

JORNADA:

“SEQUÍA, CAMBIO CLIMÁTICO Y CICLO URBANO DEL AGUA”

Almuñécar, 29 de mayo de 2024



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Aprovechamiento integral del agua, aguas regeneradas

Prof. Dr. Ing. Fernando Delgado Ramos

Universidad de Granada

Organizan:



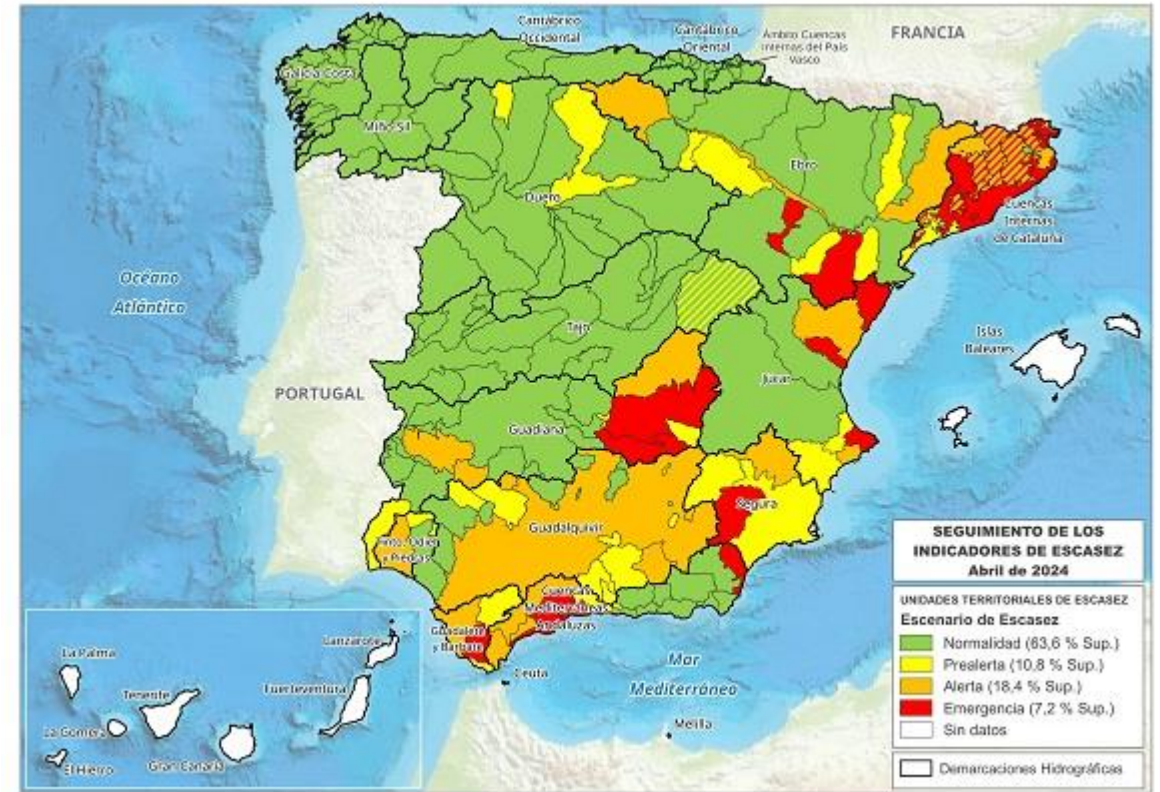
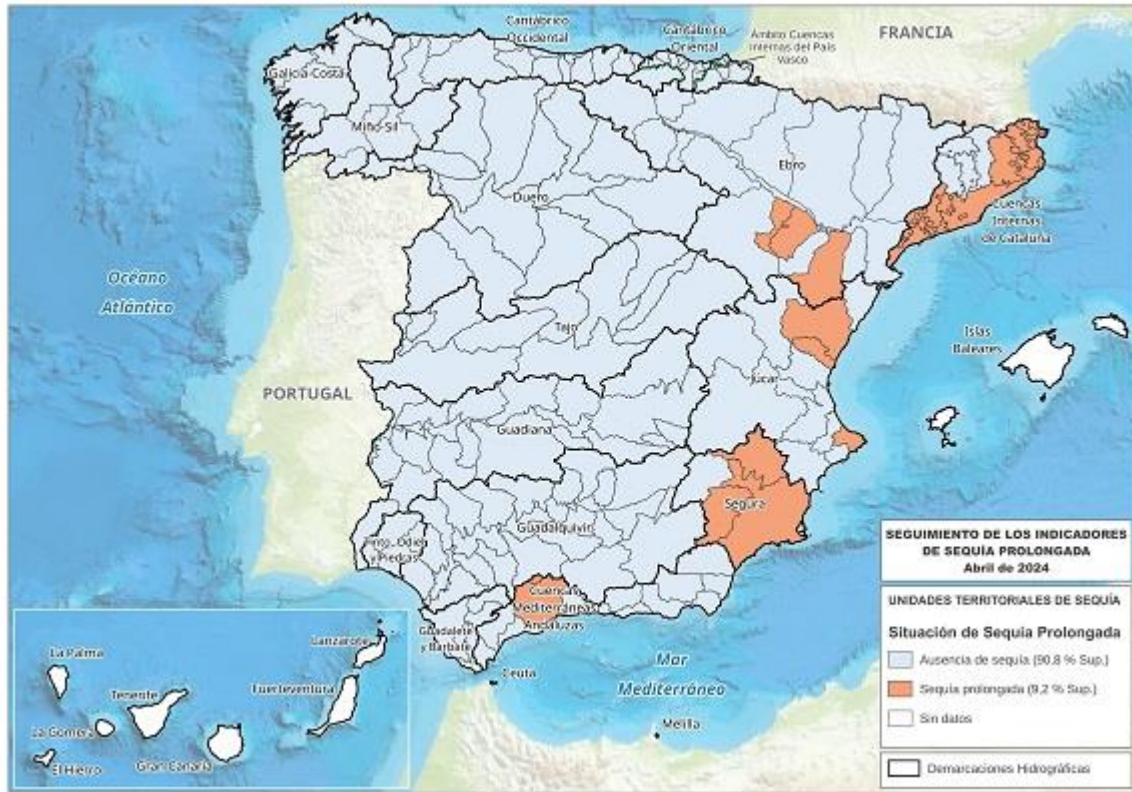
Colaboran:



Situación Actual



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

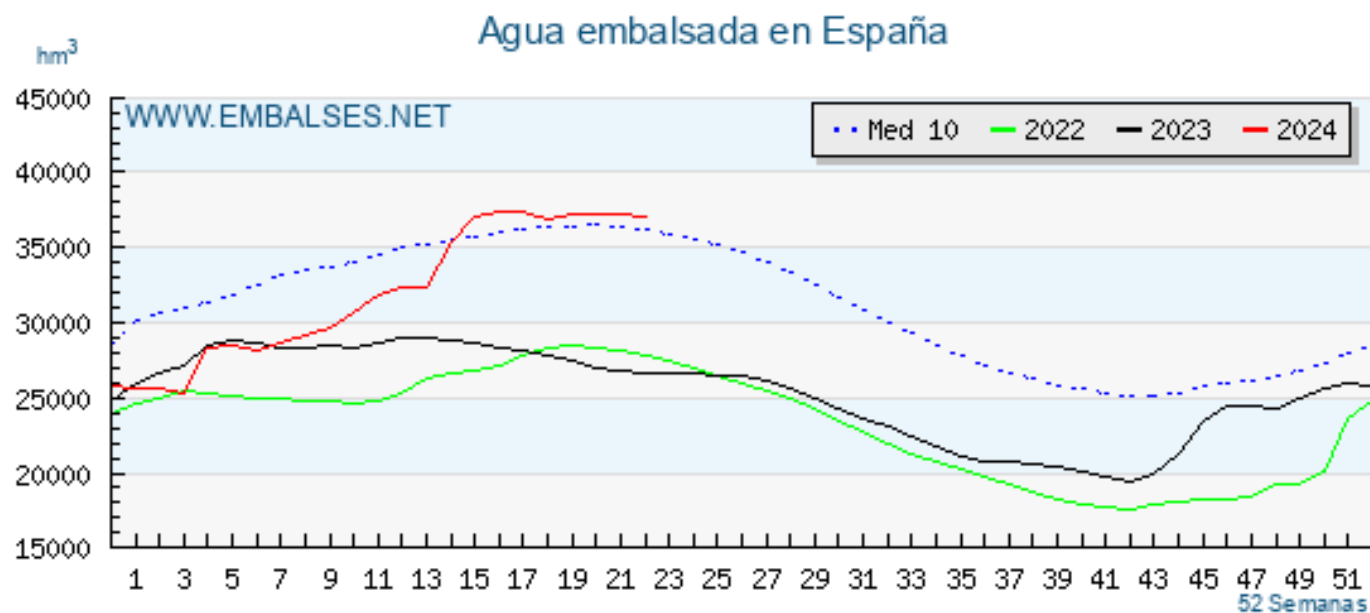


<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/informes-mapas-seguimiento.html>

Situación Actual



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

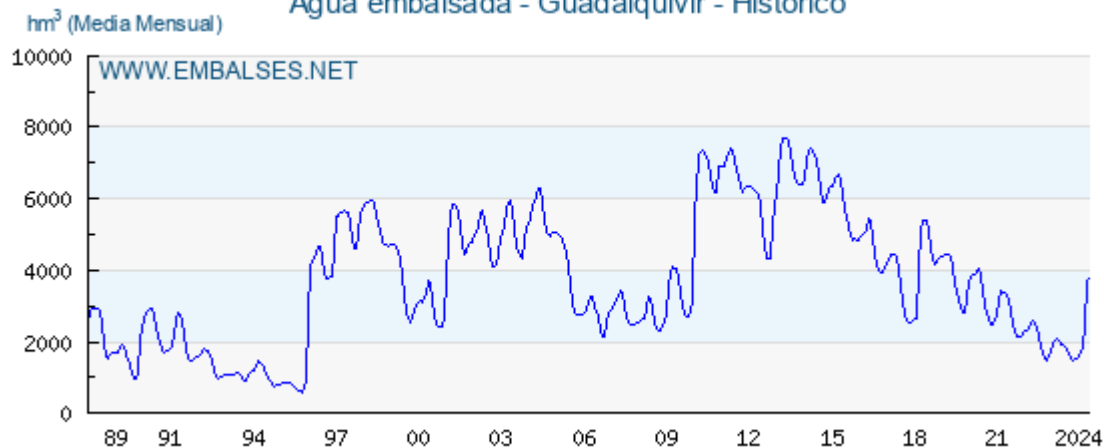


Situación Actual

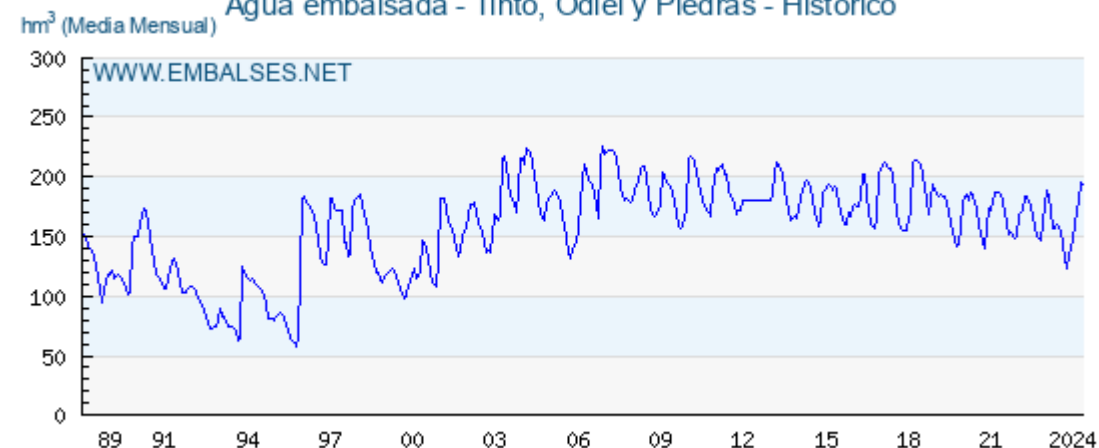


UNIVERSIDAD
DE GRANADA

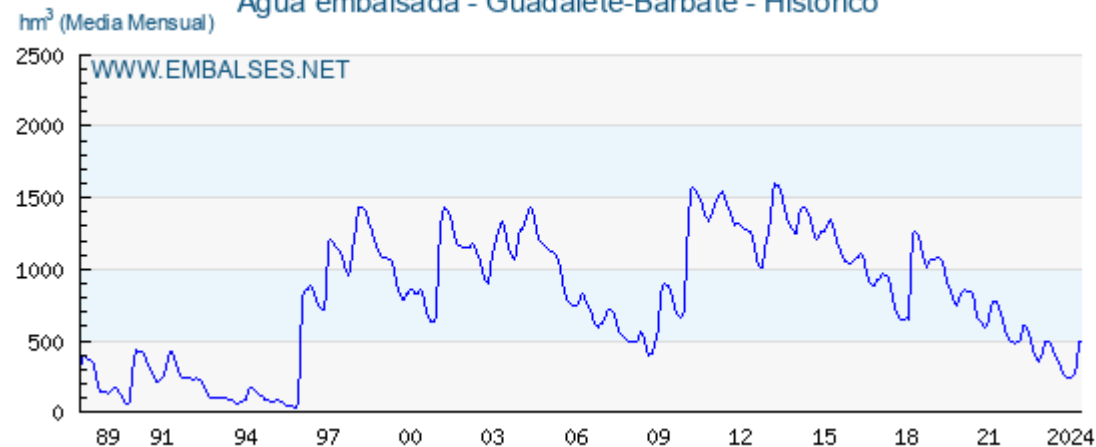
Agua embalsada - Guadalquivir - Histórico



