se generan. Se debería, al menos, identificar aquellas corrientes que se generen con un alto caudal o con una carga contaminante elevada o diferenciada del resto. De esta forma, se pueden agrupar las corrientes residuales generadas según su composición y segregarlas. **Al segregar las corrientes residuales se puede mejorar considerablemente el rendimiento de los procesos de depuración.** De forma general, cuando se trata el agua residual como una única corriente, es común que se mezclen corrientes con diferentes composiciones, no solo en cuanto a la concentración de los contaminantes, también respecto a su naturaleza. Estos escenarios presentan una serie de inconvenientes:



- Se debe instalar un tren de depuración global que trate el total del agua residual generada, necesitando, por lo tanto, **equipos de grandes dimensiones**.
- Debido a la **complejidad de la matriz**, algunos contaminantes pueden interferir en las etapas del tratamiento, reduciendo el rendimiento de depuración y necesitando un mayor dimensionamiento para alcanzar un resultado aceptable. Además, la matriz más compleja, dificulta también la recuperación de los compuestos de valor que se hayan identificado.
- Los procesos de depuración suelen presentar mejores rendimientos cuanto mayor es la concentración del compuesto que eliminar, por lo que, al mezclar corrientes de diferente naturaleza, los contaminantes suelen diluirse, **reduciendo la eficiencia de las tecnologías**.
- Al **mezclar corrientes** con baja carga contaminante (y con mayor potencial de recuperación) con otras más contaminadas se complica la regeneración del agua.

Si se realiza una correcta segregación de las corrientes residuales, se pueden superar todos estos inconvenientes. Debe tenerse en cuenta que la segregación de corrientes puede llevar asociado un mayor coste de implantación de los procesos de depuración (al requerir un mayor número de equipos), pero no necesariamente implica un mayor coste de mantenimiento, ya que se mejora el rendimiento de los equipos, se reducen los problemas operacionales (al diseñar un tren de tratamiento específico según las características de la corriente) y el tratamiento se aplica al caudal de agua que lo requiere y no al caudal total vertido.

En aquellas circunstancias en las que puede ser más complejo y complicado modificar el tren de tratamiento de aguas residuales, se pueden hacer otros cambios para mejorar la calidad del vertido. En caso de no poder modificar la infraestructura existente puede plantearse sustituir los reactivos tradicionales empleados en la depuración (como sales inorgánicas de hierro o aluminio) por otros orgánicos y biodegradables que permitan reducir la ecotoxicidad del agua de vertido (parámetro al que se suele hacer seguimiento cuando se calcula el canon de vertido). Por otro lado, sustituyendo algunos reactivos de limpieza o mejorando el plan de limpieza, se puede reducir la ecotoxicidad del agua e, incluso, al ajustar la dosis de reactivos aplicados, algunos procesos de depuración pueden mejorar su rendimiento.



Más allá de los límites de la industria: restitución completa del agua

Algunas compañías están adoptando estrategias de **restitución completa del agua que emplean**. Estas empresas buscan mejorar su huella hídrica realizando acciones que van más allá de lo estrictamente empresarial. Es decir, no solo aplican mejoras en la gestión del agua que ellos consumen y emplean, si no que participan en proyectos de mejora ambiental de diferentes espacios naturales. Con intervenciones en espacios naturales pueden mejorar los indicadores ambientales relacionados con los impactos en el agua (principalmente huellas hídricas y huellas de agua). Este tipo de estrategias suele ser llevada a cabo por industrias en las que el agua es uno de los ingredientes del producto final., porque, al necesitar un volumen fijo de agua para la composición del producto, no pueden devolver al medio el 100% de la cantidad de agua demandada. Por tanto, aunque apliquen estrategias de minimización, generarán un impacto en la masa de agua de la que extraen el recurso. En este sentido, abordan proyectos de mejora de la calidad del agua y su disponibilidad en otros espacios naturales con un alto valor ecológico. La elección de estos espacios suele estar motivada por el propio valor ambiental, ya que mantener o restituir la calidad de estos entornos puede aportar grandes beneficios ambientales que, posteriormente, son incluidos en el balance global de impactos.

Ejemplo de proyectos de restitución del agua

Encontramos algunos ejemplos entre los doce proyectos de restitución y protección que desde 2009 lleva a cabo Coca Cola en espacios como la Albufera de Valencia, las Tablas de Daimiel o los Montes de Teruel (Coca Cola, 2024). Estas actuaciones son integradas en los planes de sostenibilidad de las empresas y en las memorias anuales de sostenibilidad, mostrando los impactos positivos en estas masas de agua gracias a los proyectos de conservación en marcha.



Comprometidos con nuestro entorno

Protegemos nuestras fuentes de agua



Figura 31. Ejemplo de la memoria de sostenibilidad de Heineken, 2024, en la que dentro del apartado dedicado a los impactos hídricos muestran los beneficios conseguidos por sus planes de restitución.

Estrategias de circularidad

Tradicionalmente, la apuesta de las empresas por reducir sus impactos en los vertidos consistía en mejorar sus procesos de depuración del agua residual. Este tipo de actuaciones conllevan una mejora significativa en las masas de agua receptoras, pero pueden ser combinadas y complementadas con otro tipo de acciones que permitan evitar o reducir la contaminación en origen. Actualmente, las estrategias de crecimiento de las industrias deben adaptarse al concepto de economía circular, según el cual, los residuos que se generan en la industria pueden transformarse nuevamente en recursos útiles para el proceso productivo o, incluso, en nuevos productos. Este tipo de actuaciones implica una amplia serie de beneficios ambientales, pero, en cuestión hídrica, tiene un gran impacto respecto al consumo de agua demandado (cuando se aplican mecanismos de recirculación y regeneración del agua), así como en la reducción del caudal de agua residual y de la concentración de los parámetros contaminantes.

Recuperación de productos presentes en el agua residual

Entre las estrategias de circularidad que pueden afectar al balance hídrico de una industria hay que señalar **la estrategia de vertido cero**, que orienta a la industria a reducir al mínimo su vertido de aguas residuales mediante la integración de diferentes soluciones tecnológicas. El camino para alcanzar el vertido cero dependerá de las propias características de la industria, por lo que cada proyecto debe ser analizado particularmente. De forma general, las principales líneas de actuación para minimizar la generación de vertidos de agua residual contemplan estrategias de recirculación y regeneración del agua de proceso y del agua residual, junto con nuevas tecnologías y



procesos que permitan valorizar y recuperar los productos de valor presentes en el agua residual. De esta forma, cambia la consideración del agua residual como una corriente que se debe gestionar para reducir su impacto ambiental, por una que contiene una gran diversidad de recursos que se pueden recuperar en lugar de pagar por eliminarlos. En este apartado se hará especial mención a las estrategias de valorización de subproductos y biorrefinería.