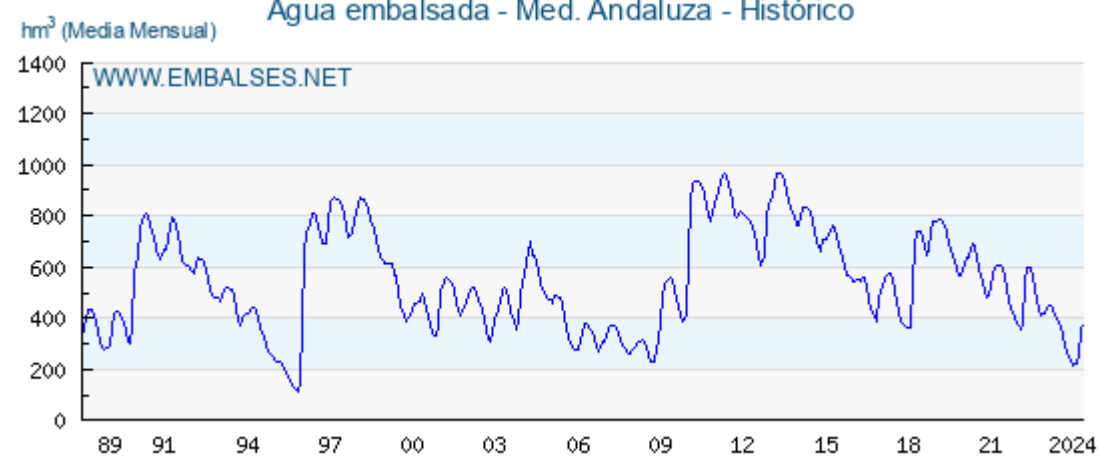
Agua embalsada - Tinto, Odiel y Piedras - Histórico



Agua embalsada - Guadalete-Barbate - Histórico



Agua embalsada - Med. Andaluza - Histórico

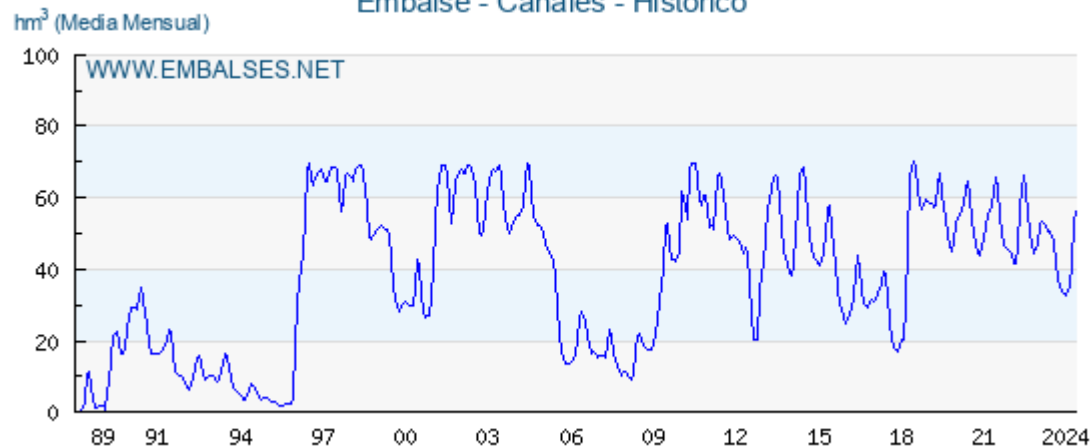


Situación Actual

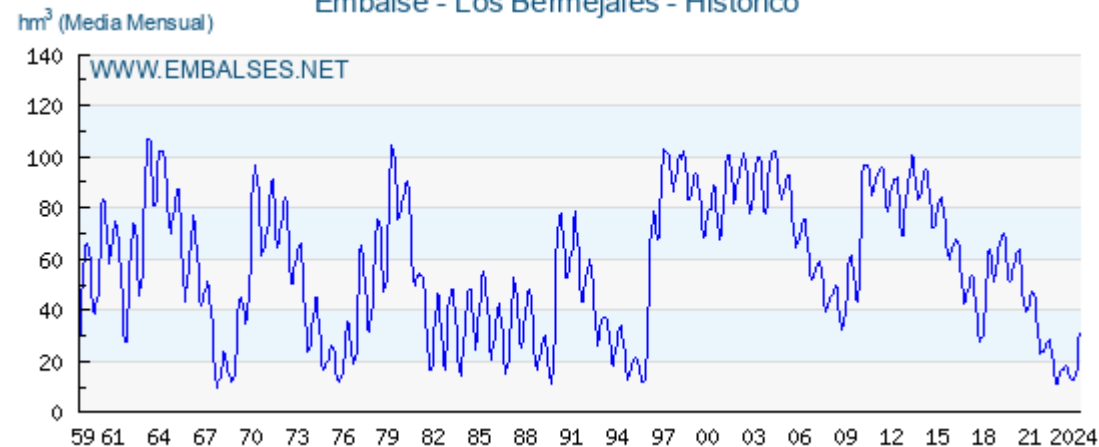


UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Embalse - Canales - Histórico



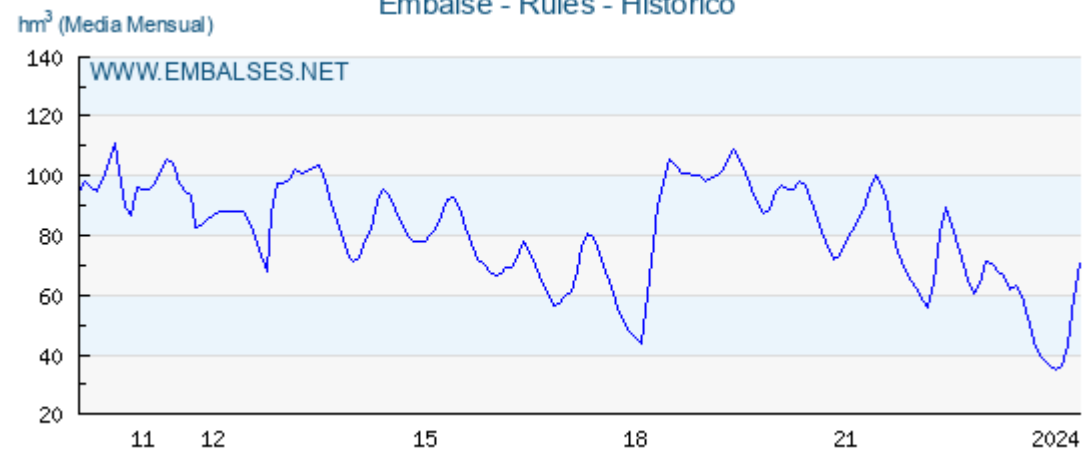
Embalse - Los Bermejales - Histórico



Embalse - Beznar - Histórico



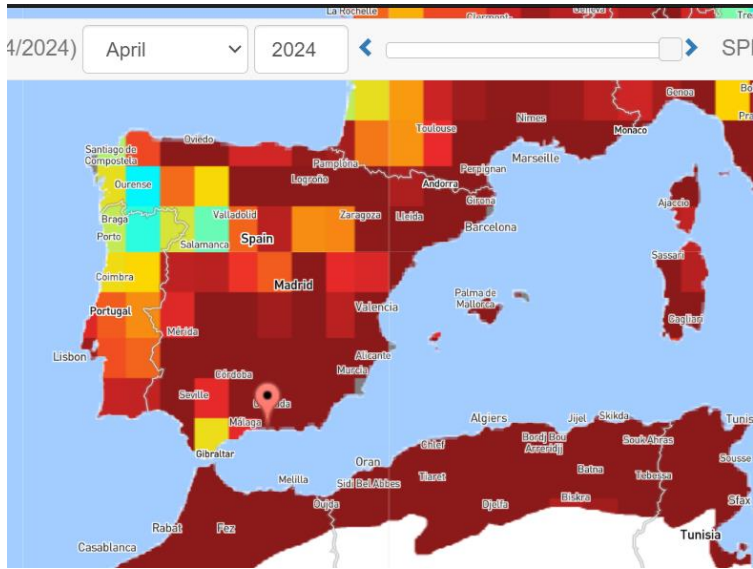
Embalse - Rules - Histórico



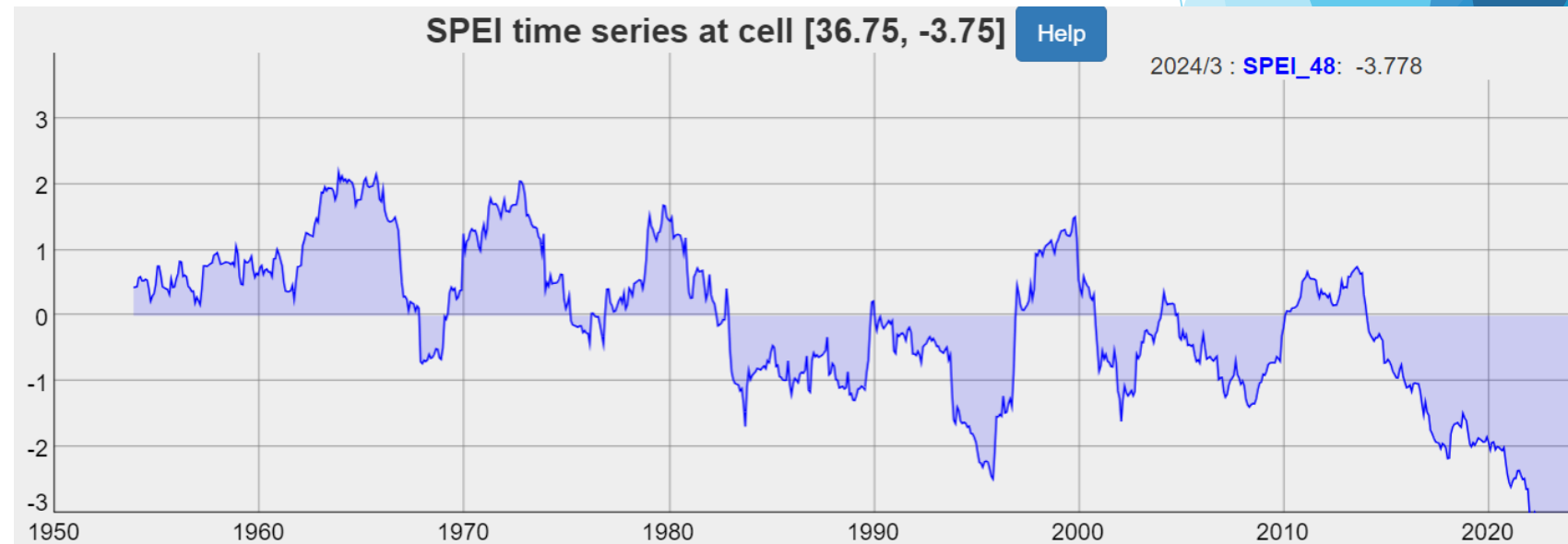
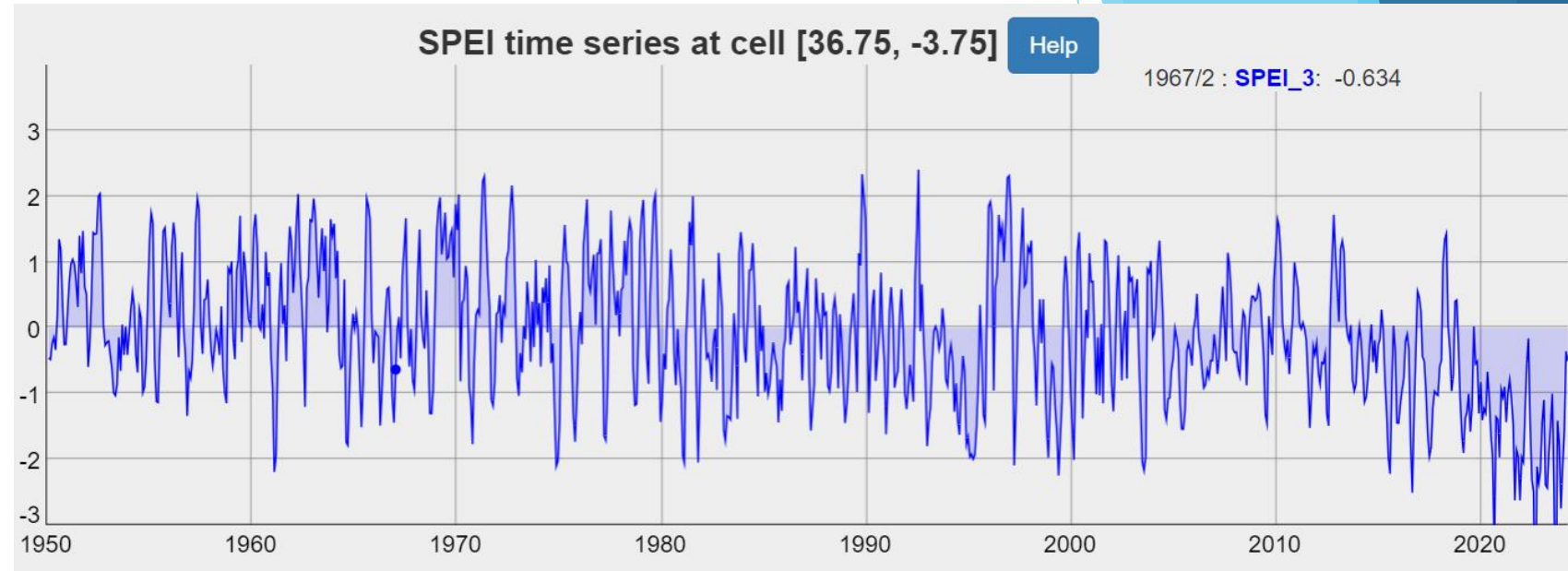
Situación Actual



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



<https://spei.csic.es/index.html>



Planes Hidrológicos (medidas “estructurales”)



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Artículo 1 RPH Objetivos y criterios de la planificación hidrológica

1. La planificación hidrológica tendrá por objetivos generales:

- ▶ conseguir el **buen estado** y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas
- ▶ la **satisfacción de las demandas** de agua
- ▶ el equilibrio y armonización del **desarrollo** regional y sectorial
- ▶ **incrementando las disponibilidades** del recurso
- ▶ **protegiendo** su calidad
- ▶ **economizando** su empleo
- ▶ **racionalizando** sus usos en armonía con el **medio ambiente** y los demás recursos naturales.

2. Para la consecución de los objetivos a que se refiere el párrafo anterior, la planificación hidrológica se guiará por criterios de sostenibilidad en el uso del agua mediante la gestión integrada y la protección a largo plazo de los recursos hídricos, prevención del deterioro del estado de las aguas, protección y mejora del medio acuático y de los ecosistemas acuáticos y reducción de la contaminación. Asimismo, la **planificación hidrológica contribuirá a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.**

Planes Especiales de Sequía (medidas coyunturales)



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

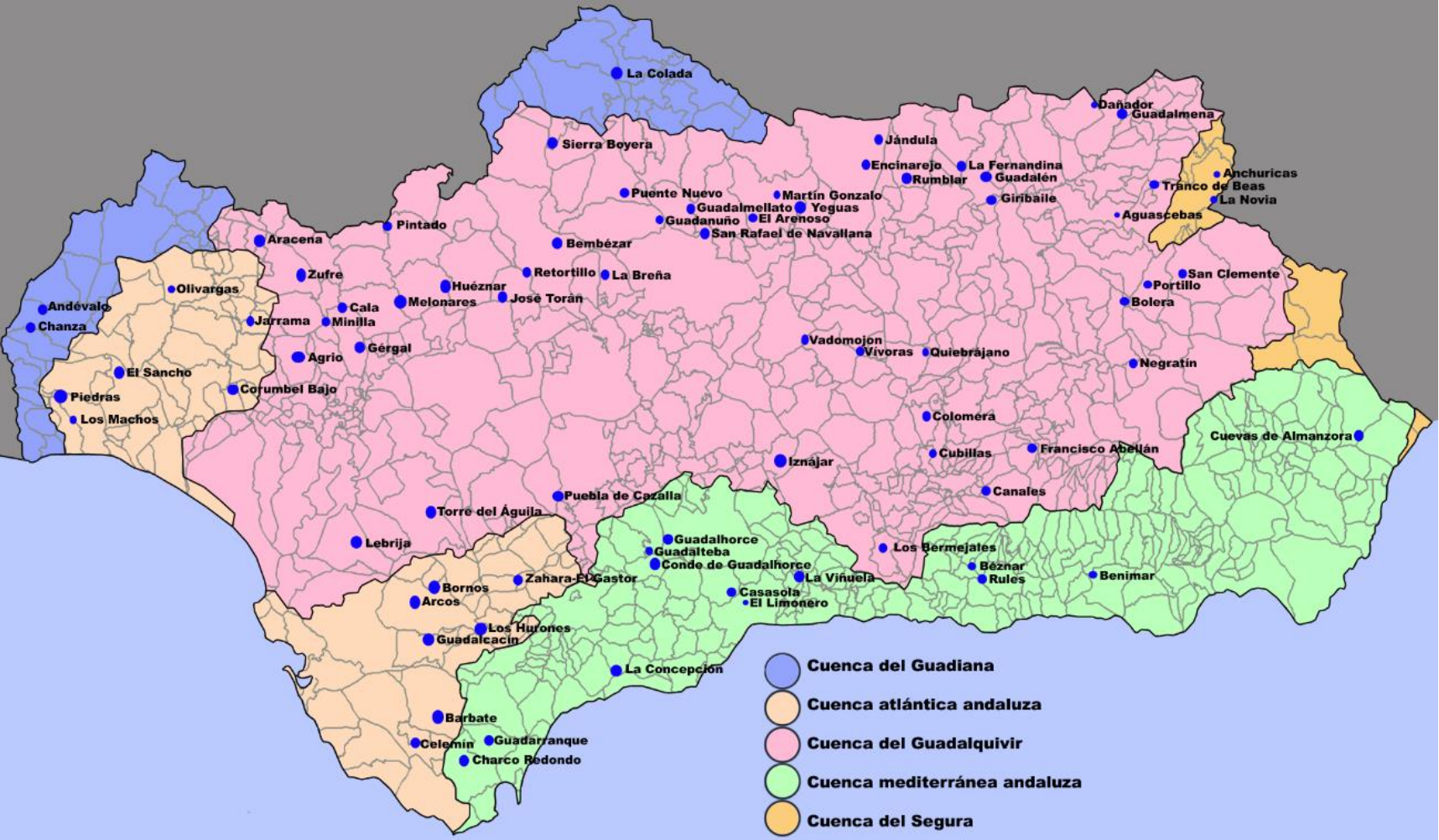
El objetivo general de los Planes Especiales de Sequía (PES) es, según lo establecido en el artículo 27.1 de la Ley 10/2001 Plan Hidrológico Nacional, **minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía.**

- ▶ Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la **población.**
- ▶ Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el **estado ecológico** de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, evitando, en todo caso, efectos permanentes sobre el mismo.
- ▶ Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento **urbano.**
- ▶ Minimizar los efectos negativos sobre las **actividades económicas**, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los planes hidrológicos.

A su vez, para alcanzar los objetivos específicos se plantean los siguientes Objetivos Instrumentales u Operativos:

- ▶ Definir mecanismos para la **previsión y detección** de la presentación de situaciones de sequía.
- ▶ Fijar **umbrales** para la determinación del agravamiento de las situaciones de sequía (fases de gravedad progresiva).
- ▶ Definir las **medidas** para conseguir los objetivos específicos en cada fase de las situaciones de sequía.
- ▶ Asegurar la **transparencia y participación pública** en el desarrollo de los planes.

Análisis crítico de los Planes Hidrológicos



LEYENDA

SEGURA Nombre demarcación

— Límite demarcación

▨ Mismo organismo de cuenca

▨ Organismo de cuenca dependiente de gobierno regional



- Cuenca del Guadiana
- Cuenca atlántica andaluza
- Cuenca del Guadalquivir
- Cuenca mediterránea andaluza
- Cuenca del Segura

DEMARCACIÓN	SUPERFICIE CONT. (Km ²)	APORT. ACT. (Hm ³)	REC. HIDR. TOT. ACT. (Hm ³)	DEMANDAS TOTALES (ACT.)	RATIO D/A	DÉFICIT (ACT.)
GUADALQUIVIR	57.180	6.928	3.502	3.721	0,54	219
TOP	4.762	676	266	267	0,40	1
GB	5.961	979	408	412	0,42	6
CMA	17.929	2.834	1.142	1.325	0,47	183

Análisis crítico de los Planes Hidrológicos



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Situación “actual”

DEMARCACIÓN	SUPERFICIE CONT. (Km ²)	APORT. ACT. (Hm ³)	REC. HIDR. TOT. ACT. (Hm ³)	DEMANDAS TOTALES (ACT.)	RATIO D/A	DÉFICIT (ACT.)
GUADALQUIVR	57.180	6.928	3.502	3.721	0,54	219
TOP	4.762	676	266	267	0,40	1
GB	5.961	979	408	412	0,42	6
CMA	17.929	2.834	1.142	1.325	0,47	183

Situación Horizonte 2027

DEMARCACIÓN	REC. HIDR. TOT. 2027 (Hm ³)	DEMANDAS TOT. (2027)	DÉFICIT (2027)	MEDIDAS rec.hidr. (Meur)	MEDIDAS rec.hidr. eur/km ²
GUADALQUIVR	3.361	3.601	240	778	13.599
TOP	469	476	7	520	109.089
GB	411	417	6	23	3.905
CMA	1.266	1.282	16	1.631	90.991

DEMARCACIÓN	Reutilización Act. (Hm ³)	Desalación Act. (Hm ³)	Reutilización 2027 (Hm ³)	Desalación 2027 (Hm ³)
GUADALQUIVR	- 20	-	- 40	-
TOP	-	-	6	-
GB	6	-	8	-
CMA	23	77	105	199

Análisis crítico de los Planes Hidrológicos



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Plan Hidrológico DH Guadalquivir 2016-2021 vs. 2022-2027

Serie corta (Hm3)	Serie corta (Hm3)	Diferencia (Hm3)
7.092,00	6.927,76	- 164,24
Serie larga (Hm3)	Serie larga (Hm3)	Diferencia (Hm3)
8.260,00	7.540,87	- 719,13

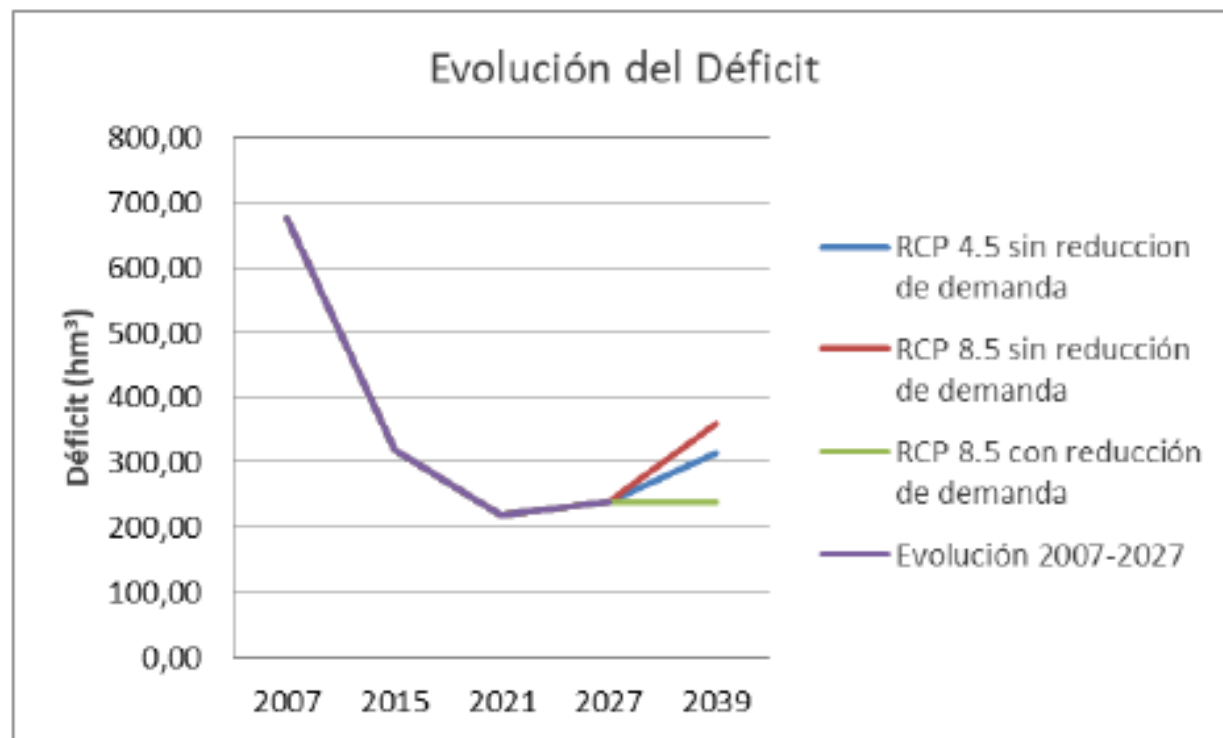


Figura 57. Evolución del déficit con aguas reguladas (hm^3) entre 2007 y 2027 y posibles escenarios en 2039.