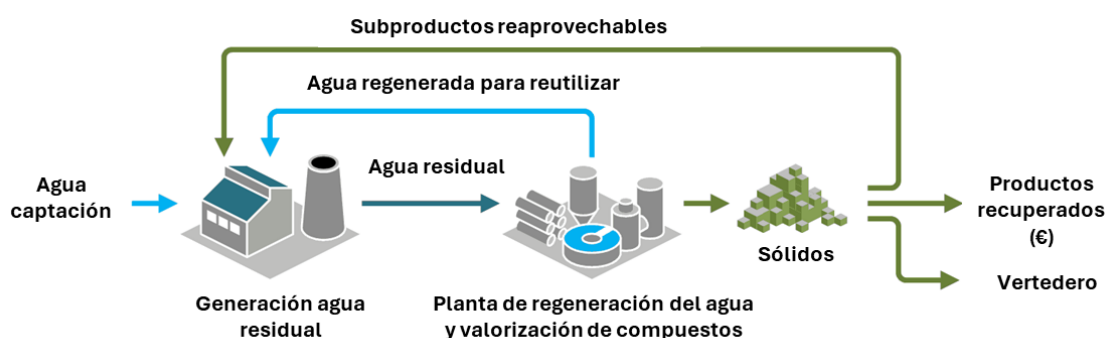


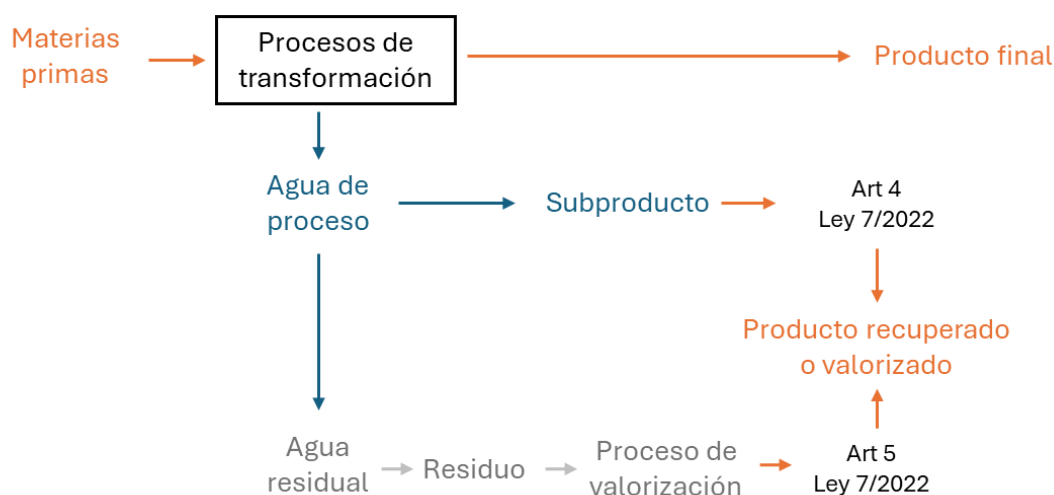
Figura 32. Esquema de una planta industrial que adopta la filosofía de vertido cero.
Fuente: modificado de (Saltworks, 2025).

En primer lugar, la forma más directa de **recuperar y aprovechar los recursos presentes en el agua residual es mediante la extracción directa**. Como ya hemos visto, el agua residual de una industria puede generarse en múltiples puntos dentro de una instalación y uno de los focos principales es el agua de arrastre en los lavados. Las aguas de los lavados contienen parte de las materias primas o de los productos mezclados con otros compuestos, como agentes de limpieza. Sin embargo, si se aíslan los compuestos de interés o se eliminan los interferentes, se puede recuperar parte de esa materia prima o producto. Para ello, es necesario identificar qué corrientes son las más adecuadas para plantear estrategias de valorización.

Por cuestiones técnicas y legales, **suele ser más interesante la recuperación directa de las aguas que se generan del proceso en vez de afrontar la valorización de la mezcla de aguas residuales**. A nivel técnico, se parte de una situación similar a la que se aborda con la depuración, es decir, al segregar corrientes se pueden obtener mejores rendimientos a un menor coste energético y económico. A nivel legal, si se aborda la recuperación desde las aguas residuales, hay que tener en cuenta que la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (2022) contempla esta corriente como un residuo, y, por lo tanto, los productos que se extraigan de ella no pueden ser tratados como mercancías o productos, porque, a nivel legal, siguen siendo residuos. Para eliminar la categoría de residuo, se debe acudir al artículo 5 de la ley (Artículo 5. Fin de la condición de residuo) en el que se indican los requisitos necesarios para poder eliminar la condición de residuo. Por el contrario, si se



aborda la estrategia de valorización desde una corriente de proceso, la gestión administrativa para la venta del producto recuperado se facilita significativamente, porque, en este caso, no se trata de valorizar un residuo, sino de un subproducto del proceso de producción (Artículo 4. Subproductos.).



*Figura 33. Síntesis de la ley 7/2022 en lo relativo al aprovechamiento de los recursos presentes en las corrientes hídricas de una industria agroalimentaria.
Fuente: elaboración propia.*

Para poder contextualizar y entender el margen de mejora del que disponen las industrias a la hora de recuperar y valorizar subproductos, cabe señalar que en torno al 5% de los alimentos se pierden o desperdician en la etapa de transformación (Ministerio Agricultura, 2020). Esta pérdida de materias primas y productos tiene un impacto económico estimado en 0,0057 € por cada kg o l de producto producido, asociado a la cantidad de producto que se deja sin vender o materia prima perdida. Si en este cálculo se incluye el beneficio que se está dejando de obtener por la venta del subproducto recuperado y el coste económico de tener que eliminar esa materia prima o producto en la depuración de las aguas residuales, el impacto económico es mayor. En base a los resultados de las empresas consultadas en el Informe del Desperdicio Alimentario en la Industria y la Distribución en España (Ministerio Agricultura, 2020), más del 75% del desperdicio se produce en cuatro puntos identificados: rechazos por calidad del producto, mermas en la producción, averías en la maquinaria y problemas con las fechas de caducidad y consumo preferente. La identificación de estos cuatro puntos facilita la gestión de los subproductos y permite que se aborde su recuperación antes de que se mezclen con otras corrientes.



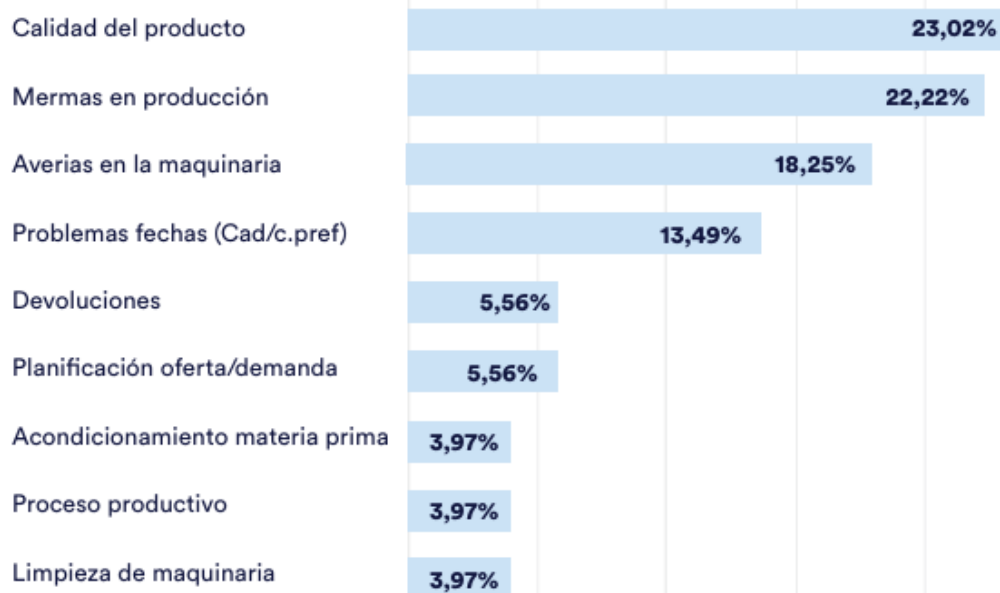


Figura 34. Puntos de generación de desperdicio alimentario en las industrias agroalimentarias.
Fuente: Ministerio Agricultura (2020).

Actualmente, la gran parte de los subproductos generados están siendo destinados a la producción de alimento animal, ya que los productos obtenidos no cumplen los requisitos sanitarios para alimentación humana, pero si para la elaboración de piensos y afines. También es frecuente utilizar los productos descartados para procesos de valorización energética como la producción de biogás. Sin embargo, cada vez es más habitual que las industrias agroalimentarias comprometidas con la sostenibilidad y la economía circular busquen una salida económica más rentable para sus subproductos, identificando qué **compuestos orgánicos de alto valor** contienen sus corrientes.