Plan Hidrológico 2022-2027 de la DH Guadalquivir - Memoria



De todo ello se deduce que, en España, y salvo soluciones locales para problemas concretos, se descarta la línea de incrementar los recursos disponibles a través de la regulación de los recursos naturales propios con nuevos embalses o mediante nuevos grandes trasvases entre cuencas, e igualmente se limita la oferta de incremento de recursos no convencionales obtenidos por desalinización o reutilización, salvo para mitigar problemas ambientales o socioeconómicos actuales.

Algunas medidas estructurales y de gestión



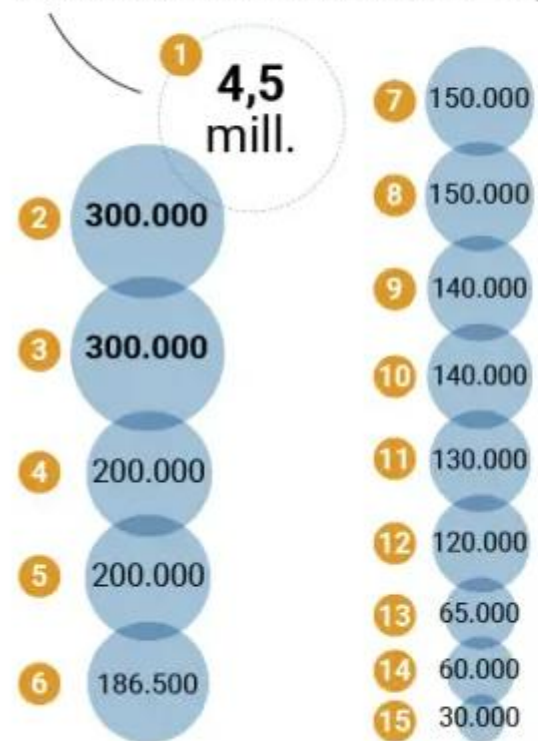
UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- Mejora de la eficiencia en el uso del agua
 - Eficiencia dentro de cada uso
 - Eficiencia socioeconómica
- Ajuste de la demanda a la oferta y no al revés
- Mejora de la regulación de los recursos hídricos (superficiales y subterráneos)
- Aguas desalinizadas
- Reutilización de Aguas regeneradas

Principales plantas desalinizadoras de España

ESPAÑA ES EL CUARTO PAÍS DEL MUNDO QUE MÁS AGUA DESALADA PRODUCE, SOLO POR DETRÁS DE ARABIA SAUDÍ, EE UU Y E.A.U

ABASTECIMIENTO > HABITANTES



TOTAL
6.791.500



FUENTE: fundacionaquae, elaboración propia. GRÁFICO: Carlos G. Kindelán

20minutos

Aguas desalinizadas

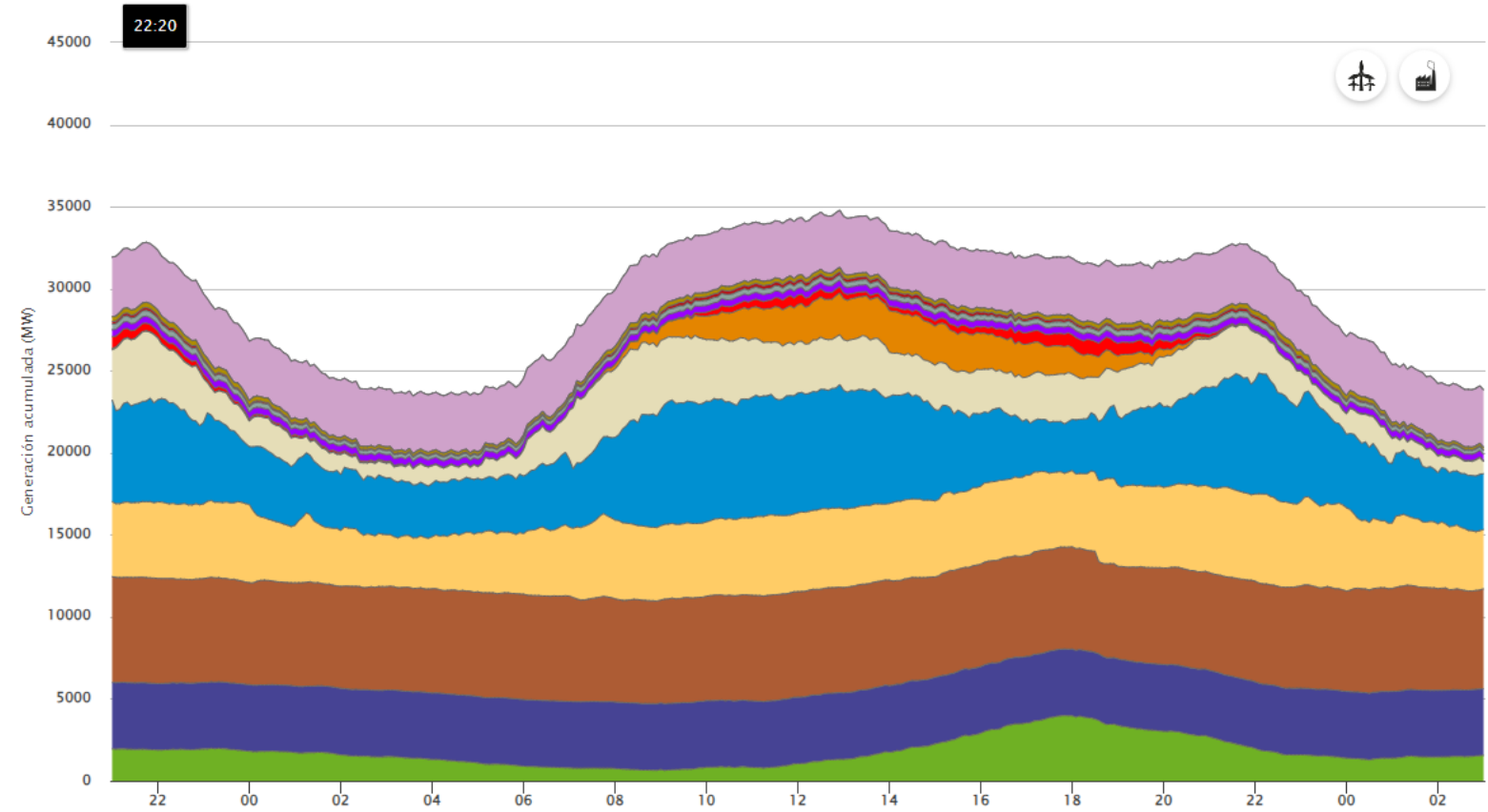


UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las 22:20 - 28/05/2018

Cogeneración y residuos	3645	11,54(%)
Generación auxiliar	3	0,01(%)
Turbina de vapor	317	1(%)
Turbina de gas	185	0,59(%)
Motores diésel	355	1,12(%)
Térmica renovable	416	1,32(%)
Solar térmica	400	1,27(%)
Solar fotovoltaica	17	0,05(%)
Intercambios int	3192	10,11(%)
Hidráulica	6131	19,42(%)
Ciclo combinado	4576	14,49(%)
Carbón	6352	20,12(%)
Nuclear	4053	12,83(%)
Eólica	1936	6,13(%)



<https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/nacional/acumulada/2018-05-29>

Aguas desalinizadas

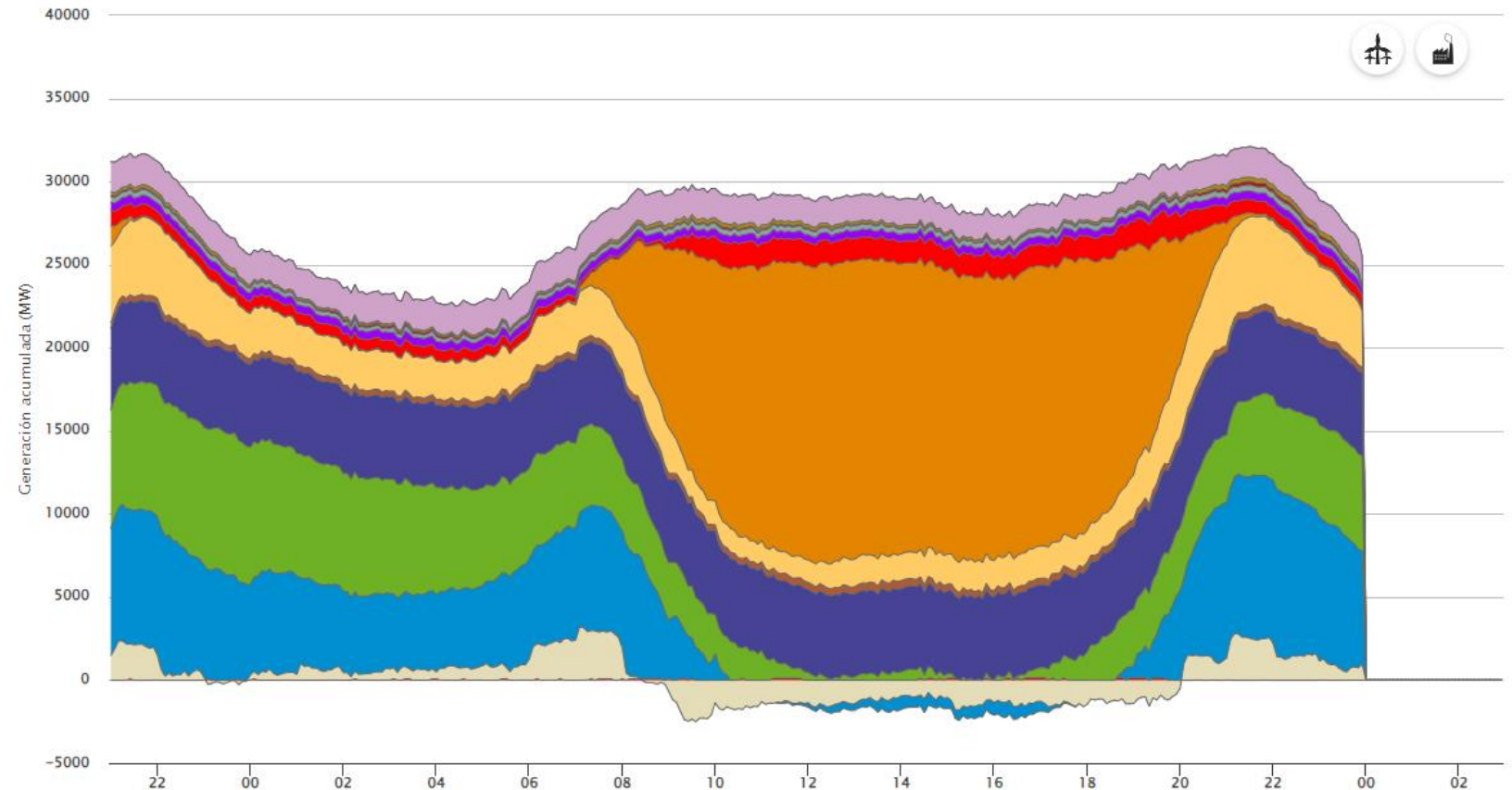


UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las

Cogeneración y residuos	1.828	7,17 (%)
Turbina de vapor		0 (%)
Turbina de gas	34	0,13 (%)
Motores diésel	69	0,27 (%)
Térmica renovable	503	1,97 (%)
Solar térmica	675	2,65 (%)
Solar fotovoltaica	121	0,47 (%)
Ciclo combinado	3.408	13,38 (%)
Carbón	356	1,4 (%)
Nuclear	4.990	19,58 (%)
Eólica	5.695	22,35 (%)
Hidráulica	6.846	26,87 (%)
Intercambios int	955	3,75 (%)
Generación auxiliar	-7	0 (%)



<https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/nacional/acumulada/2024-5-28>

Reutilización de Aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Castellano | Buscar

Ministerio Energía Medio Ambiente Reto Demográfico Servicios

Home > Agua > Temas > Concesiones y autorizaciones > Reutilización de aguas depuradas

Temas

Estrategia y gobernanza en la gestión del agua y cambio climático

Concesiones y autorizaciones

Regulación de usos y aprovechamientos del Dominio Público Hidráulico

Registro de Aguas

Control de volúmenes de agua utilizados

Trasvase Tajo-Segura

Vertidos de aguas residuales

Reutilización de aguas depuradas

Entidades colaboradoras de la administración hidráulica (ECAH)

Convenios y acuerdos internacionales

Estado y calidad de las aguas

Reutilización de las aguas



Agua regenerada en la «EDAR Sabadell Riu Sec» en Sabadell (Barcelona), mediante un sistema de biorreactor de membranas. Una parte de estas aguas regeneradas se destina al riego de parques y jardines, la limpieza de calles y usos industriales. Tras la puesta en funcionamiento del tratamiento de depuración por membranas se utiliza además para la descarga de sanitarios de todo el sector comercial e industrial del polígono de Sant Pau de Riu Sec (Sabadell - Barcelona). Cortesía del Ajuntament de Sabadell y Aigües Sabadell.

La utilización de aguas regeneradas se ha convertido en un elemento más de la gestión integrada de los recursos hídricos, que brinda una serie de oportunidades y beneficios evidentes tales como: permitir una mejor gestión de los recursos al liberar volúmenes comprometidos de agua de mayor calidad para otros usos, incluido el abastecimiento; incrementar los recursos disponibles en zonas costeras o garantizar una mayor fiabilidad y regularidad del suministro. La solución a los problemas de escasez y sequía con fuentes de agua regenerada es una tendencia creciente.

Destacados

2ª convocatoria subvenciones PERTE ciclo urbano del agua

1ª convocatoria subvenciones PERTE regadíos

12/12/2023

El Consejo de Ministros autoriza las obras de ampliación de la desaladora de Torrevieja por 108.528.241 euros

07/12/2023

Trasvase Tajo-Segura: la situación de los embalses de cabecera continúa mejorando

Noticias sobre Agua

Entidades colaboradoras de la administración hidráulica (ECAH)

Convenios y acuerdos internacionales

Estado y calidad de las aguas

Evaluación de los recursos hídricos

Delimitación y restauración del

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Castellano | Buscar

Ministerio Energía Medio Ambiente Reto Demográfico Servicios

Temas > Concesiones y autorizaciones > Reutilización de aguas depuradas

Documentación

Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

A derogar el 26-06-2023, no obstante, seguirá vigente en lo que no se oponga al actual TRLA y al Reglamento (UE) 2020/741, relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua urbana depurada en usos agrarios, conforme a las instrucciones técnicas que establezca el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico en el ámbito de las

Destacados

2ª convocatoria subvenciones PERTE ciclo urbano del agua

1ª convocatoria subvenciones PERTE regadíos

12/12/2023

El Consejo de Ministros autoriza las obras de ampliación de la desaladora de Torrevieja por 108.528.241 euros

07/12/2023

Trasvase Tajo-Segura: la situación de los embalses de cabecera continúa mejorando

Noticias sobre Agua

Ver todas las noticias

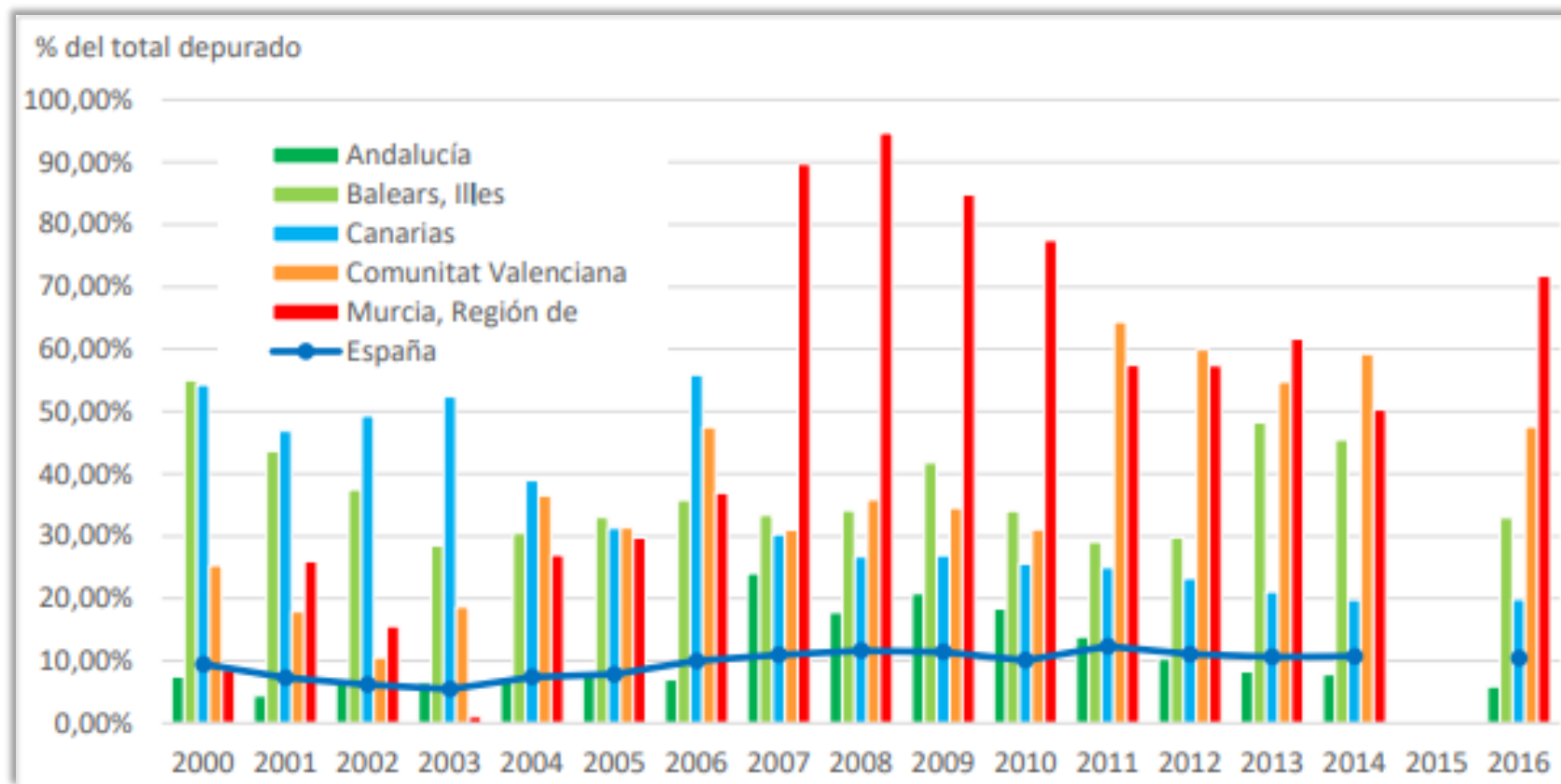
Fuente:



Reutilización de Aguas regeneradas



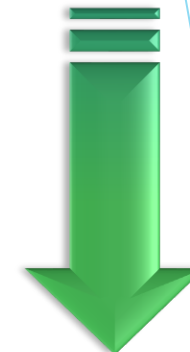
UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización» (Plan DSEAR)

≈ 4.726 Hm³/a

DISPONIBILIDAD:
AGUA TRATADA



AGUA
REUTILIZADA

382 Hm³/a

≈ 8%

Fuente:



Reutilización de Aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Informe de seguimiento de Planes Hidrológicos y Recursos Hídricos en España. Año 2021

INFORME DE SEGUIMIENTO DE LOS PLANES HIDROLÓGICOS DE CUENCA Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA

Año 2021

[Avance octubre 2022]



* En varias DH no se dispone de datos de los últimos años, por lo que se han utilizado datos anteriores a 2017/18 en los casos de GAL, CMA, GYB, TOP, y var BAL. En algunos casos se dispone del dato con un año de decalaje, por lo que el dato del Plan del Tajo estaba referido a la capacidad máxima teniendo en cuenta disponer de un tratamiento terciario, no a una capacidad real.

(2) En el Plan del Guadiana se indicaba un recurso procedente de reutilización del Plan se ha comprobado que, de ese volumen, únicamente 2,01 hm³ se utiliza.

(3) En el seguimiento se diferencia entre reutilización directa sin su previa ir indirecta. Del resto de volumen correspondiente a las EDAR que vierten a ca 58,5 hm³ (año 2020/21) no incluidos en la tabla anterior (ver Apéndice 1.12). Por otra parte, no se poseen datos actualizados de las EDAR de Castilla-La Mancha y Andalucía, por lo que en esos casos se utilizan los mismos datos que en el PH 2016-21.

(4) El volumen de reutilización suministrado procede de datos de la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana (EPSAR) y corresponde con año natural.

(5) En el PH del Júcar no se hablaba de capacidad máxima, sino de volumen depurado (467,60 hm³ en 2013 para todas las EDAR de la DH). El valor de 299,19 hm³ corresponde al volumen depurado de aquellas EDAR que tenían tratamiento terciario en 2014/15.

(6) Los volúmenes corresponden a usos totales, no solo consuntivos. Incluyen ambientales y recreativos.

(7) El Plan del Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña no determina ninguna cifra concreta de volumen suministrado. El valor de la Tabla (27,40 hm³) corresponde a la cifra media de los 5 años previos a la publicación del Plan.

(8) No existe un dato significativo y consolidado del volumen de agua reutilizada suministrada a los usuarios. Con la mejora de la información, la cifra de capacidad máxima de 0,74 hm³/año (PH 2016-21) se considera sobreestimada.

DH	Información PH 2º ciclo		Año 2017/18		Año 2018/19		Año 2019/20		Año 2020/21	
	Cap. máx.	Vol. sum.	Cap. máx.	Vol. sum.	Cap. máx.	Vol. sum.	Cap. máx.	Vol. sum.	Cap. máx.	Vol. sum.
MIÑ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GAL	0,17	0,00	0,17*	0,00	0,17*	SD	0,17*	SD	0,17*	SD
COR	SD	2,60	SD	3,10	SD	3,50	SD	3,20	SD	3,40
COC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DUE	0,00	0,00	SD	0,25	SD	0,25	SD	0,25	SD	0,25
TAJ	103,00 ⁽¹⁾	10,00	82,93	21,27	110,90	27,02	111,14	27,36	118,43	26,21
GDN	9,13	2,01 ⁽²⁾	9,13	2,01	9,13	2,01	9,13	2,01	9,13	2,01
GDQ	15,40	15,40	16,99	16,99	16,99	16,99	34,47	34,47	34,47	13,55
CMA	SD	27,40	SD	27,40*	SD	27,40*	SD	27,40*	SD	27,40*
GYB	SD	9,70	SD	9,70*	SD	9,70*	SD	9,70*	SD	9,70*
TOP	SD	0,00	SD	0,00*	SD	0,00*	SD	0,00*	SD	0,00*
SEG ⁽³⁾	126,90	88,70	121,30	89,30	125,30	92,20	125,30	92,20	145,30	88,30
JUC ⁽⁴⁾	299,19 ⁽⁵⁾	121,49	303,14	106,31	304,87	108,80	312,50	98,70	312,10	105,30
EBR	14,00	4,77	12,17	5,00	13,57	6,00	13,57	6,00	13,57	6,00
CAT ⁽⁶⁾	100,00	27,40 ⁽⁷⁾	100,00	30,56	100,00	37,17	100,00	39,36	100,00	49,84
BAL	50,20	26,84	68,23	34,30	74,21	33,25	74,21*	33,25*	74,21*	33,25*
GCA	34,00	12,70	34,00	13,20	36,00	12,80	36,00*	12,80*	36,00*	12,80*
FUE	14,31	6,08	14,31	6,08	14,31	6,08	14,31	3,20	14,31	3,20
LAN	5,00	1,37	5,00	2,90	5,00	2,90	5,00	3,17	5,00	3,17
TEN	15,80	11,13	19,20	11,23	19,20	10,89	19,20*	12,87	19,20*	14,85
LPA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GOM ⁽⁸⁾	0,74	SD	0,74	SD	0,74	SD	0,00	0,00	0,00	0,00
HIE	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
CEU	SD	0,50	SD	0,50	SD	0,50	SD	0,90	SD	0,80
MEL	SD	0,40	SD	0,40	SD	0,40	SD	0,40*	SD	0,40*
TOTAL	–	368,51	–	380,52	–	397,88	–	407,26	–	400,45