Como se trata de subproductos obtenidos en la transformación de productos de origen vegetal y animal, es frecuente identificar compuestos como pectinas, antioxidantes, polifenoles, probióticos, aceites esenciales, biopolímeros... que, si se aíslan y extraen tienen un gran potencial en los sectores cosmético y farmacológico. Por ejemplo, los cosméticos de la línea ESDOR están elaborados a base de polifenoles y otros compuestos orgánicos que se obtienen de la bodega Matarromera, en la propia producción de vino tinto (Matarromera, 2025). Obviamente, las estrategias de valorización de subproductos para obtener pienso animal o un vector energético son menos intensivas y complejas que aquellas que buscan obtener compuestos orgánicos de alto valor, pero el retorno económico por kg de subproducto también es menor. Para poder abordar una correcta estrategia de recuperación y valorización de compuestos orgánicos de alto valor, es necesario realizar una fase previa de





investigación para definir el tren de tratamiento para extraer los compuestos identificados.

Ampliando el concepto de industria: biorrefinerías

Por último, actualmente se están evaluando y desarrollando diferentes estrategias de valorización de subproductos que implican una serie de transformaciones posteriores del material recuperado, con el fin de obtener compuestos de alto valor. A diferencia de las estrategias de valorización anteriores, en las que el subproducto puede ser empleado directamente en mayor o menor medida, **los procesos de biorrefinería requieren una serie de tratamientos posteriores en los que el subproducto es empleado como materia prima de un nuevo proceso productivo.**

Dado que en este caso el subproducto es transformado, las estrategias o líneas de actuación que pueden aplicarse son muy variadas, pudiendo reaprovecharse, prácticamente, cualquier subproducto generado en la industria agroalimentaria. Actualmente, la mayoría de los proyectos de biorrefinería se encuentran en fase de investigación y desarrollo, siendo más viables aquellas estrategias enfocadas en valorizar y recuperar directamente los productos y compuestos que se encuentran en las aguas residuales y en las corrientes del proceso que van a ser descartadas.

Proyecto CHEERS: biorrefinería en la industria cervecera

Para entender la magnitud de la estrategia que se contempla en el marco de la biorrefinería, se va a exponer un ejemplo que se encuentra en fase de desarrollo con subvención de la UE. El proyecto CHEERS pretende dar una nueva salida al bagazo, el agua residual y el CO₂ que se genera en los procesos de fermentación de las industrias cerveceras.

El bagazo actualmente está siendo empleado directamente para alimentación animal, pero, mediante una serie de procesos de fermentación y otros biológicos llevados a cabo por bacterias, se está buscando valorizar estas corrientes en compuestos de alto valor como la ectoína o el ácido caproico, que, cuando tienen una pureza suficiente para ser empleados en la industria cosmética, alcanzan un precio alrededor de 1.000€/kg. También, se intenta generar proteínas para enriquecer la alimentación de mascotas o, mediante procesos con menor complejidad, desinfectantes.

Además, se está explorando una nueva vía para valorizar el bagazo mediante insectos y obtener una harina enriquecida en proteínas que pueda ser empleada en la formulación de productos con alto contenido proteico. Lógicamente, la transformación



del bagazo en estos productos implica una serie de procesos de transformación, concentración y purificación, que conllevan un coste energético asociado. Por ello, **en los proyectos de biorrefinería siempre se buscan compuestos con un alto valor en el mercado, para poder suplir los costes de su producción.** La gran ventaja es que en aquellas cadenas que son viables económicamente, se obtiene una gran mejora en términos ambientales, ateniendo a la huella de carbono y la huella de agua (Dimitri Chrysosolouris et al., 2023).



Soluciones relacionadas con el vertido

- Restitución de aguas de vertido
 - Segregación de corrientes
 - Depuración adecuada del agua residual
 - Proyectos ambientales de restitución
- Estrategias de circularidad: vertido cero
 - Recirculación y regeneración de aguas
 - Valorización de subproductos
 - Biorrefinería



*Figura 36. Síntesis de soluciones propuestas relacionadas con vertido.
Fuente: elaboración propia.*



Impactos esperados

**Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Impactos esperados

Las estrategias de mejora de la gestión hídrica pueden aplicarse para resolver problemas presentes o futuros o para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de la industria frente a posibles eventos climáticos, como la sequía. Para ello, en este documento se han ido desarrollando las acciones que debería realizar una empresa para integrar mejoras en la gestión del recurso hídrico.

Una vez llegados a este punto, y con las soluciones aplicadas, habría que volver a caracterizar los caudales de consumo y vertido, analizar su composición y calcular la huella de agua. De esta manera, se podrán cuantificar las mejoras alcanzadas gracias a las actuaciones desarrolladas.

A continuación, se indican algunos de los impactos positivos que pueden derivarse de estas actuaciones.

Impactos ambientales

Reducción del consumo de agua

El impacto más claro que se deriva de la mejora en la gestión hídrica es la clara **reducción del consumo agua, y, por lo tanto, una menor presión sobre este recurso en el ecosistema**. Este tipo de impacto, y las mejoras para conseguirlo, son más prioritarias en territorios vulnerables a episodios de sequía, en los que existe una alta demanda del agua o tienen poca agua embalsada, como puede ser la región de Murcia (Figura 37).

En esta región encontramos un ejemplo de buenas prácticas e interés en la sostenibilidad, el que lleva a cabo el Grupo Paloma, una empresa hortícola que, desde 2016, hace un seguimiento y certifica la huella hídrica de algunos de sus productos. Gracias a ello, y junto con una apuesta por la I+D+i, como la aplicación de estrategias para sustituir los invernaderos existentes por otros que reduzcan el consumo de agua en un 20% gracias a la digitalización (NOVAGRIC, 2022), ha logrado reducir en un 50% el consumo de agua (Grupo Paloma, 2022).

La automatización es una aliada clave para evitar consumos ineficientes de agua. Ejemplo de ello, como apuntan en la memoria de sostenibilidad de 2023 de FLORETTE, 2024, es que, con la automatización del lavado del producto, han logrado reducir el consumo en el centro de producción de Murcia. Esta misma empresa también logra aprovechar el 84% del agua de lluvia, gracias a balsas de riego diseñadas para este fin,



reduciendo así la demanda de agua de ríos y embalses. Suele ser común que este tipo de empresas, en las que se apuesta por una clara mejora de los recursos hídricos, estén continuamente implicadas en proyectos de I+D+i de mejora, tanto del consumo de agua como en otras áreas, y certifiquen su huella hídrica, como símbolo de confianza y transparencia, mejorando tanto su imagen pública como los rendimientos de su proceso productivo.

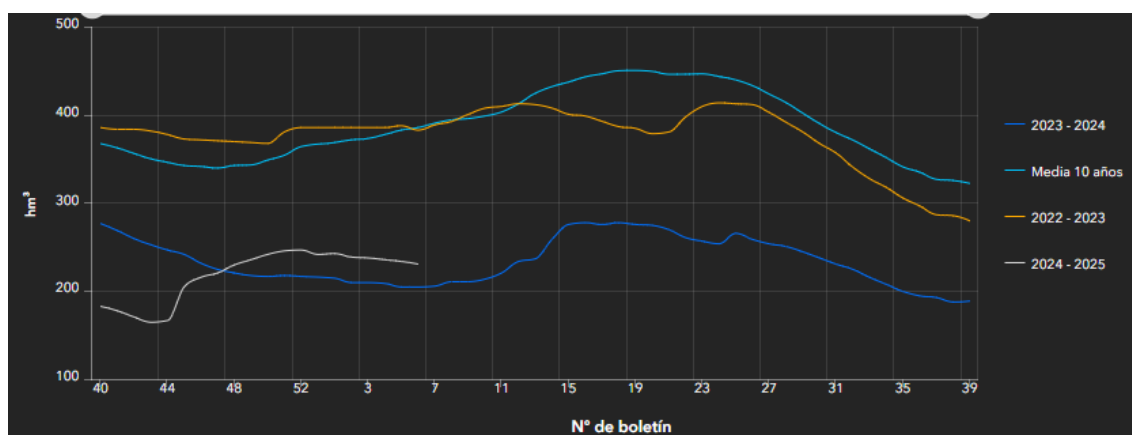


Figura 37. Evolución del agua embalsada en la Cuenca Hidrográfica del Segura. En azul claro se observa la media de los últimos 10 años. En gris claro la evolución actual, estando todos los embalses por debajo del 20% de su capacidad.