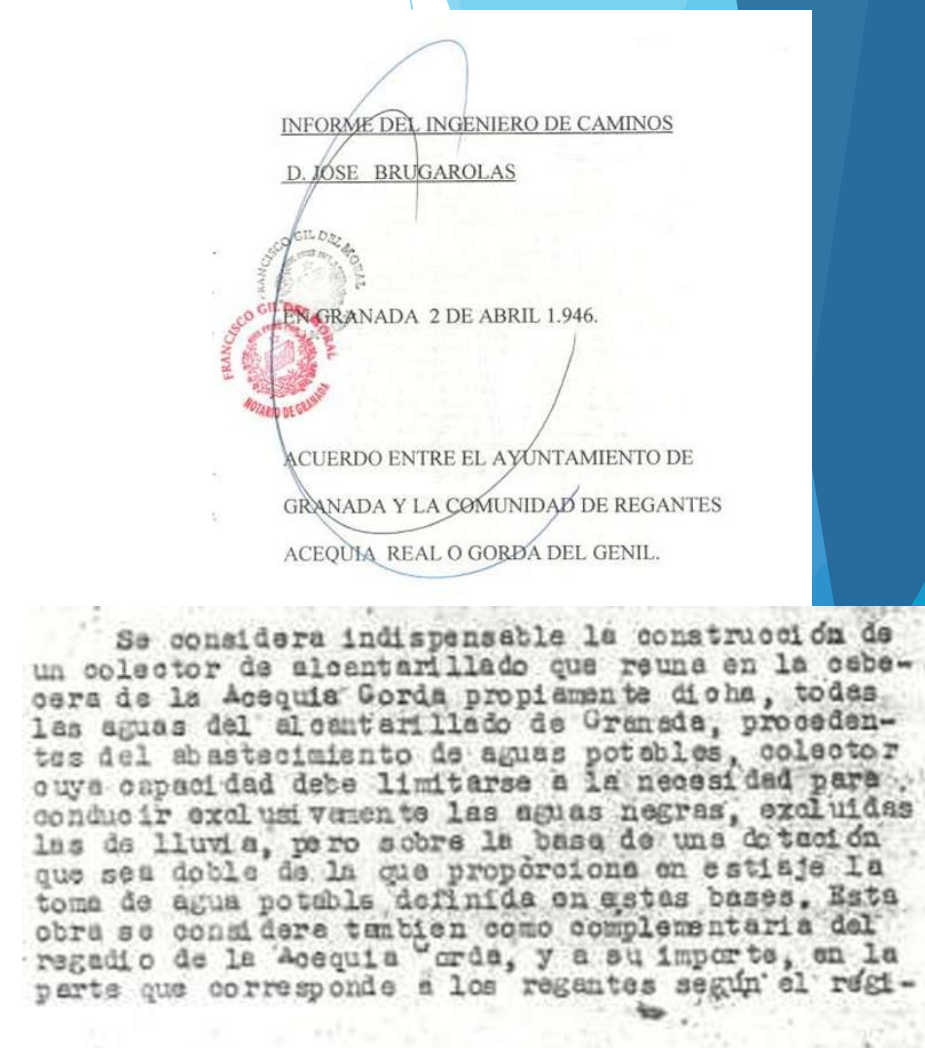
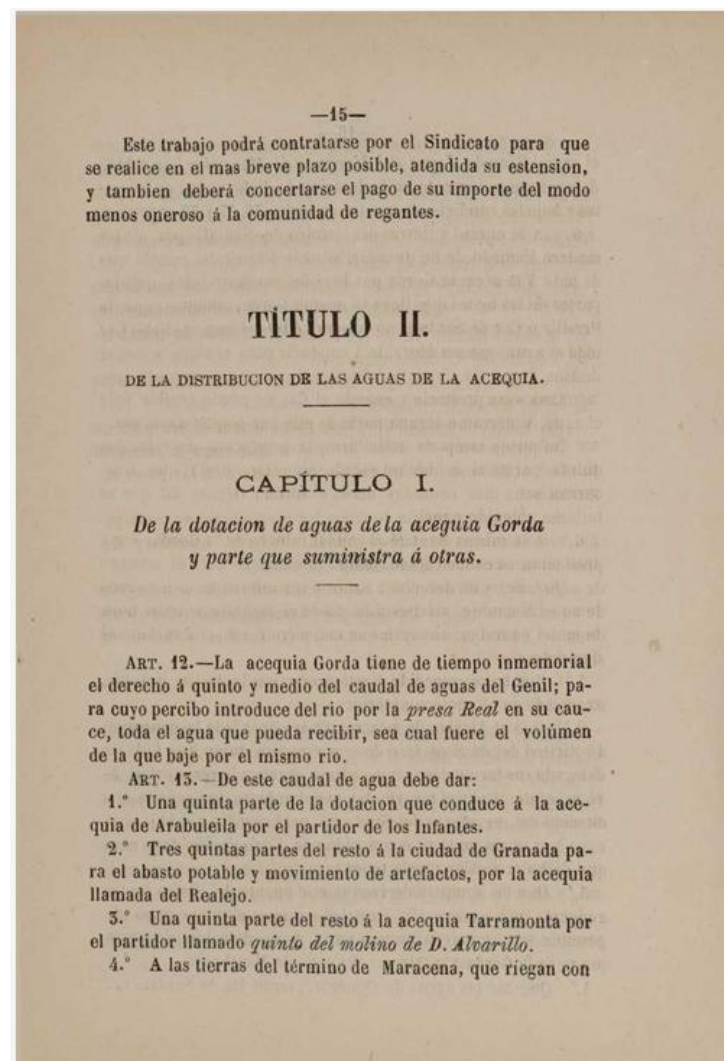
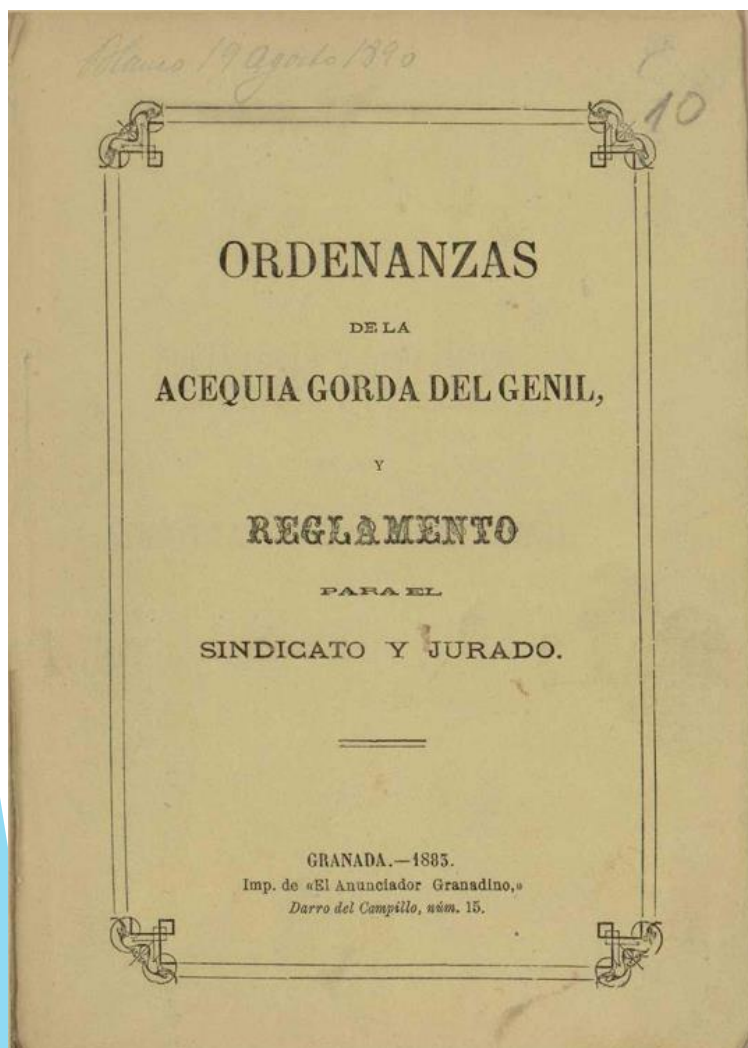
Fuente:



Reutilización de Aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Marco Normativo

1986

- TRLA: Artículo 109 sobre reutilización

2007

- Real decreto 1620/2007, 7 XII, régimen jurídico de la reutilización de aguas
 - Uso: urbano, agrario, recreativo, industrial y ambiental

2020

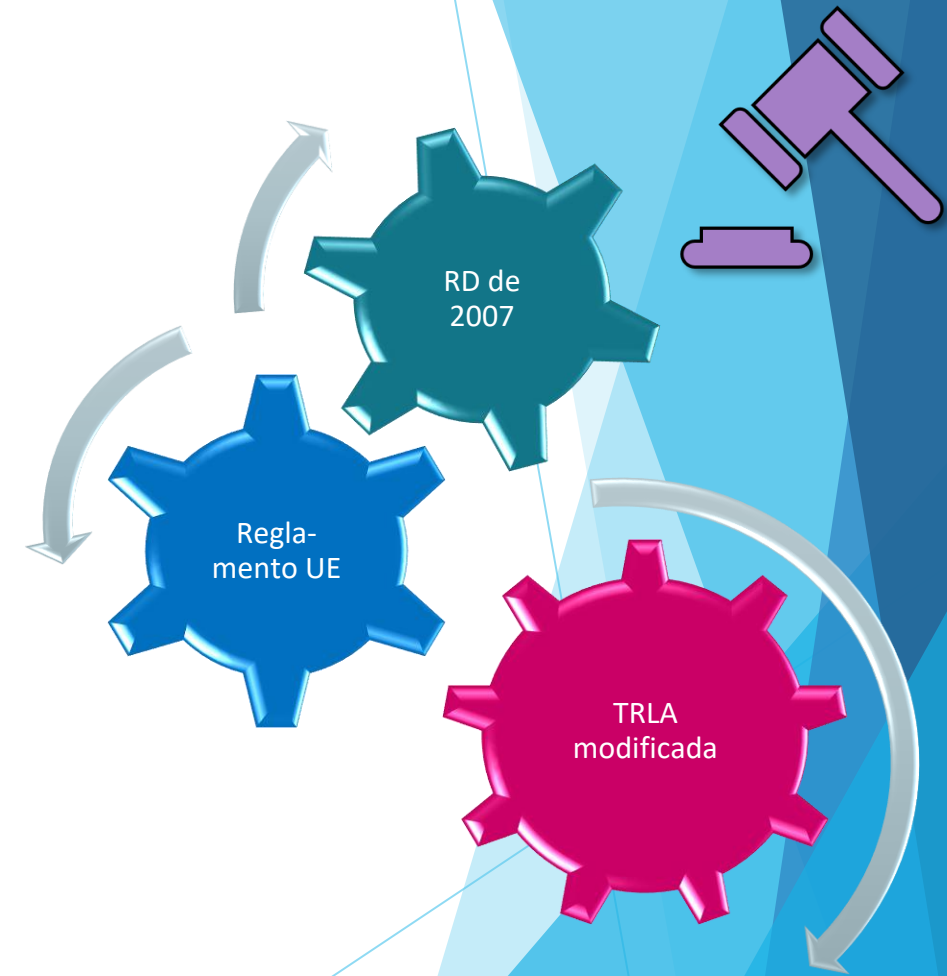
- Reglamento UE 2020/741 para la reutilización del agua
 - Uso: riego agrícola

2023

- RDL 4/2023, 11 de mayo, modificación del TRLA:
 - Nuevos artículos sobre reutilización conforme al Reg. UE
 - 26 de junio entrada en vigencia el Reglamento UE

2024

- Nuevo Real Decreto de aprobación del Reglamento de reutilización de las aguas



Fuente:

Comparativa



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Reglamento (UE) 2020/741 (de aplicación directa desde 26/6/2023)	Propuesta de Reglamento (España) (Versión 22/2/2024 aprobada CNA)
Origen: aguas residuales de EDAR urbana	Origen: aguas residuales de EDAR urbana o <u>industrial</u>
Uso: riego agrícola	Uso: riego agrícola, <u>urbano, industrial y otros</u> <u>destinos ambientales</u>
Regula: producción y suministro de aguas regeneradas	Regula: producción, suministro y <u>uso del agua</u> <u>regenerada</u>
Enfoque basado en la evaluación de riesgos	
Incluye el Plan de gestión del riesgo de aguas regeneradas	
Incluye la posibilidad de utilizar barreras adicionales que garanticen la calidad del agua regeneradas	

Fuente:



Reglamento de Reutilización de las Aguas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

CAPÍTULOS

- | | |
|------|---|
| I | ❖ Disposiciones generales: Objeto y fines, definiciones y ámbito de aplicación. |
| II | ❖ Procedimientos de autorización de producción y suministro de aguas regeneradas |
| III | ❖ Procedimiento de concesión de uso de aguas regeneradas
❖ Comunidad de usuarios de aguas regeneradas. |
| IV | ❖ Requisitos mínimos de calidad de las aguas regeneradas según los usos |
| V | ❖ Plan de gestión del riesgo de aguas regeneradas. |
| VI | ❖ Fomento de la reutilización por parte de las Administraciones Públicas. |
| VII | ❖ Informes y transparencia, notificaciones a la Unión Europea. |
| VIII | ❖ Régimen sancionador |

8 Capítulos
29 Artículos
5 Anexos

ANEXOS

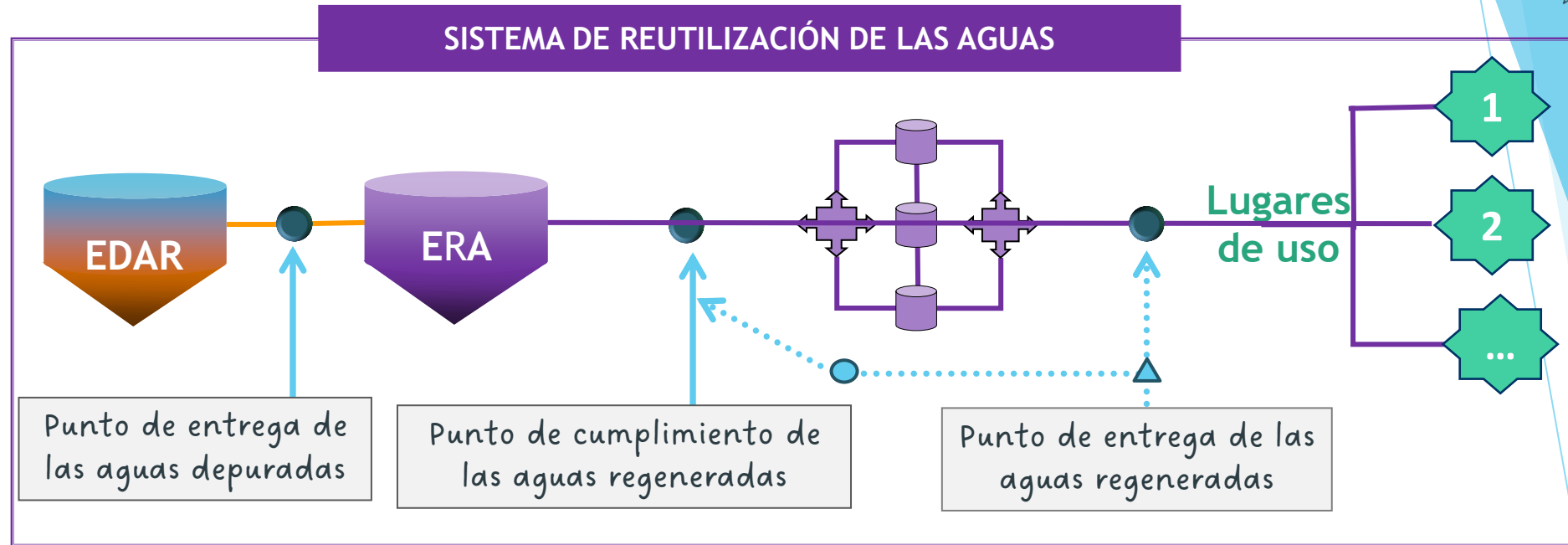
- I. Requisitos de calidad para el uso de las aguas regeneradas
- II. Control de la calidad de las aguas regeneradas
- III. Elementos clave de gestión del riesgo
- ~~IV. Modelo solicitud de autorización de producción y suministro de agua regenerada~~
- ~~V. Contenido de la declaración responsable para proyectos piloto~~

Fuente:

Definiciones



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



- Operador ERA
- Operador de infraestructuras de almacenamiento y/o distribución
- Productor y suministrador
- Usuario del agua regenerada



Agente peligroso: potencial de causar daños

Suceso peligroso: exposición a un agente peligroso

Riesgo: probabilidad de que agentes peligrosos causen daño

Gestión del riesgo:

Garantizar de manera continuada que la reutilización del agua es segura

Medida preventiva

Barrera: medio (físico, etapas de proceso, condiciones de uso) que reduce o evita un riesgo de infección humana



Fuente:

Autorización de producción y suministro



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- El TRLA crea la autorización de producción y suministro del agua regenerada
- Revisar, en caso necesario, la **Autorización de Vertido** y descontar el **Canon de Control de Vertidos**
- Condicionado:
 - a) ERA o ERAs
 - b) Clases de calidad y usos previstos los lugares potenciales o previstos de utilización;
 - c) Localizar: punto de cumplimiento y los puntos de entrega del agua regenerada
 - d) Volumen (mensual y anual) estimado a producir, distinguiendo, en su caso, por usuarios.
 - e) Requisitos mínimos de calidad y control del agua
 - f) Requisitos adicionales previstos en el Plan de gestión del riesgo de las aguas regeneradas;
 - g) Otros requisitos
 - h) Plazo de vigencia de la autorización (máx. de 10 años)
 - i) Obligaciones de remisión de información
- ▶ Informes:
 - ▶ **Compatibilidad con el PHC**
 - ▶ Informe preceptivo y vinculante a las autoridades sanitarias
 - ▶ Otros informes de otros órganos cuando lo considere necesario.

Fuente:



Concesión de uso del agua regenerada



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- ▶ Solicitud
 - a) Identificación de la ERA asociada
 - b) Compromiso de atención a esta demanda por parte del operador de la ERA asociada
 - c) Referencia al Plan de gestión del riesgo de las aguas regeneradas asociado
 - d) Compromiso del solicitante de la concesión a cumplir con dicho plan.
- ▶ Uso agrícola: acreditación del solicitante de la titularidad de las parcelas catastrales a regar
- ▶ Solicitante es el primer usuario y el uso está reconocido en el marco de su concesión original (usuarios urbanos o industriales)
 - ▶ Exento de la necesidad de disponer de una nueva concesión: modificar la existente
- ▶ Informes:
 - ▶ **Compatibilidad con el PHC**
 - ▶ Informe preceptivo y vinculante a las autoridades sanitarias
 - ▶ Otros informes de otros órganos cuando lo considere necesario.

Fuente:



Condicionado de la concesión



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- ▶ El condicionado de la concesión está sujeto al Plan de gestión de riesgo de las aguas regeneradas, y se especificará:
 - a) Volumen máximo anual y modulación mensual
 - b) Usos admitidos.
 - c) Puntos de entrega y localización del uso del agua regenerada
Agua para riego: superficie con derecho a riego y la superficie regable en hectáreas
 - d) Calidad del agua regenerada
 - e) Elementos de control y señalización del sistema de reutilización.
 - f) Medidas de gestión del riesgo en caso de calidad inadmisibile de las aguas para el uso autorizado.
 - g) Otros
- ▶ Obligación de **sustitución, total o parcial**, de aguas naturales por regeneradas, cuando ello contribuya a alcanzar los OMA o a la optimización de la gestión de los recursos hídricos.
 - ▶ Solo en esas situaciones podrán concederse al usuario las ayudas

Fuente:



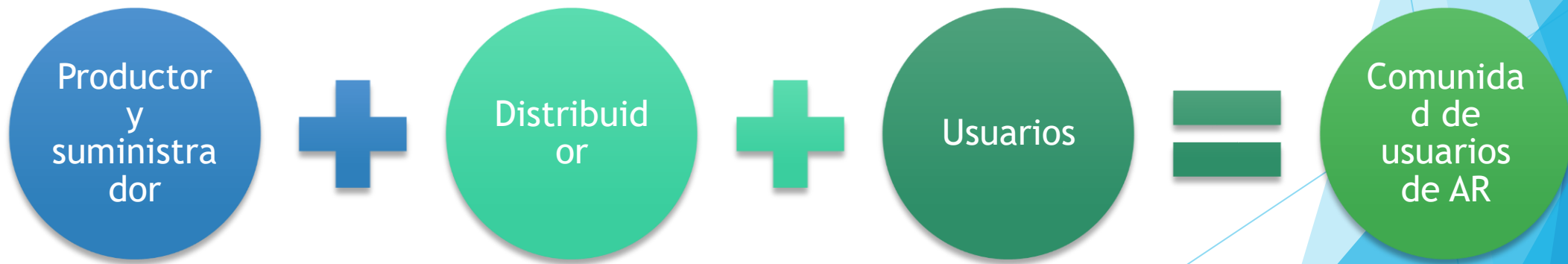
Comunidad de usuarios de aguas regeneradas



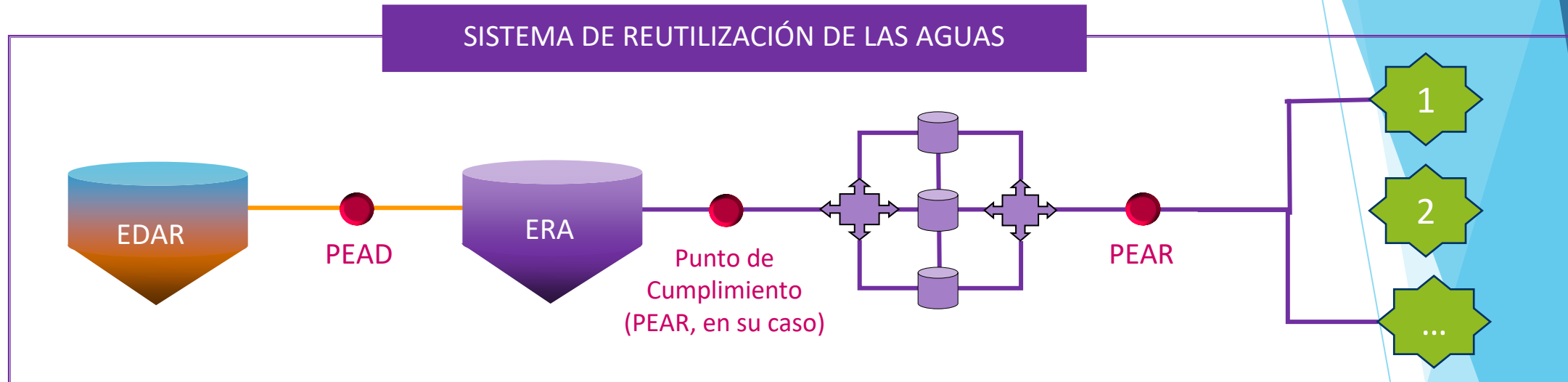
UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Comunidad de usuarios de aguas regeneradas.

1. Los **usuarios** del agua regenerada procedente de una misma ERA, **productores** y **suministradores** podrán constituirse en comunidad de usuarios de aguas regeneradas, a tenor de lo dispuesto en el artículo 91 del TRLA.
2. La comunidad de usuarios de aguas regeneradas coordinará la elaboración y y correcta ejecución del **Plan de gestión del riesgo de las aguas regeneradas** por las partes responsables, además de todo lo previsto en el capítulo IV del TRLA en lo relativo a la gestión de las comunidades de usuarios.



Fuente:



✓ AUTORIZACIÓN de vertido de aguas residuales

✓ AUTORIZACIÓN de producción y suministro del agua regenerada
✓ Puede incluir la distribución

Distribución

✓ CONCESIÓN de uso del agua regenerada
✓ Puede incluir la distribución

Informe preceptivo y vinculante de las **autoridades sanitarias**
TODOS participan en la elaboración del Plan de gestión del riesgo de las aguas regeneradas

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Clases de calidad	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)		
	Escherichia Coli (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	Solidos en suspensión (mg/L)
A	10	5	10
B	100	---	Conforme DARU
C	1.000	---	Conforme DARU
D	10.000	---	Conforme DARU

Conforme DARU: concentración del parámetro cumple con los requisitos de conformidad previstos en la Directiva del Consejo 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Fuente:



Clases de calidad de las aguas regeneradas

Tabla I-1.- Valor máximo admisible para uso urbano

Clase de calidad/Uso urbano	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	Nematodos intestinales (huevo/10L)	Bacteriófagos (UFP/100mL)	<i>Legionella</i> <i>spp.</i> (UFC/L)	Contaminantes
Calidad U. A+ - Riego de jardines privados. - Descarga de aparatos sanitarios.	Ausencia	5	10	1	100 cuando existe riesgo de aerosolización	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad U. A Estanques y caudales circulantes ornamentales accesibles al público.	10	5	10	1	100 cuando existe riesgo de aerosolización	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad U. B - Baldeo de calles. - Riego de zonas verdes urbanas (parques y similares). - Sistemas contra incendios. - Lavado industrial de vehículos.	100	---	Conforme DARU	---	---	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad U. C Estanques y caudales circulantes ornamentales no accesibles al público.	1.000	---	Conforme DARU	---	---	---	Ver observaciones

B) OBSERVACIONES

- (1) Riego de jardines privados y descarga de aparatos sanitarios: Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circuito señalizado en todos sus tramos hasta el punto de uso.
- (2) Nematodos intestinales: Se controlarán, al menos, los géneros *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*. Cuando el tratamiento incluya ultrafiltración no es necesario el control de los Nematodos intestinales.
- (3) Bacteriófagos: Se recomienda el control de *colifagos totales*. No obstante, si no es posible el análisis de los mismos se analizará, al menos, uno de ellos (*Colifagos F-específicos* o *somáticos*).
- (4) Conforme a DARU: deben cumplirse los requisitos de calidad para el parámetro previstos en la Directiva del Consejo 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- (5) *Legionella spp.*: la concentración del parámetro debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- (6) Contaminantes: Con carácter general se controlarán los contaminantes limitados en la autorización de vertido aguas residuales de forma que la producción y suministro del agua regenerada no cause el deterioro del medio receptor conforme a lo establecido en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental y en el Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Tabla I-2.- Clases de calidad de las aguas regeneradas para uso agrícola y método de riego permitido

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Método de riego	Categoría de cultivo
Calidad A. A	Todos los métodos de riego.	• Cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas. • Cultivos de tubérculos que se consumen crudos.
Calidad A. B	Todos los métodos de riego.	• Cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas. • Cultivos de alimentos transformados. • Cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche. • Cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. • Cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones.
Calidad A. C	Riego por goteo u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo.	
Calidad A. D	Todos los métodos de riego.	• Cultivos destinados a la industria no alimentaria, producción de energía y de semillas.