Fuente: MITERD (2025).

Mejora de la calidad del agua vertida

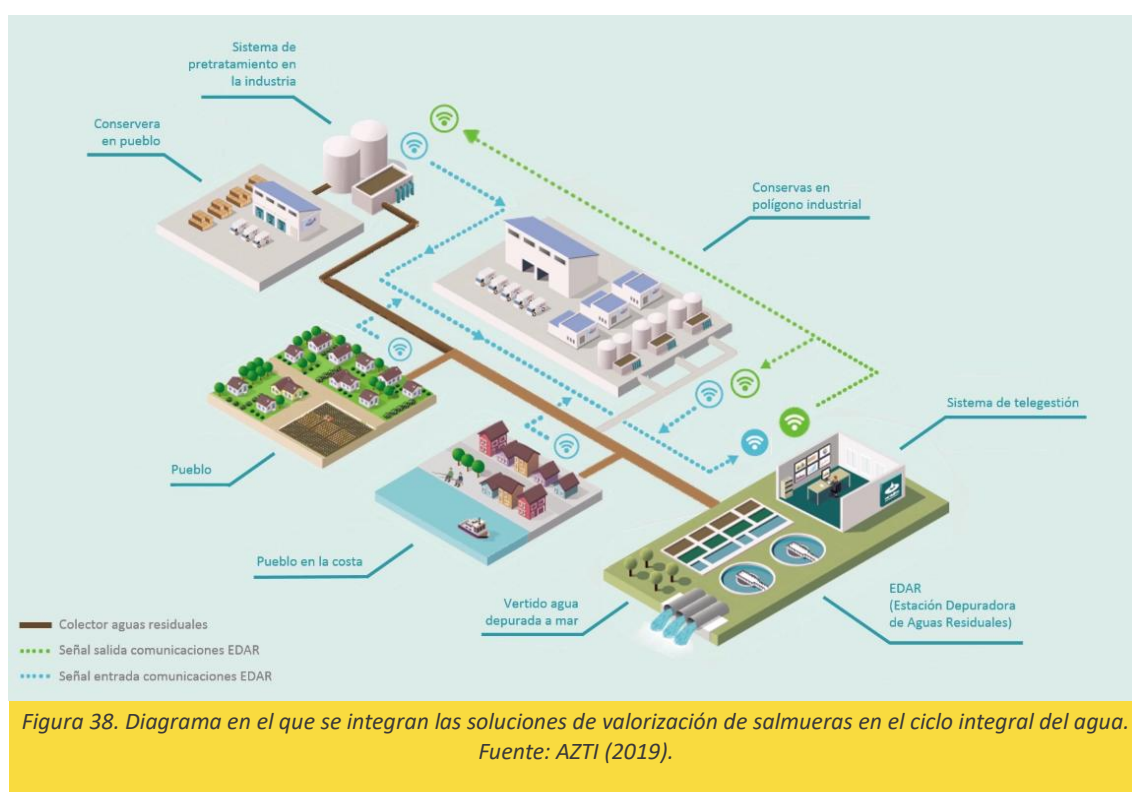
Como ya se ha comentado anteriormente, una industria puede **mejorar la calidad del agua que vierte al cauce público, disminuyendo su impacto ambiental**, principalmente, con una buena depuración del agua residual y minimizando la carga contaminante que se recoge en las aguas residuales. A este respecto, es complicado encontrar ejemplos públicos de mejora en la depuración de aguas residuales, ya que, normalmente, este tipo de actuaciones se contemplan cuando la empresa está apercibida por la mala calidad de las aguas residuales que vierte.

Sí que se pueden encontrar ejemplos encaminados a reducir la carga contaminante de las industrias. Por ejemplo, el proyecto LIFE VERTALIM estaba orientado a reducir los impactos asociados de las industrias conserveras de Bilbao y alrededores. De este proyecto se extrajeron diversas soluciones para disminuir los vertidos en el medio ambiente en un 30% (un 40% en las altas cargas orgánicas), conseguir una reducción significativa en las pérdidas de alimentos (10%) y, sobre todo, reducir, en torno al 95%, el riesgo de eutrofización de las PYMES (VERTALIM, 2019).

De manera análoga, hay un proyecto europeo en marcha orientado a reducir los impactos asociados a la gestión del estiércol y purines ganaderos, incluyendo las



corrientes líquidas con un alto contenido en nutrientes (y, por lo tanto, con un alto potencial de eutrofización). Este proyecto tiene como objetivo elaborar una herramienta que facilite la toma de decisiones de los ganaderos, identificando la estrategia tecnológica que les permita reducir sus impactos ambientales (en las masas de agua, entre otros aspectos), al menor coste económico posible y obteniendo un retorno en forma de fertilizante orgánico (en la mayoría de los casos) (NUTRITIVE, 2025).



Por último, en el anterior capítulo ya se ha explicado **cómo algunas empresas realizan acciones de restitución de ecosistemas acuáticos vulnerables**, como Coca Cola (2024) o Heineken (2024). Este tipo de actuaciones permiten mejorar de forma significativa el estado de estas masas de agua, obteniendo un alto beneficio ecológico que las empresas suelen integrar en sus memorias de sostenibilidad y huellas de agua o hídricas, como ya se ha señalado.

Impactos económicos

No hay que olvidar que las actuaciones que llevan a cabo las industrias tienen que reportar un beneficio económico, o al menos, no alterar el balance económico neto de la actividad industrial. Por ello, a la hora de aplicar una nueva estrategia para optimizar la gestión hídrica, siempre es conveniente estudiarla a menor escala. En estos estudios se pueden testear diferentes configuraciones y alternativas, evaluar el rendimiento y



realizar una primera aproximación del escalado, los costes esperados y las mejoras obtenidas. De estos ensayos preliminares se deben obtener soluciones viables a nivel técnico y económico.

Por un lado, los procesos de regeneración y recirculación llevan asociado un coste de implantación y de mantenimiento. Pero, si se elige adecuadamente las corrientes más favorables para su reutilización, **el caudal de agua que se evita del cauce público puede compensar económicamente el coste de mantener este tipo de actuaciones de reutilización**. El precio del agua potable para uso industrial depende de múltiples factores, como la región, las tarifas locales o el caudal total demandado. Por ejemplo, en la comunidad de Cataluña el precio del metro cúbico puede variar de los 1,95€/m³ en Lleida, para el máximo consumo de agua, hasta los 3,88€/m³ en Barcelona, con el menor caudal demandado (Tabla 5).

Provincia	20 m ³ /mes	100 m ³ /mes	500 m ³ /mes	1.000 m ³ /mes	5.000 m ³ /mes
Barcelona	3,876	3,637	2,941	3,071	3,025
Girona	2,564	2,242	2,133	2,109	2,102
Lleida	2,063	2,014	1,957	1,956	1,945
Tarragona	2,837	2,922	2,868	2,877	2,865

Tabla 5. Coste del agua potable, en €/m³, para uso industrial en Cataluña, según el tramo consumido.
Fuente: Agència Catalana de l'Aigua (2024).

Por otra parte, como ya se ha indicado, el vertido de aguas residuales también está gravado y conlleva un coste asociado en función de cómo se calcule el canon relacionado con el vertido. Este impuesto está relacionado con el caudal vertido y la carga contaminante, por lo que **reducir ambas variables** tiene un impacto económico positivo en el factor corrector del canon, y, por lo tanto, **disminuye el coste económico por verter aguas residuales**.

Junto a estas mejoras económicas directas, pueden explorarse otras vías que reporten un beneficio económico adicional mediante nuevas oportunidades de negocio. **Recuperando y valorizando las aguas residuales** no solo se reducen los costes de vertido, si no que, además, **se puede obtener un nuevo producto para la venta o que permita reducir los costes en otro punto de la instalación**. Por ejemplo, la empresa Aceitunas Cazorla ha estado evaluando, en el proyecto AVI Green Brine, la valorización de sus salmueras (corriente hídrica con gran complejidad para tratar y depurar) en compuestos orgánicos de alto valor añadido (como polifenoles) y la generación de productos de interés industrial como vectores energéticos (biohidrógeno) y químicos (Aceitunas Cazorla, 2022).



Impactos sociales

Cualquier estrategia de mejora de la gestión hídrica permite, a su vez, **mejorar la imagen pública de la empresa**, mostrando su compromiso con el patrimonio natural local y mejorando así la relación con su entorno. En la actualidad, la imagen corporativa y la opinión pública pueden verse afectadas por este tipo de actuaciones, tanto en sentido positivo (ejemplos anteriores) como negativo. Un claro ejemplo de ello es la reciente sanción por vertidos ilegales de salmuera al Mar Menor (sanción que asciende a 2,45 millones de euros) principalmente para tres empresas (La Opinión de Murcia, 2024)., que han sido identificadas y señaladas, tanto en la prensa nacional como local, viéndose, por lo tanto, implicadas en un conflicto que lleva años tensionando la región de Murcia.



*Figura 39. Manifestación multitudinaria en Murcia por la protección del Mar Menor.
Fuente: La Verdad (2021).*

En otros casos, la opinión pública no asocia el nombre de la empresa o compañía al conflicto en el territorio, si no que se vincula directamente con el tipo de actividad industrial. Por ejemplo, es frecuente ver en los medios de comunicación como vecinos de diferentes poblaciones organizan plataformas vecinales y elevan quejas y críticas contra plantas de biogás, como los vecinos del Alto Tajo (20 Minutos, 2024), o macrogranjas, en este caso en Retamos de la Jara (El Salto, 2024) (especialmente de cerdo y vacuno). Este tema se analizó en el informe “Evaluación del impacto ambiental





de las macrogranjas porcinas y su relevancia en el contexto nacional” (Fundación Renovables, 2024).

Estas quejas se fundamentan en episodios graves de contaminación de los ríos y aguas potables que han ocurrido en otros territorios y han dejado a los vecinos sin acceso al agua potable y con un entorno degradado (El Español, 2024). Atendiendo a las críticas y los temores de la población, las empresas que se dediquen a este tipo de actividades (u otras cuyo sector sea señalado) deberían elevar su compromiso medioambiental en materia de gestión hídrica para generar confianza en su entorno y reducir las tensiones y conflictos. Para ello, sería necesario abordar una estrategia de mejora de la demanda y reducción de vertidos, junto con un buen plan de comunicación y difusión de los progresos alcanzados.

Otro tipo de implicaciones

Además de estos beneficios económicos, ambientales y sociales, cuantificables, en mayor o menor medida, la mejora de la gestión hídrica aporta una serie de aspectos positivos que pueden ser más complicados de valorar o calcular. El conjunto de acciones para mejorar la eficiencia en el uso de recursos, como el agua, está en sintonía con los ODS y con la Estrategia Española de Economía Circular. En concreto, las acciones orientadas a reducir los impactos hídricos están relacionados con:

- ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento
- ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura
- ODS 12: Producción y Consumo Responsables
- ODS 15: Vida y Ecosistemas Terrestres

Al implementar acciones alineadas con los ODS y la economía circular, las empresas disponen de ciertos mecanismos y evidencias para demostrar su compromiso ambiental y, con ello, acceder a ciertas ventajas competitivas. En el ámbito financiero, existen diferentes **créditos verdes o sostenibles** que suelen tener tasas de préstamo preferenciales o reducidas para aquellas acciones orientadas a la mejora del medio ambiente y con impacto en la sociedad. En otros casos, al demostrar el compromiso ambiental, se pueden obtener **bonificaciones y reducciones en los costes financieros o una mayor facilidad para la aprobación del financiamiento en base a los criterios de sostenibilidad**. Respecto a la búsqueda de inversores, cabe recordar que cada vez están teniendo más protagonismo los **criterios ESG** (de las siglas en inglés de *environmental, social y governance*). Este conjunto de **criterios ayuda a los inversores a orientar sus inversiones en empresas que, de verdad, muestren un compromiso por**

el **desarrollo sostenible**, ya que consideran que son inversiones más seguras y atractivas.



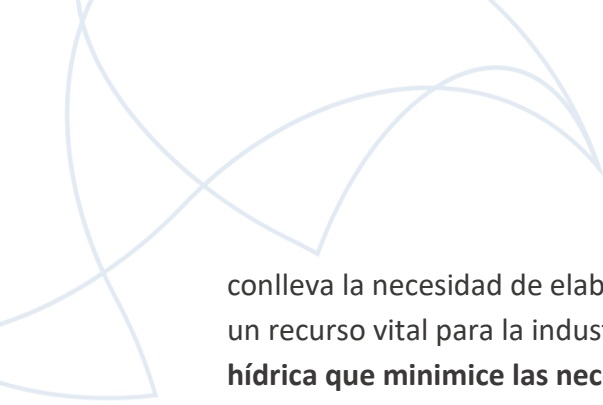
Figura 40. Relación ODS y criterios ESG.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, las acciones orientadas a mejorar la sostenibilidad de las empresas se basan en el compromiso y no en la obligación de cumplir con ciertas normas, por lo que este tipo de proyectos están sujetos al grado de implicación que deseen tener las industrias. Para facilitar su implantación, desde la UE y a nivel nacional y regional, **se han desarrollado diferentes instrumentos de financiación orientados a subvencionar y motivar los proyectos de transición ecológica**. Por indicar algunas de las múltiples formas de subvención, a nivel europeo están los fondos *Next Generation EU*, los PERTE nacionales o los AVI en la Comunidad Valenciana (subvenciones de la Agencia Valenciana de la Innovación). En este último caso, una de las acciones para la que se puede solicitar financiación en 2025, bajo el paraguas de la economía circular, es la adaptación de la gestión hídrica a la escasez de agua y la valorización de los residuos del ciclo del agua. **Este tipo de ayudas facilitan la integración de medidas que mejoran la sostenibilidad, pero que de forma complementaria aportan también beneficios económicos directos a la empresa.**

Por último, nos encontramos en un escenario climático cambiante, en el que la disponibilidad de los recursos hídricos se está viendo afectada, en algunas zonas con mayor intensidad que en otras. El incremento de la frecuencia y duración de los periodos de sequías, junto con cuencas hidrográficas cada vez más presionadas,





conlleva la necesidad de elaborar estrategias orientadas a incrementar la resiliencia de un recurso vital para la industria como es el agua. **El desarrollo de una estrategia hídrica que minimice las necesidades de captación y permita un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos mejora la competitividad de las industrias en un contexto de adaptación al cambio climático.**

Conclusiones

**Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Conclusiones

La gestión hídrica en España se enfrenta a desafíos cada vez más acuciantes debido al cambio climático y la creciente presión sobre los recursos hídricos. La escasez de agua y la frecuencia de las sequías han aumentado, generando impactos severos en el sector agrícola, industrial y en el abastecimiento urbano. Estas condiciones exigen una **estrategia integral** que combine nuevas fuentes de agua con una mejora en la eficiencia de su uso, tanto en la industria como en el consumo ciudadano.

Uno de los puntos clave del análisis es la necesidad de adoptar **medidas anticipatorias** en lugar de reactivas. La experiencia en Cataluña, y otras regiones afectadas por la sequía, demuestra que las restricciones de emergencia pueden reducir el impacto inmediato, pero no resuelven el problema estructural.

La industria alimentaria, como segundo mayor consumidor de agua dentro del sector industrial, juega un papel fundamental en la optimización del uso del recurso. La aplicación de estrategias de reducción, reutilización y recirculación del agua en los procesos productivos pueden marcar una diferencia significativa en la sostenibilidad del sector. No obstante, estas estrategias deben alinearse con las estrictas regulaciones sanitarias, especialmente tras la aprobación del Real Decreto 1085/2024, que establece criterios técnicos específicos para la reutilización de agua en la industria alimentaria. Para el desarrollo de esta investigación se eligió la industria alimentaria por sus mayores restricciones legales respecto al uso del agua y por su relevancia nacional, pero la metodología expuesta para mejorar la gestión hídrica de una instalación industrial puede aplicarse a cualquier otro sector.

Las principales etapas que conducen a una reducción en el consumo de agua y en los impactos ambientales de los vertidos, son:

- Caracterizar el estado actual de la industria respecto a la gestión hídrica (caudales, caracterización de las corrientes, metodologías de análisis de impactos...).
- Identificar los puntos prioritarios de actuación que puedan reportar cambios significativos.
- Elaborar una estrategia de actuación para reducir el consumo de agua en la instalación y/o para mejorar la calidad del vertido y aprovechar los recursos presentes en la corriente.
- Confirmar y contrastar que las actuaciones técnicas propuestas se adecuan a la legislación correspondiente.



- Evaluar, diseñar y poner en marcha las soluciones consensuadas.
- Comparar el nuevo escenario respecto a la situación inicial o de referencia.

La implementación de estrategias de gestión hídrica en la industria no solo contribuye a la sostenibilidad del recurso, sino que también genera impactos ambientales, económicos y sociales significativos. La reducción del consumo de agua y la mejora en la calidad de los vertidos disminuyen la presión sobre los ecosistemas, especialmente en regiones vulnerables. En el documento se ha mencionado casos de éxito que demuestran que la optimización del uso del agua y la automatización pueden lograr ahorros sustanciales sin comprometer la producción.

Desde una perspectiva económica, la reutilización y regeneración del agua pueden suponer ahorros en los costes de captación y vertido, además de abrir oportunidades para la valorización de subproductos. A nivel social, la adopción de prácticas sostenibles mejora la imagen corporativa y reduce la conflictividad con las comunidades locales, evitando sanciones y daños reputacionales.

En definitiva, **la gestión eficiente del agua es una inversión estratégica que refuerza la resiliencia de la industria frente a los desafíos climáticos y regulatorios**, asegurando su viabilidad a largo plazo y promoviendo un desarrollo más sostenible.



Bibliografía

**Mejora de la resiliencia de la
industria frente al estrés hídrico**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Bibliografía

- 20 minutos. (2024, febrero 7). Defender un parque nacional frente a «mentiras» y silencios: cientos de vecinos del Alto Tajo se alzan contra una planta de biogás. <https://www.20minutos.es/noticia/5216331/0/defender-un-parque-nacional-frente-mentiras-silencios-cientos-vecinos-alto-tajo-se-alzan-contr-una-planta-biogas/>.
- Aceitunas Cazorla. (2022, junio 21). *Proyecto de I+D en cooperación “Green Brine” valoración de salmueras*. <https://www.aceitunascazorla.com/proyecto-de-id-en-cooperacion-green-brine-valorizacion-de-salmueras/>.
- Agència Catalana de l’Aigua. (2024a). *Estudio del precio del agua en Catalunya. Informe anual 2024*.
- Agència Catalana de l’Aigua. (2024b). *Visor de sequía*. <https://aplicacions.aca.gencat.cat/visseq/estat-actual>.
- AINIA. (2019, mayo). *Concluye Eco3Wash: Prototipo de regeneración de aguas residuales de lavado de cítricos*. <https://www.ainia.com/proyecto/concluye-eco3wash-prototipo-de-regeneracion-de-aguas-residuales-de-lavado-de-citricos/>.
- Alfredo Rodrigo. (2018). *LIFE ECODHYBAT: Ecodiseño higiénico para equipos de procesado de alimentos*.
- AZTI. (2019). *Integración segura de vertidos de alta carga orgánica y/o salina de pequeñas industrias alimentarias en sistemas de saneamiento urbano*. <https://www.azti.es/vertalim/>.
- BOE. (2023). *Ley 9/2023, de 19 de mayo, de medidas extraordinarias y urgentes para afrontar la situación de sequía excepcional en Cataluña*. <https://www.boe.es>.
- BOE. (2024). *Decreto-ley 4/2024, de 16 de abril, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos de la sequía en el ámbito del distrito de cuenca fluvial de Cataluña*. <https://www.boe.es>.
- Canal Isabel II. (2024, enero). *Los embalses de la Comunidad de Madrid comienzan el año 2024 al 68% de su capacidad*. <https://www.canaldeisabelsegunda.es/-/balance-hidro-canal-2024>.



CHEERS. (2025). *Producing novel non-plant biomass feedstocks and bio-based products through upcycling and the cascading use of brewery side-streams*. <https://cheers-project.eu/>.

CHJ. (2025). *Canon de control de vertidos*. <https://www.chj.es/es-es/ciudadano/tasasycanones/paginas/canondecontroldevertidos.aspx>.

Coca Cola. (2024, diciembre 13). *El plan de Coca-Cola para cuidar y conservar el agua*. <https://www.coca-cola.com/es/es/sustainability/plan-conservacion-agua>.

COPAC. (2024). *Informe COPAC 2024/2025*. <https://cpage.mpr.gob.es/>.

Danone. (2024, junio). *Danone reduce 1.230 toneladas de azúcar añadido de su portfolio desde 2019*. <https://www.danoneespana.es/noticias/noticias-destacadas/danone-reduce-1-230-toneladas-de-azucar-anadido-de-su-portfolio-.html>.

DECRETO 266/1994, de 30 de diciembre, del Gobierno valenciano, por el que se aprueba el Reglamento sobre el Régimen Económico-Financiero y Tributario del Canon de saneamiento (2014).

DGA. (2023). *Usos del agua en España 2021/22*.

DGA. (2024). *Informe mensual de seguimiento de la situación de sequía y escasez. Enero 2024*.

Dimitri Chryssolouris, René Itten, Regula Keller, & Matthias Stucki. (2023, septiembre 6). Life Cycle Sustainability Assessment of a Biorefinery for the Valorisation of Brewer's Spent Grain. *The 11Th International Conference on Life Cycle Management*.

DIRECTIVA 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), 17 (2010).

EHEDG. (2025, enero). *EHEDG*. <https://www.ehedg.org/es/>.

El Economista. (2023, noviembre). *¿Qué es el certificado Welfair?* <https://www.eleconomista.es/retail-consumo/noticias/12564348/11/23/que-es-el-certificado-welfair-el-sello-de-bienestar-animal-encontrado-en-la-granja-de-burgos-denunciada-por-una-ong.html>.



- El Español. (2024, diciembre 5). *Un pueblo de Castilla-La Mancha lleva dos años sin agua potable: señalan a una macrogranja con más de 5.000 cerdos*.
https://www.elspanol.com/eldigitalcastillalamancha/region/cuenca/20241205/pueblo-castilla-la-mancha-lleva-anos-sin-agua-potable-senalan-macrogranja-cerdos/906409372_0.html.
- El Salto. (2024, septiembre 21). *Retamoso de la Jara, un pueblo contra dos macrogranjas*.
<https://www.elsaltodiario.com/macrogranjas/retamoso-jara-pueblo>.
- European Commission. (2019). Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Food, Drink and Milk Industries. En *European Commission, EUR 29978 EN*.
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118627_FDM_Bref_2019_published.pdf.
- F. Bayo, P. Valero, & D. Gozávez. (2024, mayo 17). La década peligrosa del campo español: la sequía y las temperaturas ponen en riesgo las cosechas durante mucho tiempo. *La SER*.
- Fi Group. (2022, mayo). *PERTE Agroalimentario: Ejemplo de impulso a la transformación sectorial*. <https://es.fi-group.com/perte-agroalimentario-ejemplo-de-impulso-a-la-transformacion-sectorial/>.
- FIAB. (2021). *Informe de Sostenibilidad de la Industria de Alimentación y Bebidas*.
- FLORETTE. (2024). *Memoria de sostenibilidad 2023*.
- Fundación Renovables. (2024). *Evaluación del impacto ambiental de las macrogranjas porcinas y su relevancia en el contexto nacional*.
- GRAF. (2024). *Manejo Sostenible del Agua de Lluvia*.
<https://www.graf.info/fileadmin/media/Catalogo-Recuperacion-agua-de-lluvia.pdf>.
- Grundfos. (2021). *Carlsberg reutiliza agua de proceso con un tratamiento in situ*.
<https://www.grundfos.com/es/about-us/cases/carlsberg-taps-into-process-water-reuse-with-onsite-treatment>.
- Grupo Entrepinares. (2022, mayo). *Reúso de agua en el sector agroalimentario. Reciclaje de agua procedente de permeado de suero*. https://cetim.es/wp-content/uploads/2021/11/11.55-Presentation8_Entrepinares_J.Gato_.pdf.

Grupo Paloma. (2022, marzo). *La importancia del agua invisible en la agricultura*.
<https://www.gpaloma.com/la-importancia-del-agua-invisible-en-la-agricultura/>.

Heineken. (2024). *Avances en sostenibilidad 2023 en cifras*. Heineken.

Industria Cosmética. (2023, mayo). *El sector cosmético en España y los perfiles más demandados*. <https://www.industriacosmetica.net/noticias/el-sector-cosmetico-en-espana-y-los-perfiles-mas-demandados-4wxIL>.

INE. (2015). *Uso del agua en la Industria manufacturera 2015*.

INE. (2024, octubre). *Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua*.
<https://www.ine.es/dyngs/Prensa/es/ESSA2022.htm>.

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

ISO. (2014). *ISO 14046: Gestión ambiental – Huella hídrica – Principios, requisitos y directrices*.

Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J. M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanar, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A. S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D., & Yelekci, Ö. (2021). *Atlas*. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
<https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>.

JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT. (2024). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Slaughterhouses, Animal By-products and/or Edible Co-products Industries*.

La Opinión de Murcia. (2024, marzo). *Multas de 2,45 millones de euros para las empresas que contaminaron con nitratos el Mar Menor*.
<https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2024/03/13/multas-2-45-millones-euros-99385158.html>.

La Verdad. (2021). *Un océano de voces por el Mar Menor*.
<https://www.laverdad.es/murcia/oceano-vores-menor-20211007214352-nt.html>.



LABOMAT. (2025). *Estudio de caso: medir la textura de un champú.*

<https://labomat.eu/es/preguntas-frecuentes-sobre-texturas/834-estudio-de-caso-medir-la-textura-de-un-champu.html>.

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. (2022).

MAHOU. (2018, junio). *Mahou San Miguel reduce a la mitad su impacto ambiental desde 2000.* <https://www.mahou-sanmiguel.com/es-es/sala-de-prensa/notas-de-prensa/mahou-san-miguel-reduce-a-la-mitad-su-impacto-ambiental-desde-2000#:~:text=De%20este%20modo%2C%20a%20la,equipos%2C%20como%20de%20los%20procesos>.

Maite Gutiérrez. (2024, abril 23). Catalunya ha aprobado ya seis ERTE vinculados a la sequía este año. *La Vanguardia*.

MAPA. (2005). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cárnico.*

María Fabra. (2024, julio 26). La sequía provoca un aumento de los sacrificios de vacas por el aumento de costes en el norte de Castellón. *El País*.

Matarromera. (2025). *ESDOR Cosméticos.* <https://corporativo.matarromera.es/esdor-cosmeticos/>.

Ministerio Agricultura, P. y A. (2020). *Informe del Desperdicio Alimentario en la Industria y la Distribución en España.*

MITERD. (2018). *Orden TEC/1399/2018, por la que se aprueba la revisión de los planes especiales de sequía correspondientes a las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar; a la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tago, Guadiana y Ebro; y al ámbito de competencias del Estado de la parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental.*

MITERD. (2022a). *PERTE Agroalimentario.*

MITERD. (2022b). *PERTE de Digitalización del ciclo del agua.*



MITERD. (2025, marzo). *Visor SIG del Boletín Hidrológico Semanal*.

<https://miteco.maps.arcgis.com/apps/dashboards/912dfee767264e3884f7aea8eb1e0673>.

Nestlé. (2010, junio). *Nestlé España reducirá un 15% su consumo de agua*.

<https://empresa.nestle.es/es/sala-de-prensa/comunicados-de-prensa/nestle-reducira-consumo-agua>.

Nestlé. (2023, marzo). *Nestlé reduce en un 30% el uso de agua de su fábrica cántabra*.

[https://empresa.nestle.es/es/sala-de-prensa/actualidad-nestle/reduccion-uso-agua-fabrica-cantabria#:~:text=Nestl%C3%A9%20est%C3%A1%20comprometida%20con%20el,Penilla%20de%20Cay%C3%B3n%20\(Cantabria\)](https://empresa.nestle.es/es/sala-de-prensa/actualidad-nestle/reduccion-uso-agua-fabrica-cantabria#:~:text=Nestl%C3%A9%20est%C3%A1%20comprometida%20con%20el,Penilla%20de%20Cay%C3%B3n%20(Cantabria)).

Nestlé. (2023, julio). *Nestlé presenta una tecnología innovadora que reduce los azúcares intrínsecos en ingredientes clave*. <https://empresa.nestle.es/es/sala-de-prensa/actualidad-nestle/reduccion-azucar-ingredientes>.

NOVAGRIC. (2022). *Invernaderos para producir tomates con menor huella hídrica*.

<https://novagric.com/proyecto/invernaderos-para-producir-tomates-con-menor-huella-hidrica/>.

NUTRITIVE. (2025, febrero). *Innovative decision-making tool for defining the most suitable manure management strategies to achieve a sustainable livestock farming system during the whole value chain*. <https://nutritive.es/>.

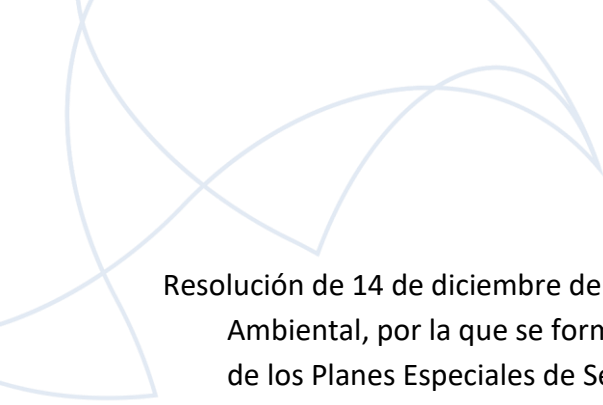
OECC. (2022a). *Cambio Climático: Guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo I*.

OECC. (2022b). *Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo II*. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>.

Orden TED/1191/2024, de 24 de octubre, por la que se regulan los sistemas electrónicos de control de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua, los retornos y los vertidos al dominio público hidráulico. (2024). <https://www.boe.es>.

Reglamento (CE) 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. (2004).





Resolución de 14 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe ambiental estratégico conjunto de la revisión de los Planes Especiales de Sequía de las Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias, Ceuta y Melilla (2023). <https://www.boe.es>.

Reussir. (2021, enero). *L'Éco-Score fait son entrée sur les étiquettes des aliments*. <https://www.reussir.fr/lesmarches/leco-score-fait-son-entree-sur-les-etiquettes-des-aliments>.

Saltworks. (2025). *What is Zero Liquid Discharge & Why is it Important?* <https://www.saltworkstech.com/articles/what-is-zero-liquid-discharge-why-is-it-important/>.

VERTALIM. (2019). *Integración segura de vertidos de alta carga orgánica y/o salina de pequeñas industrias alimentarias en sistemas de saneamiento urbano*. <https://www.azti.es/proyectos/life-vertalim/>.

Vester training. (2025, enero). *Tecnología SCADA: supervisión, control y adquisición de datos*. <https://vestertraining.com/tecnologia-scada/>.

Anexos

Mejora de la resiliencia de la industria frente al estrés hídrico



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Anexos

Anexo I. Contenido y estructura común de los Planes Especiales de Sequía (PES)

- Evaluación del riesgo de sequía:
 - Se define qué indicadores van a emplear para detectar episodios de sequía (anomalía temporal caracterizada por presentar valores de precipitaciones inferiores a los esperables) y de escasez (situación permanente en la que la disponibilidad de agua es inferior a su demanda).
 - Tras definir los indicadores, se establecen los intervalos para definir los diferentes niveles o escenarios: normalidad, prealerta, alerta y emergencia.
 - Para la planificación hidrológica se tiene en cuenta el cambio esperable en el régimen de precipitaciones debido al cambio climático, basándose en la documentación científica más reciente.
- Definición de las Unidades Territoriales de Escasez (UTE):
 - Los PES abordan las UTE de forma distinta a las zonas afectadas por sequía, ya que mientras las sequías atienden únicamente a una componente natural de cambio en el régimen de precipitaciones, la escasez de agua contempla el balance entre disponibilidad de agua y demanda del recurso. Es decir, introduce la problemática temporal de atención de las demandas socioeconómicas establecidas en una zona.
 - Para cada UTE se realiza un inventario ambiental donde se recogen las demandas de agua por uso urbano, regadío y uso agrario, uso industrial, producción energética y otras demandas, así como la disponibilidad de recursos hídricos potencialmente esperables en la UTE, basándose en registros históricos.
 - Para cada UTE se establece un índice de explotación mensual (relaciona la demanda esperable frente a la disponibilidad temporal de agua en el mes) para prever episodios de escasez y mejorar la gestión del agua.
 - También se establecen los niveles de garantía de disponibilidad del agua, sin contar el caudal ecológico mínimo. En el caso de que una UTE no cuente con una garantía de abastecimiento suficiente para alguno de los usos, debe planificar medidas para revertir el déficit estructural en que se encuentra la unidad territorial.
 - Además de las medidas generales aplicables a toda la demarcación hidrográfica, cada UTE dispondrá de un programa de medidas específicas que respondan a la coyuntura socioeconómica del territorio. Estas medidas

también están clasificadas según el escenario en que se encuentre la UTE (normalidad, prealerta, alerta o emergencia).

- Adicionalmente, los sistemas de abastecimiento (ya sea un municipio o una mancomunidad) que den servicio a más de 20.000 habitantes, deben disponer de un Plan de Emergencia propio, en el que se detalle toda la información relativa al inventario hídrico (demanda y recursos) y las medidas que aplicar. El plan también tiene que identificar y analizar las zonas y circunstancias de mayor riesgo para cada escenario de escasez, prestando especial atención a los problemas de abastecimiento y salud de la población y a las actividades estratégicas desde un punto de vista económico y social.
- Conjunto de medidas aplicables en cada escenario:
 - Para cada escenario se indican el conjunto de medidas y restricciones que se aplicarán, así como el orden de prioridad.
 - Estas medidas tienen como finalidad asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para el abastecimiento de las personas, así como asegurar un caudal ecológico mínimo que permita sostener la vida de los ecosistemas acuáticos, incluso en periodos de escasez.
 - Establecer medidas relacionadas con la oferta como reservas estratégicas, activar fuentes alternativas de agua o, incluso, movilizar el recurso hídrico desde otras zonas.
 - Definir también las medidas sobre la demanda: concienciación o restricciones totales sobre el uso del agua en actividades como llenado de piscinas, riego de zonas verdes o baldeo de las calles.
- Descripción de los impactos derivados de la escasez coyuntural:
 - Impactos ambientales: durante los episodios más graves de sequía y escasez coyuntural las demarcaciones hidrográficas pueden (y suelen) establecer caudales ecológicos menores a los fijados en situaciones de normalidad. Esta disminución del caudal ecológico, aunque altera los indicadores de calidad de los ecosistemas fluviales, se considera, de forma general en los PES, como un elemento natural de control de poblaciones alóctonas, ya que las especies endémicas están adaptadas a estos episodios de disminución del caudal durante periodos temporales acotados.
 - Impactos socioeconómicos: respecto a estos impactos, algunos PES solo se limitan a definir cómo deben ser los informes que se realicen tras el periodo de escasez. En otras áreas donde han estado expuestos con mayor frecuencia a estos escenarios (como el PES del Ebro) suelen recoger

estimaciones económicas de episodios pasados de sequía y escasez que ayudan a tener una idea de la magnitud de estos problemas.

Anexo II. Ejemplos de casos de éxito

A continuación, se listan los ejemplos mostrados en el documento:

Empresa o proyecto	Tipo de medida	Mejoras alcanzadas	Enlace
<i>Florete</i>	Recuperación de agua de lluvia	Recuperan el 85% del agua de la lluvia para los cultivos	<u>Memoria de Sostenibilidad</u>
<i>ECO3WASH</i>	Recirculación del agua de lavado	Reducen el 70% del agua asociada al lavado de cítricos	<u>Proyecto ECO3WASH</u>
<i>Nestlé</i>	Recuperación de agua de condensados	Reducción en un 15% del consumo total de agua por tonelada de producto	<u>Nota de prensa de Nestlé</u>
<i>Nestlé</i>	Aplicación MTD en la refrigeración	Reducción del 30% del consumo de agua	<u>Nota de prensa de Nestlé</u>
<i>Carlsberg</i>	Regeneración del agua consumida como agua de proceso	Reducción del consumo de agua de proceso en un 90%	<u>Carlsberg. Estrategia de reducción</u>
<i>Entrepinares</i>	Recuperación del agua del suero	Reducción del consumo de agua en un 40%	<u>Proyecto Cow Water</u>
<i>Mahou</i>	Aplicación conjunta de MTD	40% de reducción del consumo de agua	<u>Nota de prensa de Mahou</u>
<i>ECODHYBAT</i>	Diseño ecohigiénico	Reducción del consumo de agua hasta en un 50%	<u>Proyecto ECODHYBAT</u>
<i>Coca-Cola</i>	Planes de restitución completa del agua	12 proyectos de restitución ambiental	<u>Proyectos en marcha o realizados</u>
<i>Heineken</i>	Planes de restitución completa del agua	Restitución completa del agua empleada	<u>Informe de Sostenibilidad 2023</u>
<i>Marromera</i>	Recuperación de compuestos de valor	Nueva línea de cosméticos: ESDOR	<u>ESDOR</u>
<i>CHEERS</i>	Biorrefinería aplicada en el sector cervecero	Obtención de 5 compuestos de alto valor a través de subproductos	<u>Proyecto CHEERS</u>



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Santa Engracia, 108. 5º Interior
Izquierda
28003 Madrid

www.fundacionrenovables.org