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Tabla I-3.- Valor máximo admisible para uso agrícola

Clase	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Nematodos intestinales (huevo/L)	<i>Legionella</i> <i>spp.</i> (UFC/L)	<i>T. saginata</i> y <i>T. solium</i> (huevo/L)	Contaminantes
Calidad A. A	10	5	10	10	1 para el riego de pastos o forraje	1.000 cuando existe riesgo de aerosolización	---	Ver observaciones
Calidad A. B	100	---	Conforme DARU	Conforme DARU	1 para el riego de pastos o forraje	1.000 cuando existe riesgo de aerosolización	1 para pastos de animales productores de carne	Ver observaciones
Calidad A. C	1.000	---	Conforme DARU	Conforme DARU	1 para el riego de pastos o forraje	1.000 cuando existe riesgo de aerosolización	1 para pastos de animales productores de carne	Ver observaciones
Calidad A. D	10.000	---	Conforme DARU	Conforme DARU	1 para el riego de pastos o forraje	1.000 cuando existe riesgo de aerosolización	---	Ver observaciones

(1) Los cultivos pertenecientes a una determinada categoría se regarán con aguas regeneradas de la clase de calidad mínima de aguas regeneradas que corresponda, tal como figura en la Tabla I-3, a menos que se utilicen las barreras adicionales adecuadas mencionadas en el artículo 21.2.c) lo que resultará en el cumplimiento de los requisitos de calidad indicados en la Tabla I-3.

(2) Riego por goteo: Sistema de microrriego capaz de suministrar el agua en gotas o pequeños chorros a los vegetales y consiste en un goteo de agua sobre el suelo o directamente bajo la superficie en cantidades muy pequeñas (2-20 litros/hora) con un sistema de tubos de plástico de pequeño diámetro provistos de unos orificios denominados goteros de riego.

En el caso de métodos de riego que imitan la lluvia, debe prestarse especial atención a la protección de la salud de los trabajadores o los transeúntes. A tal efecto, se aplicarán las medidas preventivas adecuadas.

(3) Nematodos intestinales: Se controlarán, al menos, los géneros *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*. Cuando el tratamiento incluya ultrafiltración no es necesario el control de los Nematodos intestinales.

(4) *Legionella spp.*: Se deberá, en su caso, cumplir además con lo previsto en el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio.

(5) *T. saginata* y *T. solium*: *Taenia saginata* y *Taenia solium*

(6) Conforme DARU: la concentración del parámetro cumple con los requisitos de conformidad previstos en la Directiva 91/271/CEE, excepto para calidad A que se fija en 10mg/L.

(7) Contaminantes: Con carácter general se controlarán los contaminantes limitados en la autorización de vertido aguas residuales de forma que la producción y suministro del agua regenerada no cause el deterioro del medio receptor conforme a lo establecido en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre y en el Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre.

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

A) REQUISITOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS PARA EL USO INDUSTRIAL, EXCEPTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Tabla I-4.1.- Valor máximo admisible para uso industrial, excepto en la industria alimentaria

Uso industrial, excepto en la industria alimentaria	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	Contaminantes
Calidad I. A+ Torres de refrigeración y condensadores evaporativos en agua de aporte a la torre.	Ausencia	5	10	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad I. C - Aguas de proceso: aquellas que están en contacto directo en algún momento con materias primas, materiales, productos intermedios o productos finales de un proceso industrial. - Aguas de limpieza: aguas destinadas a la limpieza de equipos, objetos, materiales, tuberías y superficies en áreas industriales, excepto en la empresa alimentaria. - Otros usos industriales.	1.000	---	Conforme DARU	Ver observaciones	Ver observaciones

B) REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA REGENERADA PARA EL USO INDUSTRIAL ALIMENTARIO

Tabla I-4.2.- Valor máximo admisible para uso industrial alimentario

Uso industrial alimentario	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	Contaminantes
Calidad Ia. A Aguas de limpieza: las destinadas a ese fin, distintas de las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos, y que no supongan una fuente de contaminación para los alimentos.	10	5	10	Ver observaciones	Ver observaciones

Uso industrial alimentario	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	Contaminantes
Calidad Ia. B o Ia. 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 ó 1.000	---	Conforme DARU	Ver observaciones	Ver observaciones

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Tabla I-5.- Valor máximo admisible para otros usos

Otros usos	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	Nematodos intestinales (huevo/10L)	Bacteriófagos (UFP/100mL)	<i>Legionella spp.</i> (UFC/L)	Contaminantes
Calidad O. A+ • Ganadería: sistemas de refrigeración (cooling en granjas).	Ausencia	5	10	---	---	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad O. A • Acuicultura.	10	5	10	1	---	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad O. B • Recreativo: riego de campos de golf u otros campos deportivos.	100	10	20	1	100 cuando existe riesgo de aerosolización	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad O. C • Ganadería: aguas destinadas a la limpieza de equipos, objetos, materiales, tuberías y superficies en granjas pecuarias.	1.000	---	Conforme DARU	---	---	Ver observaciones	Ver observaciones
Calidad O. D • Silvicultura.	10.000	---	Conforme DARU	---	---	Ver observaciones	Ver observaciones

B) OBSERVACIONES

(1) Acuicultura: Incluye el cultivo de especies acuáticas animales y vegetales excepto moluscos filtradores.

(2) Nematodos intestinales: Se controlarán, al menos, los géneros *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*. Cuando el tratamiento incluya ultrafiltración no es necesario el control de los Nematodos intestinales.

(3) Bacteriófagos: Se recomienda el control de colifagos totales. No obstante, si no es posible el análisis de los mismos se analizará, al menos, uno de ellos (Colifagos F-específicos o somáticos).

(4) Conforme DARU: la concentración del parámetro cumple con los requisitos de conformidad previstos en la Directiva 91/271/CEE.

(5) *Legionella spp.*: Se deberá cumplir con lo previsto en el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio.

(6) Contaminantes: Con carácter general se controlarán los contaminantes limitados en la autorización de vertido aguas residuales de forma que la producción y suministro del agua regenerada no cause el deterioro del medio receptor conforme a lo establecido en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre y en el Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre.

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Tabla I-6.- Valor máximo admisible para el destino ambiental

Destino ambiental	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Turbidez (UNT)	SS (mg/L)	Nematodos intestinales (huevo/10L)	Bacteriófagos (UFP/100mL)	Contaminantes
Calidad R. A+ Recarga artificial de acuíferos por inyección directa.	Ausencia	5	10	1	100 Solo cuando el acuífero sea para abastecimiento	Ver observaciones
Calidad R. C Recarga artificial de acuíferos por percolación localizada a través del terreno.	1.000	---	Conforme DARU	---	---	Ver observaciones
Calidad por definir Aporte de recursos hídricos a humedales y otros ecosistemas acuáticos.	Se estudiará caso por caso					

OBSERVACIONES

(1) La aplicación ambiental de las aguas regeneradas se autorizará garantizando el cumplimiento de los objetivos medioambientales señalados en el artículo 92 bis del Texto Refundido de la Ley de Aguas aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

(2) La recarga artificial de acuíferos se autorizará atendiendo a lo previsto en el Reglamento del Dominio Público, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y en particular, lo recogido en el artículo 273 quater. Al no ser un uso, no está sujeto al régimen jurídico establecido en el presente reglamento. Tal y como se dispone en el artículo 273 quater, la recarga artificial de acuíferos queda sometida a una autorización sujeta a los requisitos establecidos en la Tabla I-6.

(3) Nematodos intestinales: Se controlarán, al menos, los géneros Ancylostoma, Trichuris y Ascaris. Cuando el tratamiento incluya ultrafiltración no es necesario el control de los Nematodos intestinales.

(4) Bacteriófagos: Se recomienda el control de colífagos totales. No obstante, si no es posible el análisis de los mismos se analizará, al menos, uno de ellos (Colífagos F-específicos o somáticos).

(5) Conforme DARU: la concentración del parámetro cumple con los requisitos de conformidad previstos en la Directiva 91/271/CEE.

(6) Contaminantes: Con carácter general se controlarán los contaminantes limitados en la autorización de vertido aguas residuales de forma que la producción y suministro del agua regenerada no cause el deterioro del medio receptor conforme a lo establecido en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre y en el Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre.

Clases de calidad de las aguas regeneradas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

PARTE C: TRATAMIENTOS INDICATIVOS POR CLASES DE CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS.

Según las 5 clases de calidad de agua regenerada: A+, A, B, C y D, el tratamiento indicativo asociado a cada clase de calidad varía según la exigencia de los valores máximos admisibles de los parámetros indicados anteriormente. En la Tabla I-7 se recoge el tratamiento indicativo que permite alcanzar los requisitos de cada clase de calidad de agua regenerada:

Tabla I-7.- Tratamiento indicativo asociado a las clases de calidad de las aguas regeneradas

Clase de calidad	Tratamiento indicativo
A+, A	Tratamiento secundario, filtración, ultrafiltración y desinfección
B	Tratamiento secundario, filtración y desinfección
C, D	Tratamiento secundario y desinfección

Gestión de riesgo: Evaluación



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

1. Descripción del sistema de reutilización del agua en su conjunto
2. Identificación de todos los operadores y usuarios que intervienen en el sistema de reutilización del agua y descripción clara de sus funciones y responsabilidades.
3. Identificación de los potenciales agentes peligrosos: contaminantes y patógenos
 - ▶ Identificar el riesgo de sucesos peligrosos: fallos en el tratamiento, las fugas, contaminación
4. Identificación de los entornos y rutas de exposición
 - ▶ Considerar: hidrogeología, topología, tipo de suelo, la ecología, tipo de cultivos, y las prácticas agrícolas y de riego.
 - ▶ Identificar los posibles efectos negativos generados
5. Evaluación de los riesgos para el medio ambiente y para la salud humana y la sanidad animal
 - ▶ La evaluación de los riesgos podrá ser cualitativa o semicuantitativa.

Fuente:



MEDIDAS PREVENTIVAS



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

1. Identificación de las medidas preventivas
 - a) Control de acceso.
 - b) Medidas adicionales de desinfección o eliminación de contaminantes.
 - c) Tecnología específica para el riego que evite aerosoles
 - d) Requisitos para riego por aspersión
 - e) Requisitos específicos para campos agrícolas (por ejemplo, inclinación, saturación del agua del campo y zonas kársticas).
 - f) Reducciones acreditadas de patógenos, previas a la cosecha.
 - g) Establecimiento de distancias mínimas de seguridad
 - h) Señalización de uso de aguas regeneradas y que no son potables.
2. Procedimientos y sistemas de control de calidad adecuados
3. Sistemas de control medioambiental
4. Sistemas adecuados de gestión de incidentes y emergencias,
5. Establecimiento de mecanismos de coordinación

Fuente:



Fomento de la reutilización



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- ▶ MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS VERTIDOS.
 - ▶ El PHC podrá determinar las MdA en los que se considere necesario incentivar la reutilización de las aguas,
 - ▶ Podrán definirse, en su caso, condiciones de vertido más rigurosas
- ▶ INICIATIVAS O PLANES DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS.
 - ▶ Proveer, motivadamente, instrumentos económicos.
 - ▶ Conceder ayudas al concesionario de aguas regeneradas para sustitución de aguas naturales
 - ▶ Conceder ayudas al desarrollo de tecnologías que fomenten la reutilización, especialmente si van asociadas a sustitución de una concesión de aguas naturales.
- ▶ PLANES DE FOMENTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS ASOCIADOS A USOS URBANOS.
 - ▶ Las Administraciones públicas competentes en materia de abastecimiento, saneamiento y depuración de aglomeraciones urbanas de más de 50.000 habitantes deberán elaborar planes de fomento de la reutilización de sus aguas residuales

Fuente:



- ▶ Información sobre el estado de la reutilización del agua:
 - ▶ **Publicación de informes cada 2 años a través del Observatorio de la Gestión del Agua en España.**
- ▶ Obligaciones de notificación a la unión Europea (para riego agrícola) cada 6 años.
 - ▶ **Primera notificación: 26 de junio de 2026**



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Conclusiones

Proyecto PID2022-137711OB-I00 financiado
por:



JORNADA:

“SEQUÍA, CAMBIO CLIMÁTICO Y CICLO URBANO DEL AGUA”

Almuñécar, 29 de mayo de 2024



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Aprovechamiento integral del agua, aguas regeneradas

Prof. Dr. Ing. Fernando Delgado Ramos

Universidad de Granada

Organizan:



Colaboran:

