



# EL USO DEL AGUA REGENERADA EN LA COSTA DEL SOL, RIEGO DE CAMPOS DE GOLF Y NUEVOS USOS

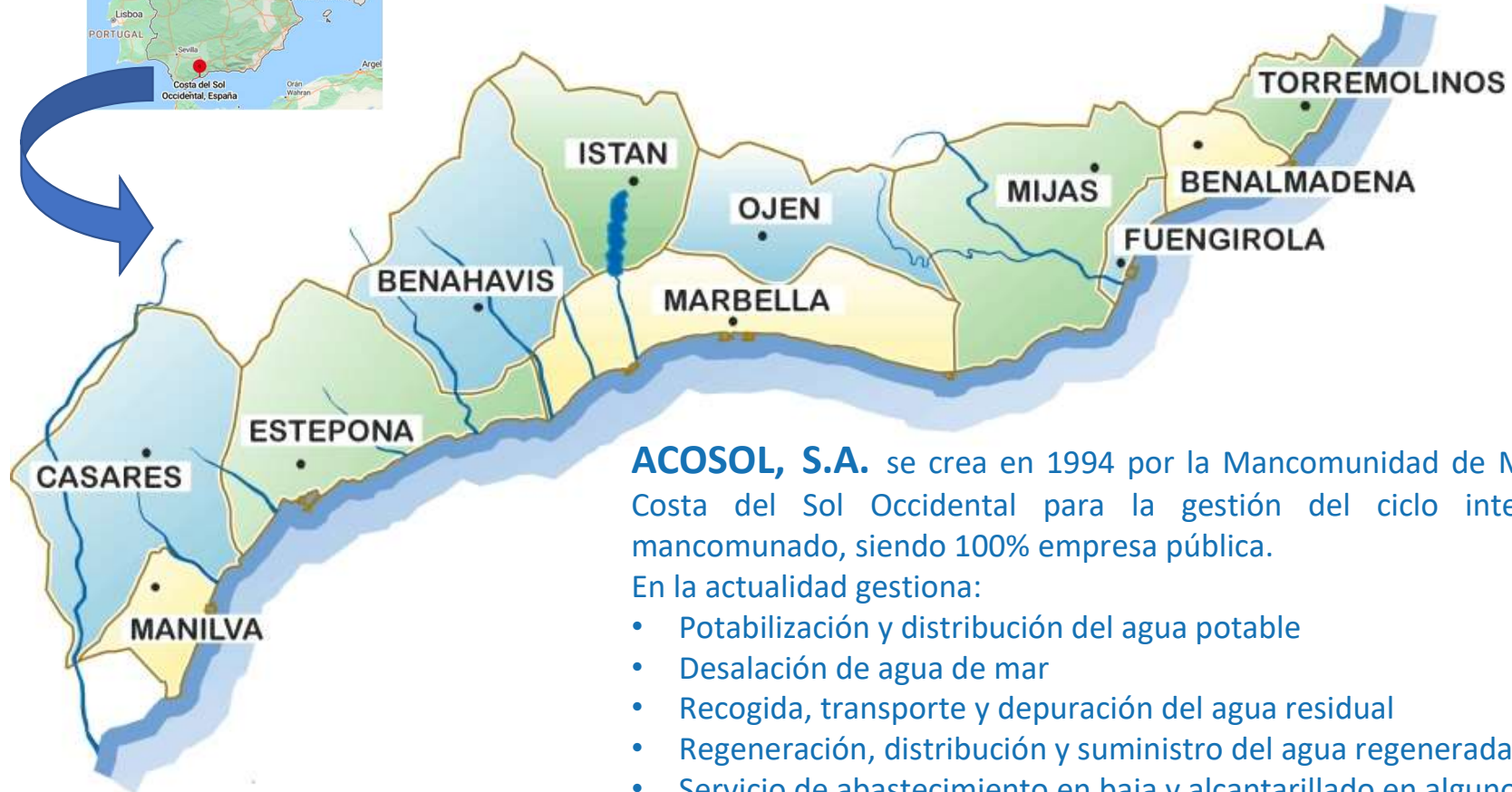
Jorge Gil Muñoz  
Director Técnico de Producción

13 de junio de 2023



## EL USO DEL AGUA REGENERADA EN LA COSTA DEL SOL, RIEGO DE CAMPOS DE GOLF Y NUEVOS USOS

- **Acosol, quienes somos**
- **El agua regenerada en Acosol. Riego de Campos de Golf**
- **Realidad tras 30 años de gestión**
- **Planificación hidrológica: El agua regenerada como recurso**
- **Visión de futuro**

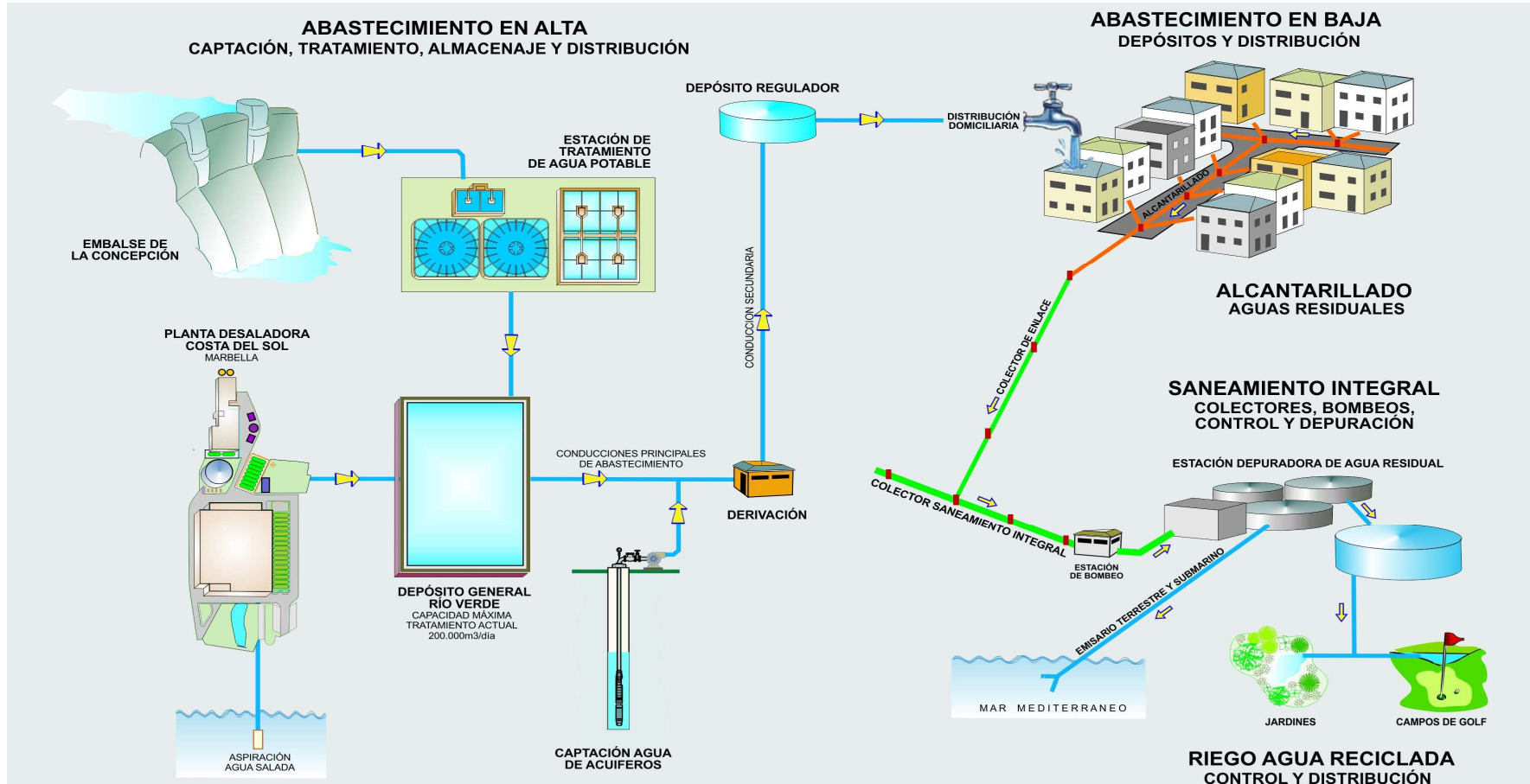


**ACOSOL, S.A.** se crea en 1994 por la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental para la gestión del ciclo integral del agua mancomunado, siendo 100% empresa pública.

En la actualidad gestiona:

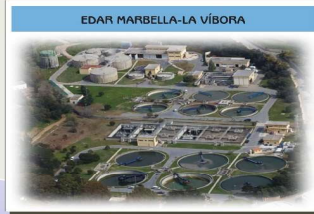
- Potabilización y distribución del agua potable
- Desalación de agua de mar
- Recogida, transporte y depuración del agua residual
- Regeneración, distribución y suministro del agua regenerada para riego
- Servicio de abastecimiento en baja y alcantarillado en algunos municipios

# Ciclo Integral del Agua gestionado por Acosol, S.A.



**1**  
E.D.A.R. MANILVA  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración: 15.000 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario: 12.000 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 60.000 Hab.

**2**  
E.D.A.R. CASARES  
Tipo: BIODISCO  
Caudal diario: 332 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 3.100 Hab.



**3**  
E.D.A.R. GUADALMANSA  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración actual: 100.000 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario actual: 100.000 m<sup>3</sup>/día  
Población servida actual: 400.000 Hab.



**4**  
E.D.A.R. MARBELLA-LA VÍBORA  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración: 81.000 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario: 26.500 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 300.000 Hab.

**5**  
E.D.A.R. LA CALA DE MIJAS  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración: 7.500 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario: 4.000 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 25.000 Hab.

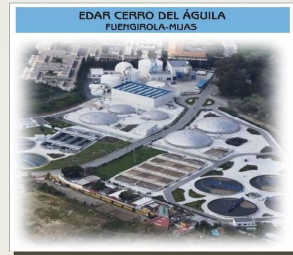
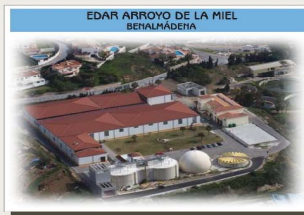
**6**  
E.D.A.R. CERRO DEL ÁGUILA (FUENGIROLA-MIJAS)  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración: 60.000 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario: 20.000 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 240.000 Hab.

**7**  
E.D.A.R. ARROYO DE LA MIEL  
Tipo: FANGOS ACTIVADOS + TRATAMIENTO TERCIARIO  
Capacidad depuración: 40.000 m<sup>3</sup>/día  
Caudal terciario: 10.000 m<sup>3</sup>/día  
Población servida: 160.000 Hab.

- SIMBOLOGÍA -
- COLECTOR SANEAMIENTO INTEGRAL
  - EMISARIOS TERRESTRE/SUBMARINO
  - ESTACION DEPURADORA AGUA RESIDUAL
  - ESTACIONES ELEVADORAS

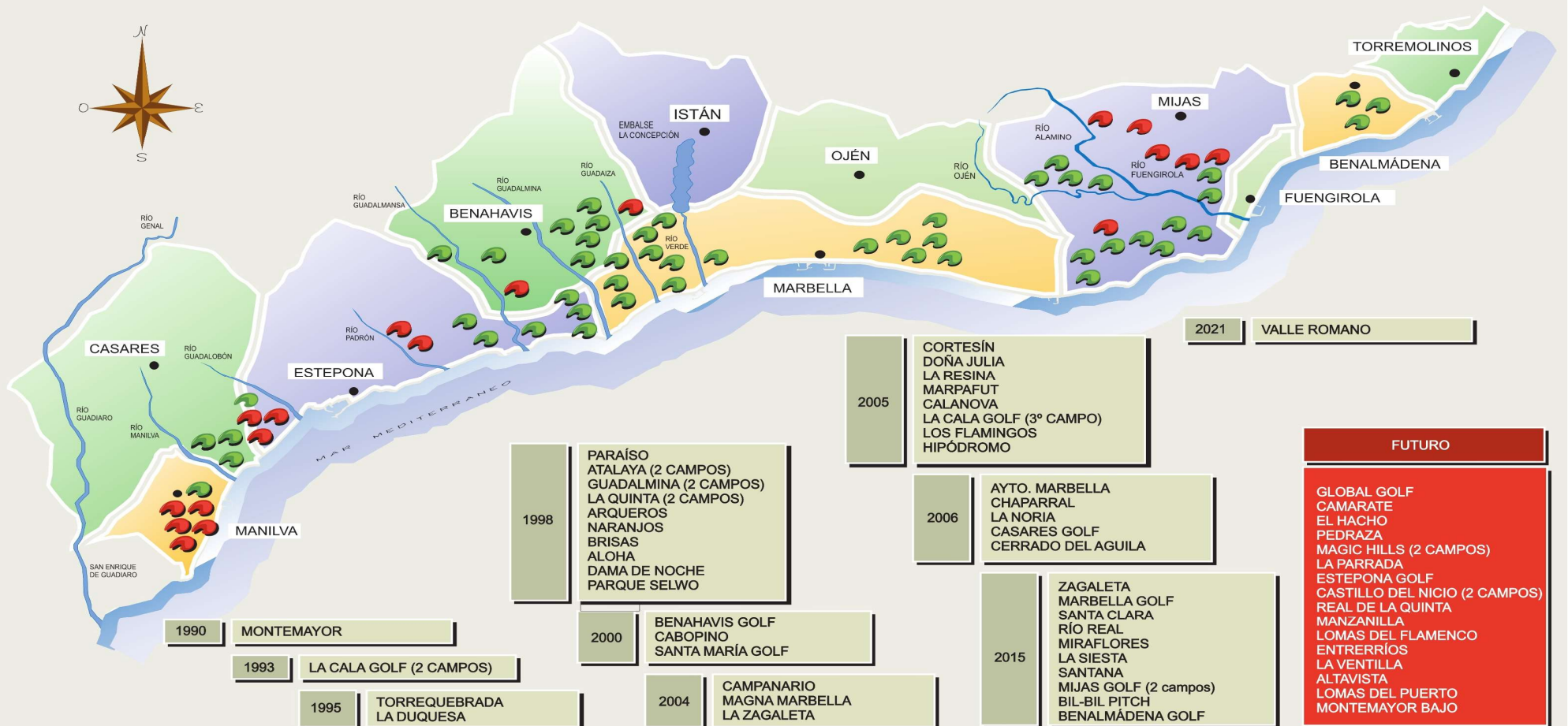
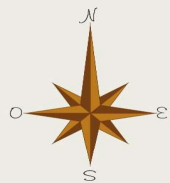
- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**
- 7.0 DEPURADORAS
  - 46.0 ESTACIONES ELEVADORAS
  - 8.0 Kms. EMISARIOS SUBMARINOS
  - 7.9 Kms. EMISARIOS TERRESTRES
  - 145.6 Kms. EN COLECTORES
  - 6.956 Kw. POTENCIA INSTALADA

- ACTUACIONES EN EJECUCIÓN**
- AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN E.D.A.R. GUADALMANSA
  - ACONDICIONAMIENTO Y MEJORAS E.D.A.R. LA VÍBORA



## SISTEMAS Terciarios EN LA COSTA DEL SOL

E.D.A.R.	SISTEMA DE DEPURACIÓN	CAPACIDAD m <sup>3</sup> /día	SISTEMA Terciario	CAPACIDAD m <sup>3</sup> /día	FOTOS
Manilva	Fangos Activados	15.000	MF Discos malla Hydrotech + Canal UV Trojan + Hipoclorito Sódico	12.000	
Guadalmansa	Fangos Activados	100.000	MF Discos textil MECANA + Canal UV + Hipoclorito Sódico	100.000	
La Víbora	Fangos Activados	81.000	Filtro arena doble etapa AEMA + Canal UV + Hipoclorito Sódico	26.500	
La Cala de Mijas	Fangos Activados	7.500	MF Discos malla Hydrotech + Canal UV Trojan + Hipoclorito Sódico	4.000	
Fuengirola - Mijas	Fangos Activados	60.000	MF Cestas malla Passavant+ Canal UV Trojan + Hipoclorito Sódico	20.000	
Arroyo de la Miel	Filtro Biológico de Lecho Sumergido	40.000	MF Discos malla Hydrotech + Canal UV Trojan + Hipoclorito Sódico	10.000	
		<b>303.500</b>		<b>172.500</b>	



## CONDICIONES NECESARIAS PARA USO DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO DE CAMPOS DE GOLF

- Cumplimiento Calidad Anexo I.A del RD 1620/2007

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
<b>4.- USOS RECREATIVOS</b>					
CALIDAD 4.1 <sup>1</sup> a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)

- Inicialmente se acordó con los campos de Golf limitar otros parámetros:

PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES MÁXIMOS CAMPOS GOLF
D.Q.O.	mg/l	< 80
Conductividad	ms/ cm	< 3000
Nitrógeno Total	mg/l	< 40
Fósforo Total	mg/l	< 15
Oxígeno disuelto	mg/l	> 0,5
Cloruros	mg/l	< 450
Boro	mg/l	< 3
Coliformes fecales	u.f.c./ 100 ml	< 10
Bicarbonatos	mg/l	< 500

- Ser capaz de entregar un volumen medio diario de 1.500 m<sup>3</sup> por campo de 18 hoyos (30 m<sup>3</sup>/Ha y día)

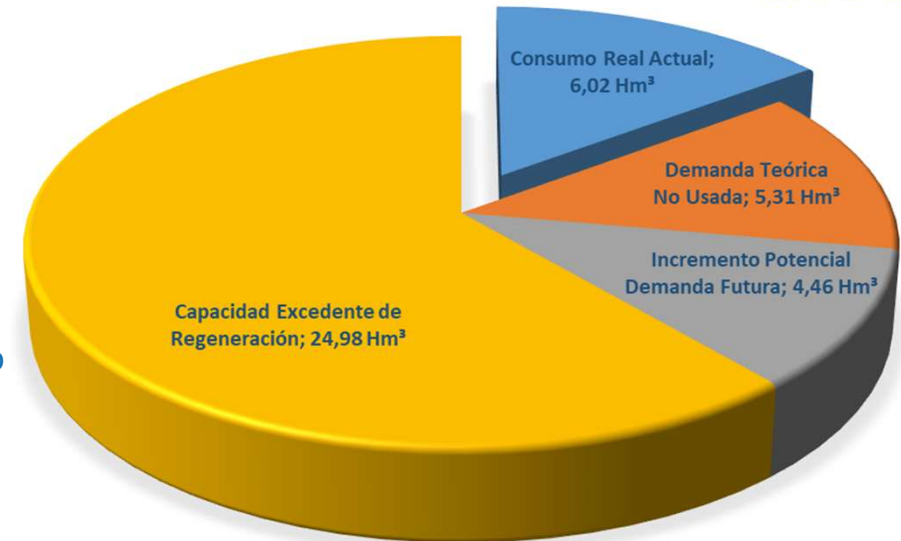


# CALIDAD DEL AGUA REGENERADA PARA RIEGO CAMPOS DE GOLF EN LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL

PARAMETRO	Unidades	Edar Arroyo de la Miel	Edar Fuengirola	Edar La Cala	Edar La Vibora	Edar Guadalmanza	Edar Manilva	Media
Sólidos suspensión	mg/l	7,98	13,77	10,81	10,70	3,55	8,48	7,68
Turbidez	UNF/UAUF	9,56	11,98	9,91	7,76	1,10	6,25	5,79
Escherichia coli	UFC/100 ml	5,73	0,00	0,00	0,22	1,58	5,55	1,85
Nematodos intestinales	Huevo/10 L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloro libre	mg Cl <sub>2</sub> /l	0,09	0,18	0,23	0,16	1,23	0,19	0,64
pH	u. pH	7,52	7,89	8,03	7,64	7,55	7,87	7,70
Conductividad 25°C	µS/cm	3.214,97	1.997,35	2.081,11	3.494,54	2.727,07	1.944,51	2.527,10
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /l	975,12	455,26	497,51	1.087,93	804,22	453,00	700,42
Sodio	mg Na <sup>+</sup> /l	416,80	201,60	210,72	489,61	316,39	191,75	290,35
Potasio	mg K <sup>+</sup> /l	24,74	19,44	19,80	25,60	20,62	18,22	20,72
Calcio	mg Ca <sup>2+</sup> /l	37,65	38,20	39,05	34,38	25,15	54,60	34,38
Magnesio	mg Mg <sup>2+</sup> /l	63,30	50,87	50,46	66,51	72,23	45,48	61,62
Bicarbonatos	mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	377,98	510,85	492,99	439,30	322,31	407,49	398,06
T.A.S.		9,60	5,03	5,24	11,25	7,28	4,64	6,82
T.A.S. ajustado		10,21	5,55	5,77	11,93	7,47	5,27	7,23
Nitrógeno total	mg N/l	22,73	40,70	37,85	28,06	5,05	29,21	21,07
Nitrógeno Norgánico	mg N-org/l	2,74	5,97	5,59	3,88	0,47	2,39	2,67
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	17,96	33,85	31,54	22,71	0,40	20,68	15,29
Nitrógeno de nitritos	mg N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0,17	0,13	0,16	0,34	0,00	4,29	0,64
Nitrógeno de nitratos	mg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	1,88	0,75	0,56	1,13	4,18	1,85	2,48
Fósforo total	mg P/l	6,52	3,81	3,16	3,21	4,09	5,07	4,19
Fósforo de ortofosfatos	mg P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	5,59	3,24	2,69	2,53	3,79	4,23	3,68
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l	119,32	91,52	94,31	136,63	124,94	108,34	114,21
Boro	mg B <sup>3+</sup> /l	0,19	0,17	0,17	0,26	0,20	0,21	0,20
Volumenes servidos	m <sup>3</sup> /año	449.455	1.133.706	551.982	484.961	2.622.212	782.643	6.024.959

## CAPACIDADES Y DEMANDAS ACTUALES DE RIEGO PARA CAMPOS DE GOLF EN LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL

- Acosol depura en torno a 50 Hm<sup>3</sup>/año
- Capacidad total de Regeneración: **40,77 Hm<sup>3</sup>**
- Sistemas: 6 terciarios
  - ✓ Microfiltración: discos malla y tela, cestas de malla filtro de arena de doble etapa
  - ✓ Desinfección: UV y dosificación de NaClO
  - ✓ Capacidad nominal instalada 172.000 m<sup>3</sup>/día, 63 Hm<sup>3</sup>/año
  - ✓ 70 Km de conducciones de 800 mm a 150 mm
  - ✓ 7 depósitos de 15.000 m<sup>3</sup> a 1.500 m<sup>3</sup>
  - ✓ Inversión total de 35 M€



- Número total de Campos de Golf con conexión y contrato de agua regenerada: 44 campos, 828 hoyos, 1.419 Has.
- Número de Campos de Golf con acceso posible al agua regenerada: 16 campos, 324 hoyos, 555 Has más.
- Número de Campos de Golf en planificación: 14 campos, 252 hoyos, 431 Has.
- Demanda media de Campo de Golf: 8.000 m<sup>3</sup>/Ha año
- Demanda teórica actual: **11,33 Hm<sup>3</sup>**
- Demanda potencial futura: **15,79 Hm<sup>3</sup>** para 50 campos, con 1.142 hoyos y una superficie total de 1.974 Has
- Consumo real actual: **6,02 Hm<sup>3</sup>**

## PROBLEMAS EN LA GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LA COSTA DEL SOL:

### Poco uso por parte de los Campos de Golf por:

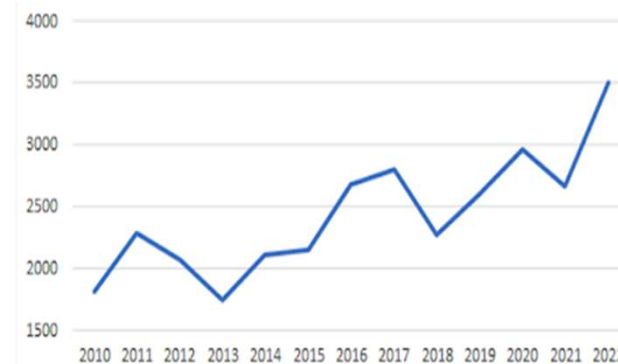
- Reticencias por la adaptación que supone para el campo y las dudas sobre la calidad del agua, fundamentalmente conductividad.
- Coste de sacar de pozo  $\approx 0,03 \text{ €/m}^3$  vs tarifa agua regenerada ( $\approx 0,14 \text{ €/m}^3$ , que no cubre los costes): Solo los campos que no tienen otro recurso hacen uso del agua regenerada o en situaciones de sequía.

**Incremento de la conductividad en el saneamiento**, y por tanto en el agua regenerada, debido a la infiltración marina, que hace que, en determinadas situaciones, no pueda aplicarse a los usos de riego, y tampoco para recarga de acuíferos.

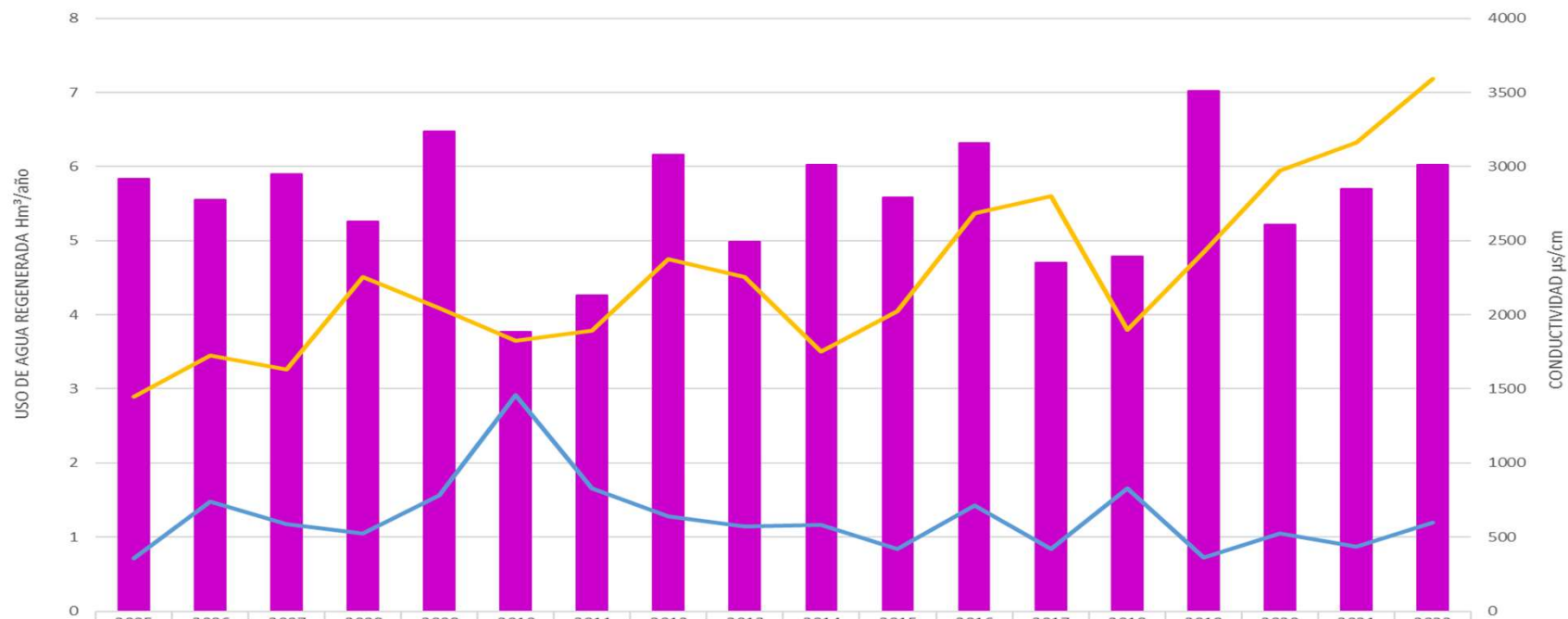
Esta circunstancia se debe al estado del Saneamiento Integral, construido en los 70s, en playa bajo el nivel del mar, actualmente sufriendo una fuerte regresión de las playas:



CONDUCTIVIDAD MEDIA MES DE AGOSTO  
( $\mu\text{s/cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ )



### USO DE AGUAS REGENERADAS - CONDUCTIVIDAD - PLUVIOMETRÍA



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Agua Regenerada Hm³/año	5,84	5,55	5,9	5,26	6,48	3,77	4,26	6,16	4,99	6,03	5,58	6,32	4,701	4,79	7,018	5,22	5,695	6,024
Conductividad µS/cm	1448	1728	1631	2253	2046	1824	1895	2374	2256	1749	2025	2684	2802	1900	2424	2974	3164	3592
Pluviometría anual l/m²	357	739	587	525	784	1459	829	640	572	582	421	714	421	828	361	524	435	598

■ Agua Regenerada Hm³/año    
 — Conductividad µS/cm    
 — Pluviometría anual l/m²

## POTENCIAR EL USO DEL AGUA REGENERADA POR LOS CAMPOS DE GOLF

En mayo de 2021 Acosol presentó en FITUR el Sello de Calidad **“AGUA 100% REGENERADA”**, que supone un certificado que cuenta con el apoyo y la colaboración de la Real Federación de Golf de España y con su Green Section, en la elaboración del protocolo de actuación, entre otros.

Este certificado viene a decir que el Campo de Golf tiene una Huella Hídrica nula, y supone una certificación del compromiso medioambiental y por la sostenibilidad de los recursos hídricos del Campo de Golf



# MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA REGENERADA

Para reducir la conductividad sólo hay dos vías:

- Regenerar con procedimientos avanzados: Ósmosis Inversa
- Actuar en origen de la conductividad.- Ejecución de un nuevo Saneamiento Integral:



 <b>Junta de Andalucía</b> Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DEL AGUA	
TIPO DE ESTUDIO:	CLAVE:
<b>ANTEPROYECTO</b>	<b>A6.329.1217/2101</b>
TÍTULO:	
<b>SANEAMIENTO INTEGRAL DE LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL (MÁLAGA)</b>	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN:	
DIRECTOR DEL PROYECTO:	
<b>JOSÉ FRANCISCO RÍOS PALOMARES</b>	
AUTORES DEL PROYECTO:	
<b>JULIO C. RODRÍGUEZ ABAD DAVID ROMERO MOLINA</b>	<b>FERNANDO VÍLCHEZ VALLEJO JOSÉ MANUEL ESCALANTE MONTORO</b>
CONSULTOR:	FECHA DE REDACCIÓN:
 <b>PRYDO, S.L.</b> INGENIEROS CONSULTORES	<b>JUNIO 2023</b>
 <b>narval</b> INGENIERIA	FECHA DE VERSIÓN:
	<b>JUNIO 2023</b>
	EJEMPLAR:
	CAJA:
	TOMO: DE:
TOMO:	TÍTULO:

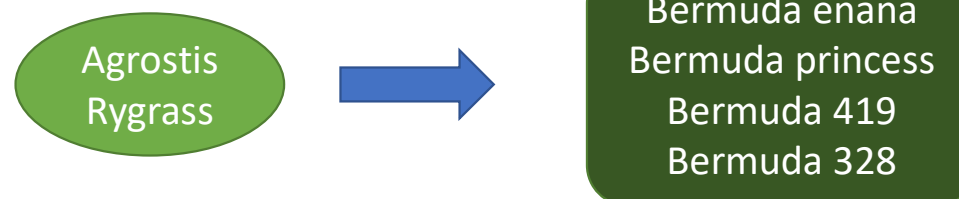


- DG del Agua del MITERD
- DG Infraestructuras del Agua de la Junta de Andalucía
- Mancomunidad de Municipios - Acosol



## ADAPTACIÓN DEL CAMPO DE GOLF AL RIEGO CON AGUA REGENERADA:

- **Adaptar las especies y las variedades de Césped:**



- **Adaptar la operación del campo:**

- Evitar el “bloqueo” del suelo:
  - ✓ Dosificación de yeso o cal en el pinchado del césped.
  - ✓ Riegos de lavado.
- Ajustar las cantidades y frecuencias de riego a las necesidades reales.
- Ajustar el abonado del césped:
  - ✓ Abonos minerales y abonos naturales
  - ✓ Uso de reguladores de crecimiento en verano



## EFFECTOS DE REGAR CON AGUA REGENERADA LOS CAMPOS DE GOLF:

La legislación española, RD 1620/2007, tan sólo fija parámetros máximos básicos y determina los distintos usos, pero una vez que se cumple esto no se cuestiona la **sostenibilidad** del riego con agua regenerada, y nos surgen dudas del efecto que esos riegos abusivos, la dosificación de yeso, reguladores de crecimiento, etc, puedan tener en los suelos y en su capacidad de drenar el agua, o en masas de agua subterránea y los potenciales usos que se haga de ella.

Por ello, conjuntamente con la Universidad de Málaga UMA y el Centro Tecnológico del Agua CETAQUA, estamos creando un grupo de trabajo, junto con varios Campos de Golf, con los siguientes objetivos:

1. Caracterizar el **estado hidrodinámico e hidroquímico** del acuífero aluvial del río Fuengirola, con especial énfasis en la determinación del impacto del riego con aguas regeneradas:
  - a. Plantear una **estrategia integral de muestreo** que incluya los diferentes puntos de agua a monitorizar a lo largo del continuo '*campo de golf-suelo-río-acuífero*'
  - b. Analizar datos históricos y actualizados de calidad del agua para evaluar la relación existente entre el **riego con regeneradas** en campos de golf y el **estado químico del acuífero**
  - c. Evaluar la contribución de cada fuente de agua en el quimismo de las aguas subterráneas del acuífero aluvial del río Fuengirola (**caracterización isotópica** del agua residual tratada - terciario, agua del suelo, agua superficial y agua subterránea), parámetros marcadores.
  - d. Llevar a campo un **seguimiento satelital** (índices de vigor vegetativo) del riego con aguas regeneradas
2. Sentar las bases para la presentación de un futuro proyecto europeo (LIFE, HEU, ...)
3. Servir de base para la redacción de un Plan de Gestión del Riesgo en el uso de aguas regeneradas para riego de campos de Golf

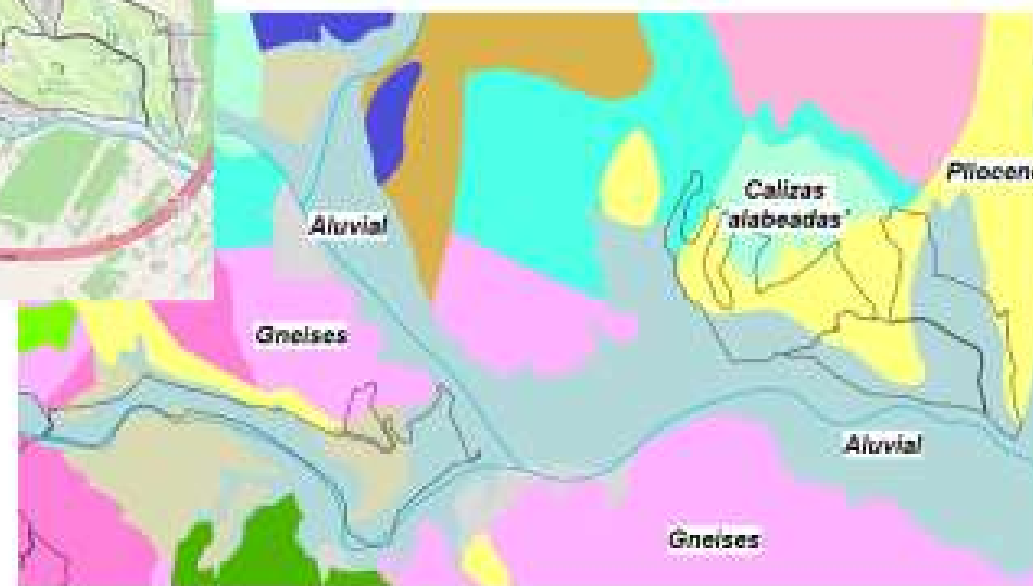


## Campos de golf elegibles para el estudio



Ubicación de los campos  
'Mijas Golf' y 'Santana Golf'

Mapa Geológico Nacional en el  
entorno de los campos 'Mijas Golf' y  
'Santana Golf'

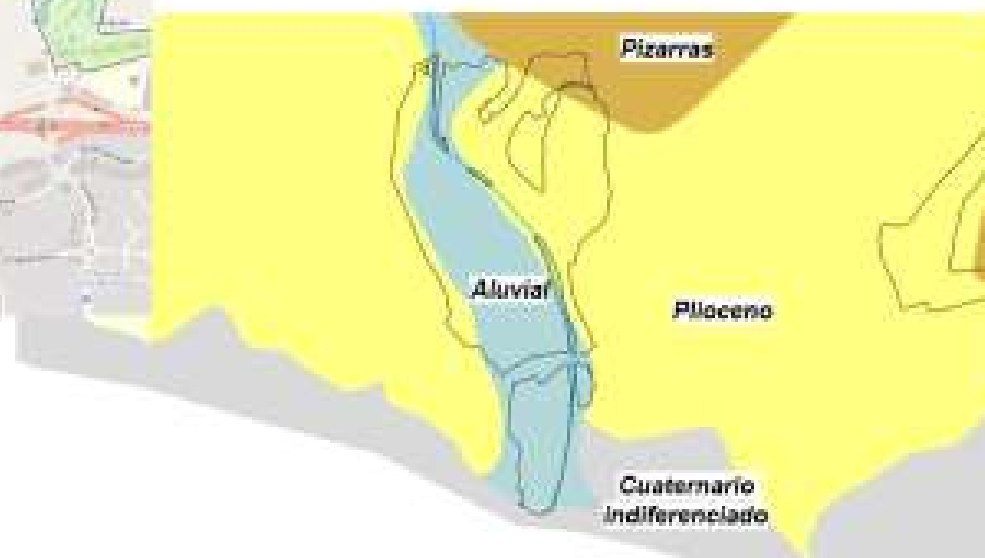


## Campos de golf elegibles para el estudio





Ubicación del campo de golf 'Río Real Golf'

Mapa Geológico Nacional en el entorno del campo de golf 'Río Real Golf'



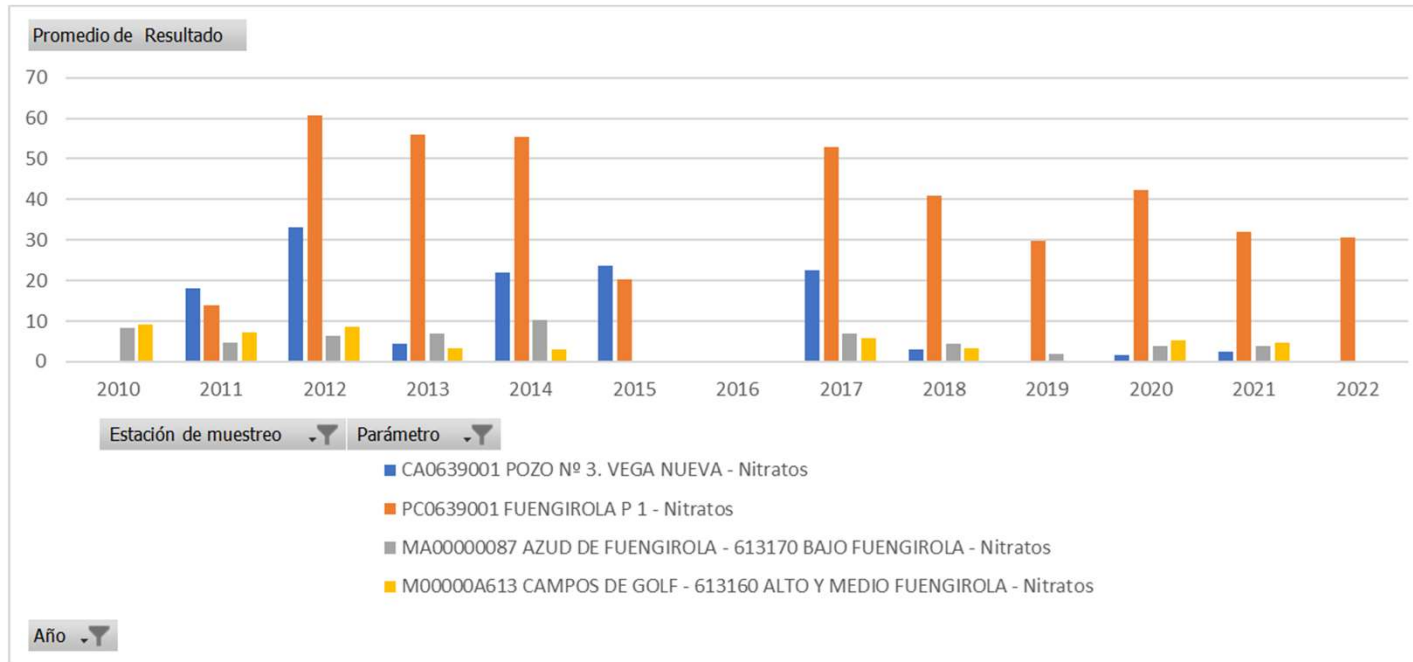
# Metodología

1. **Diagnóstico sobre las vías de contaminación** (*pollution pathways*) del agua subterránea debido al riego con aguas regeneradas
  - a. Retornos de riego 
  - b. Arrastre en eventos de lluvia > escorrentía superficial 
  - c. Transferencia de recursos entre los materiales pliocenos y aluviales
2. Definición de **campanias de muestreo** para caracterizar la calidad del agua aplicada en el campo de golf, de la escorrentía superficial, del agua almacenada en el suelo y del agua subterránea
  - a. Iones mayoritarios
  - b. Isótopos del agua
3. Aplicación de **técnicas estadísticas** para el análisis de **series temporales** de datos de calidad del agua y compra de agua regenerada (correlaciones, patrones, tendencias, ANOVA)
4. Implementación de **modelos geoquímicos de mezcla** entre diferentes fuentes de agua



 Interacción río-acuífero

2.3 Red de calidad de aguas Junta de Andalucía (DMA)



## Concentración media de nitratos (mg/L)

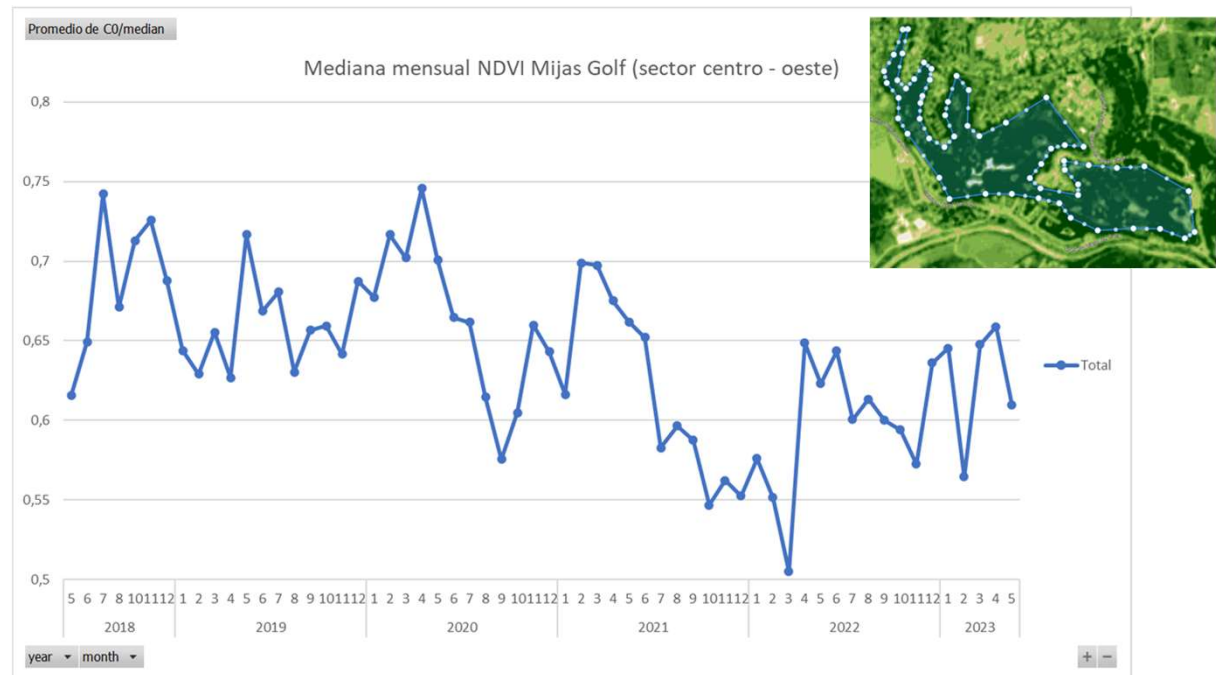
- Aguas subterráneas
  - Vega Nueva = 13,8 mg/l
  - Fuengirola P1 = 38,9 mg/l
- Aguas superficiales
  - Azud de Fuengirola = 5,9 mg/l
  - Campos de golf = 6,8 mg/l



La concentración de nitratos en las aguas superficiales es considerablemente inferior a la registrada en las aguas subterráneas. La recarga por infiltración de la escorrentía superficial supone el 80% de los recursos hídricos del acuífero (12 hm<sup>3</sup>/año) > dicha recarga no explicaría las elevadas concentraciones en el punto oficial de control 'Fuengirola P1'

# Fuentes de Información

3.2 Teledetección - NDVI (seguimiento del vigor vegetativo en campos de golf)



Seguimiento en tiempo real de la evolución del **índice NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) en el campo de golf 'Mijas Golf' (contorno amarillo)

Obtención del patrón tipo '**NDVI**' regando con recursos propios y comparación con los valores de NDVI al aplicar aguas regeneradas

## RESULTADOS TÉCNICOS ESPERADOS:

1. **Caracterización hidrodinámica e hidrogeoquímica** del acuífero y análisis de la contribución de cada fuente de contaminación (campos de golf, agricultura, ...) a la calidad del agua subterránea.
2. **Propuesta de Plan de Gestión de Riesgos Ambientales asociados al riego con regeneradas** - Seguimiento del estado de acuíferos potencialmente afectados (puntos críticos de control, parámetros a analizar, frecuencia de muestreos, etc.).
3. **Modelo estadístico** para evaluar la influencia del riego con regeneradas en el estado químico del acuífero aluvial del río Fuengirola.
4. **Aplicación satelital** para el control en tiempo real del impacto del riego con regenerada en el vigor vegetativo del césped del campo de golf (aplicable a todos los campos de la Costa del Sol).



**COSTA DEL SOL OCCIDENTAL**  
Mancomunidad de Municipios

# COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- SITUACIÓN ACTUAL MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS



**ACOSOL**

ANEJO VI. ASIGNACIÓN Y RESERVAS DE RECURSOS A USOS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS

i.3. Demanda de uso recreativo (golf)

Tabla 57. Balance de la demanda de uso recreativo (golf) en el subsistema I-3

Nombre Club	Origen de los recursos 2005 (hm <sup>3</sup> /año)				Origen de los recursos 2015 y 2027 (hm <sup>3</sup> /año)			
	Agua superficial regulada	Agua subterránea	Reutilización de agua regenerada	Desalación	Agua superficial regulada	Agua subterránea	Reutilización de agua regenerada	Desalación
La Duquesa Golf & Country Club	0,000	0,334	0,017	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Finca Cortesín Golf Club	0,000	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Casares Costa Golf	0,000	0,254	0,097	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Doña Julia	0,000	0,057	0,469	0,000	0,000	0,000	0,527	0,000
Club de Golf El Coto	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
El Paraíso Club de Golf	0,000	0,189	0,162	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Estepona Golf	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Atalaya Golf & Country Club	0,000	0,430	0,272	0,000	0,000	0,000	0,702	0,000
Club de Golf Los Almendros	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Campanario Club de Golf	0,000	0,120	0,055	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Albany Country Club	0,000	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	0,000
Club de Campo La Zagaleta	0,000	0,275	0,427	0,000	0,000	0,000	0,702	0,000
Monte Mayor Golf Club	0,000	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Marbella Club Golf Resort	0,000	0,126	0,225	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Los Arqueros Golf & Country Club	0,000	0,088	0,263	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Los Flamings Golf Club	0,000	0,538	0,164	0,000	0,000	0,000	0,702	0,000
La Resina	0,000	0,134	0,041	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Guadalmina Club de Golf	0,000	0,609	0,268	0,000	0,000	0,000	0,878	0,000
Aloha Golf Club	0,000	0,312	0,214	0,000	0,000	0,000	0,527	0,000
Golf La Dama de Noche	0,000	0,106	0,069	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Los Naranjos Golf Club	0,000	0,155	0,196	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
La Quinta Golf & Country Club	0,000	0,265	0,261	0,000	0,000	0,000	0,527	0,000
Magna Marbella	0,000	0,093	0,082	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Real Club de Golf Las Brisas	0,000	0,160	0,191	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Greenlife Golf Club	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Golf Rio Real	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Santa María Golf & Country Club	0,000	0,208	0,143	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Marbella Golf & Country Club	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Cabopino Golf	0,000	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Santa Clara	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Artola Golf (2)	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Monte Paraíso Golf	0,000	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Cerrado del Águila	0,000	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Miraflores Golf	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Club de Golf La Siesta	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
La Cala Resort (3)	0,000	0,835	0,218	0,000	0,000	0,000	1,053	0,000
La Noria Golf and Resort	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Calanova	0,000	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Club de Golf El Chaparral	0,000	0,108	0,243	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Santana Golf & Country Club	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Mijas Golf Internacional	0,000	0,702	0,000	0,000	0,000	0,000	0,702	0,000
Aymerich Golf Center Benalmádena	0,000	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,000
Golf Torrequebrada	0,000	0,012	0,339	0,000	0,000	0,000	0,351	0,000
Alhaurín Golf & Club Hípico	0,000	0,527	0,000	0,000	0,000	0,527	0,000	0,000
Nuevos campos 2015 en el I-3	-	-	-	-	0,000	0,000	2,106	0,000
Nuevos campos 2027 en el I-3	-	-	-	-	0,000	0,000	2,106	0,000
Total Ss I-3	0,00	10,03	6,17	0,00	0,00	0,53	19,19	0,00

Las demandas para usos recreativos (Golf) estimadas en el PHCMA en el subsistema de explotación I.3, Costa del Sol, se estiman en 16,2 Hm<sup>3</sup>, de las que actualmente se extraen de recursos subterráneos 10,03 Hm<sup>3</sup>. Esto supone, junto con los usos potables, una sobreexplotación de las masas de agua subterráneas, de 23,35 Hm<sup>3</sup> (Apéndice VI.2).



Las demandas estimadas para el horizonte 2027 alcanzan los 19,72 Hm<sup>3</sup> del los que prácticamente la totalidad debe de venir del recurso regenerada.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

Anejo VI. Asignación y reservas de recursos a usos

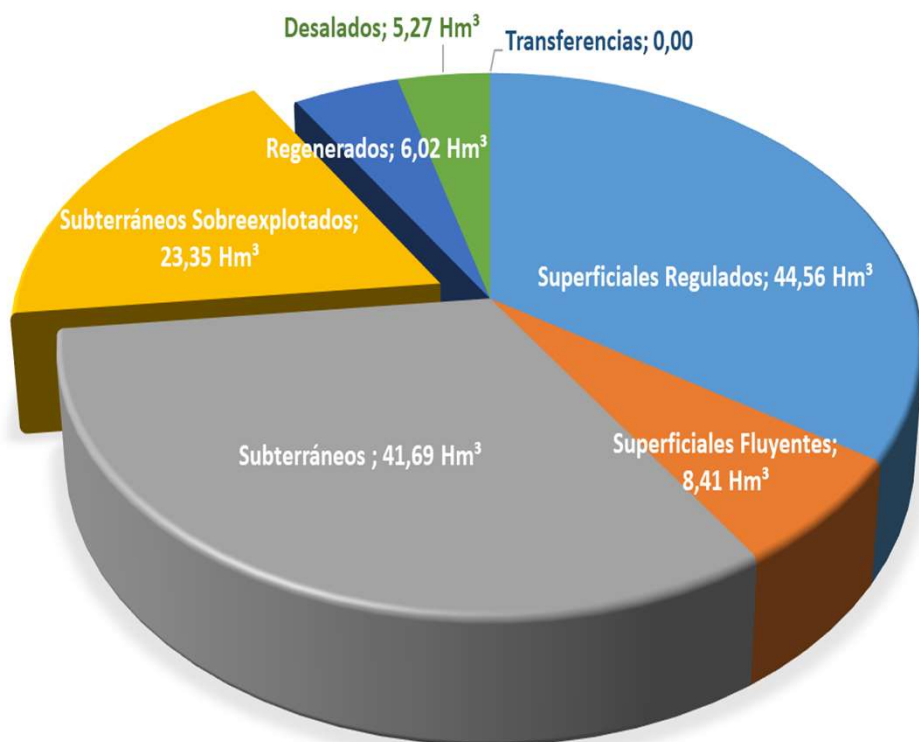
Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Andalucía se mueve con Europa

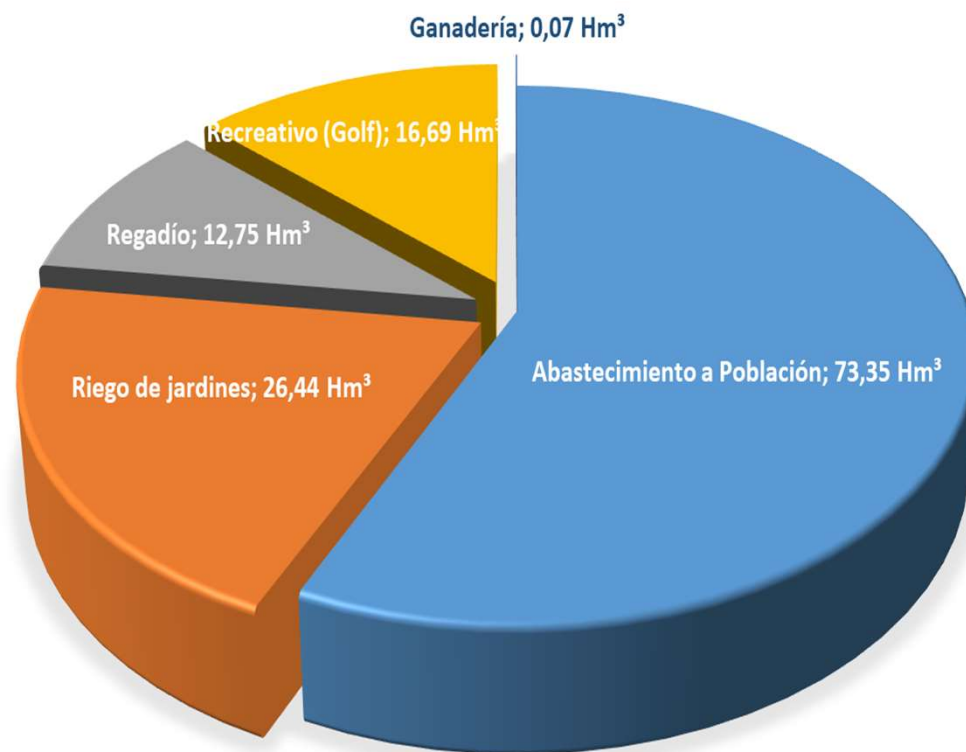
Unión Europea  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

**COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- SITUACIÓN DE DEMANDAS EN ACTUALIDAD:**

**Demandas según RECURSOS (Hm<sup>3</sup>/año)**



**Demandas según USOS (Hm<sup>3</sup>/año)**



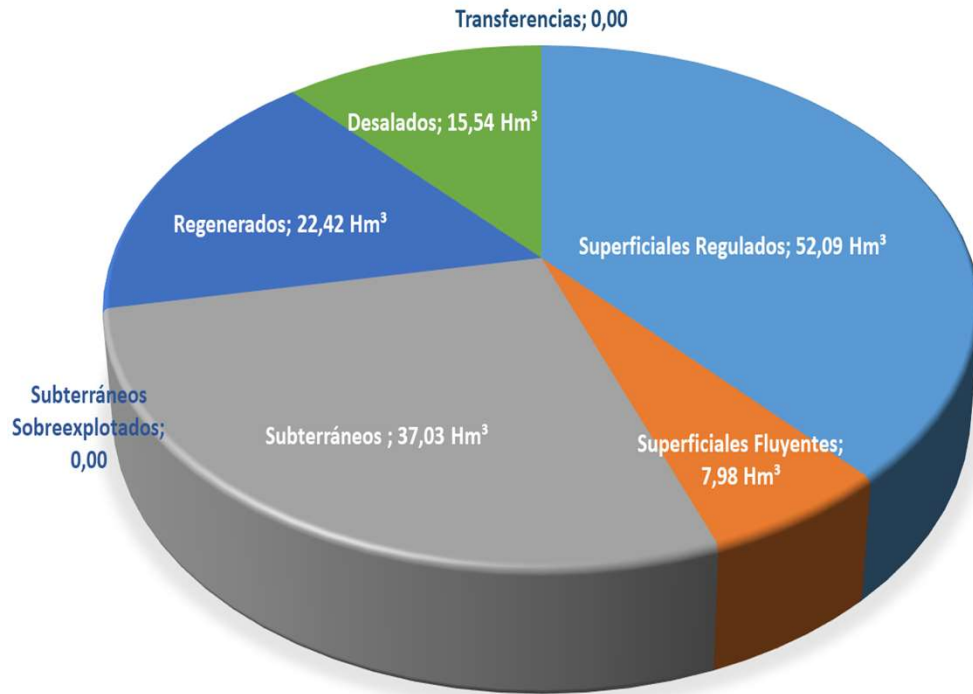
**Total Demanda Actual: 130,19 Hm<sup>3</sup>**

Datos del PHCMA (Anexo VI.2)

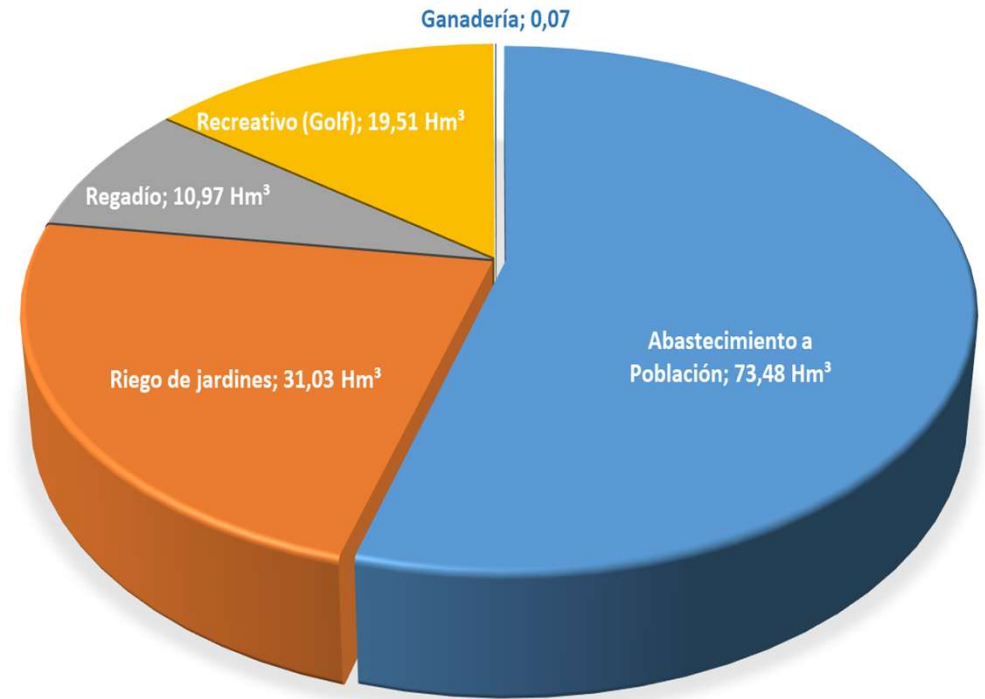


## COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- PREVISIÓN DE DEMANDAS HORIZONTE 2027:

Demandas según RECURSOS (Hm<sup>3</sup>/año)



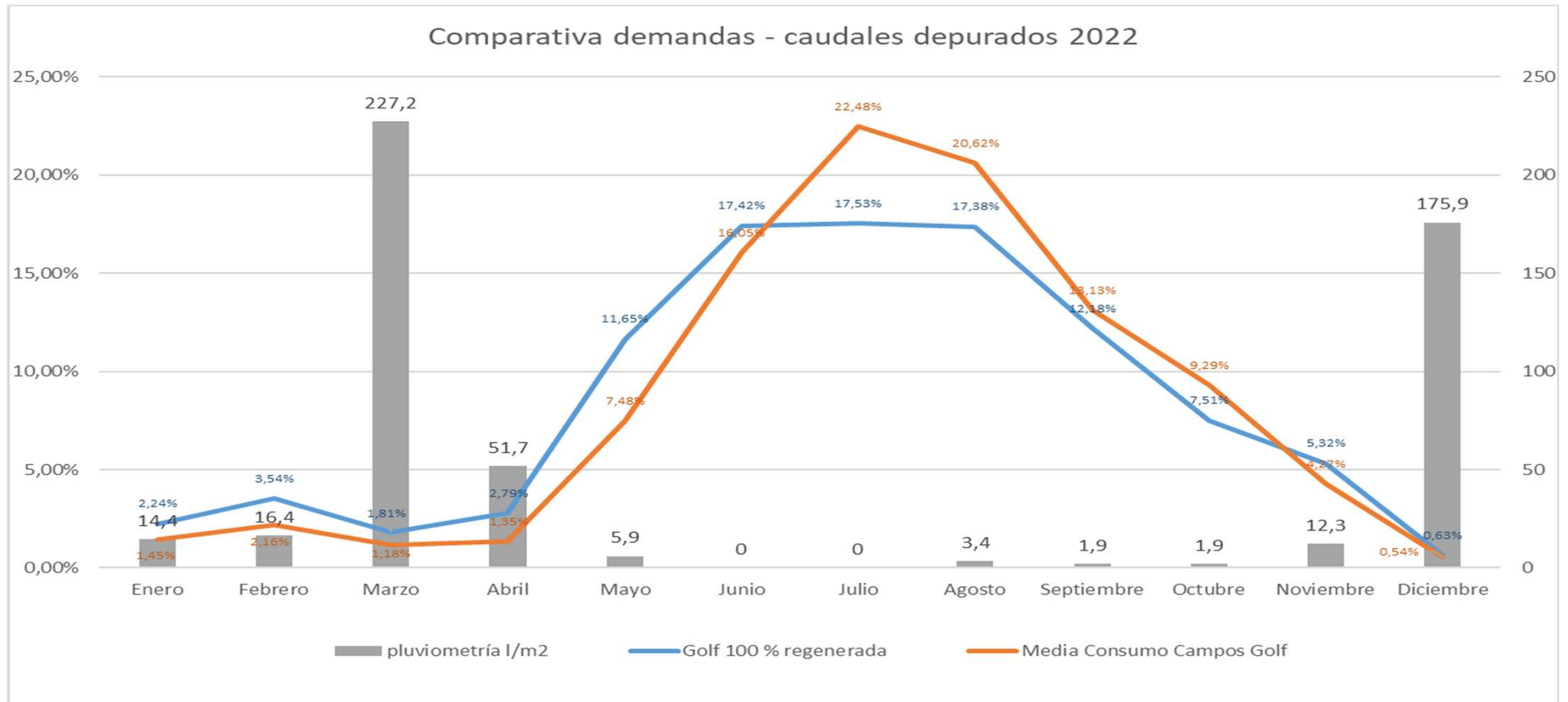
Demandas según USOS (Hm<sup>3</sup>/año)



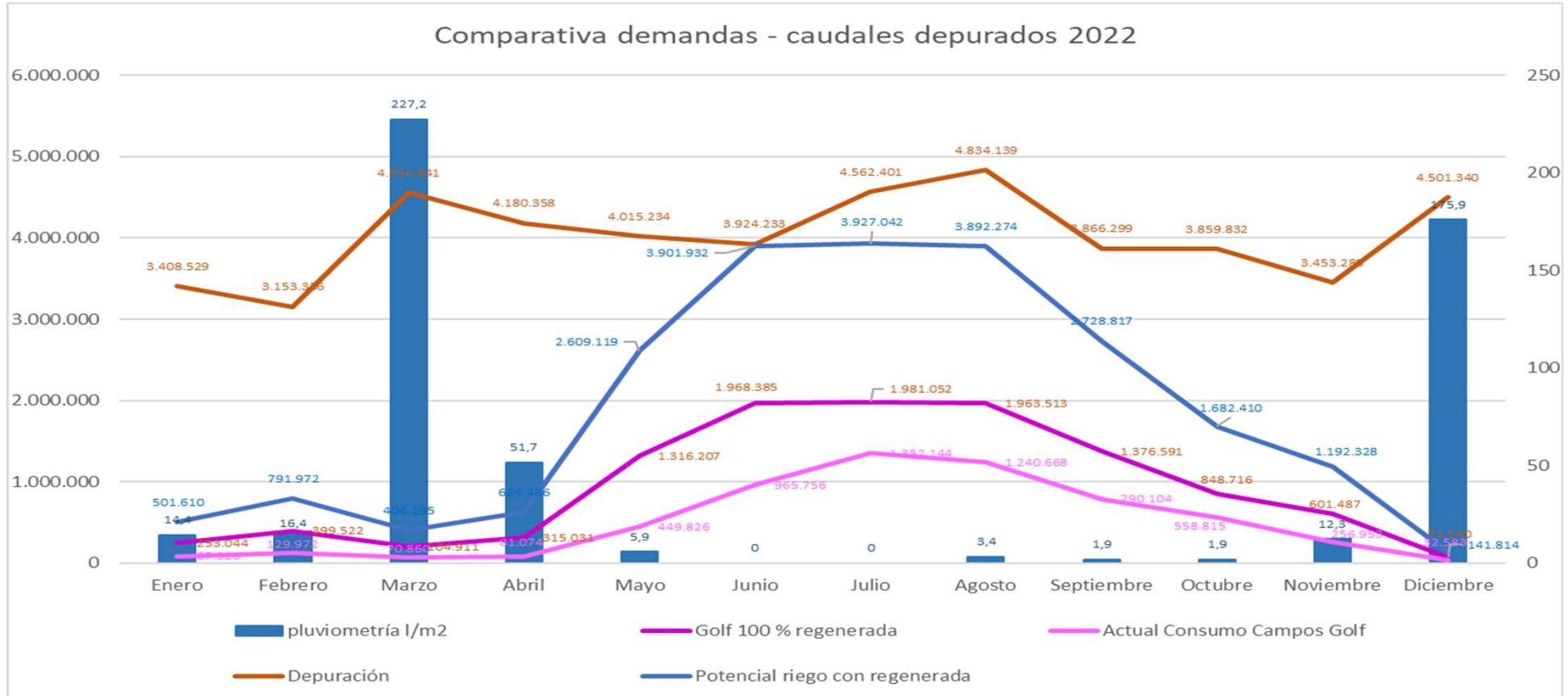
**Total Demanda Prevista 2027: 135,06 Hm<sup>3</sup>**

Datos del PHCMA (Anexo VI.2)

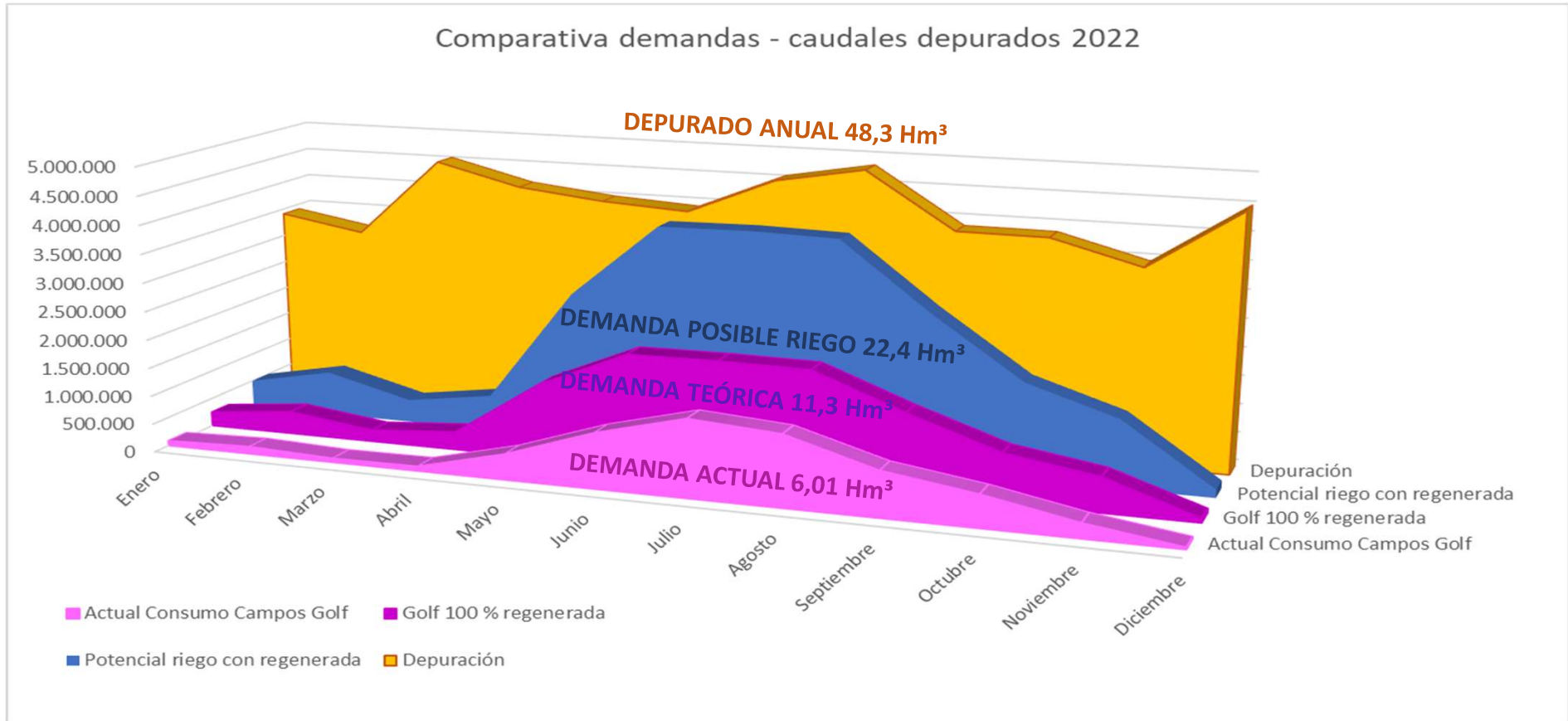
## COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- ANÁLISIS DEMANDAS CAMPOS DE GOLF:



## COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- ANÁLISIS DEMANDAS CAMPOS DE GOLF:



## COSTA DEL SOL OCCIDENTAL.- ANÁLISIS DEMANDAS CAMPOS DE GOLF:



## OBJETIVOS DE ACOSOL PARA EL MAYOR APROVECHAMIENTO DEL AGUA REGENERADA

Usos compatibles con la Calidad 4.1 de Usos Recreativos del RD 1620/2007:

### 1.- USOS URBANOS

#### CALIDAD 1.2: SERVICIOS

- a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares).
- b) Baldeo de calles.
- c) Sistemas contra incendios.
- d) Lavado industrial de vehículos.

### 2.- USOS AGRÍCOLAS

#### CALIDAD 2.2: USOS AGRÍCOLAS

- a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior.
- b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne.
- c) Acuicultura.

#### CALIDAD 2.3: USOS AGRÍCOLAS

- a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana.
- b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones.
- c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.

C	Los 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, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Riego por goteo (**) u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo
---	---	---

Usos compatibles con la Calidad 4.1 de Usos Recreativos del RD 1620/2007:

CALIDAD 3.11:

- a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria.
- b) Otros usos industriales.
- c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria.

### 5.- USOS AMBIENTALES

CALIDAD 5.1

- a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno

CALIDAD 5.2

- a) Recarga de acuíferos por inyección directa.

CALIDAD 5.3

- a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público.
- b) Silvicultura.

CALIDAD 5.4

- a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).

**matrix**

**1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

**LIFE MATRIX**  
*"Safe water reuse in Managed Aquifer Recharge (MAR): innovative solution combining physical, digital and governance"*

**PRESUPUESTO:**

Total : 1.675.312 €

% EC Co-financiación: 55% (912.070€)

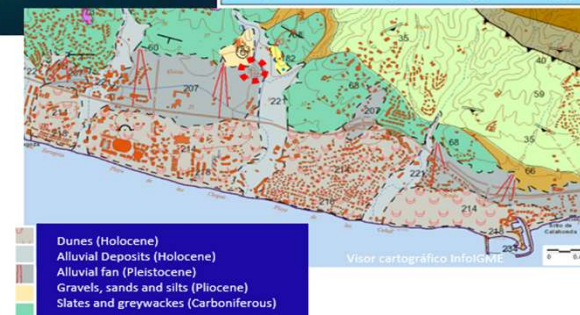
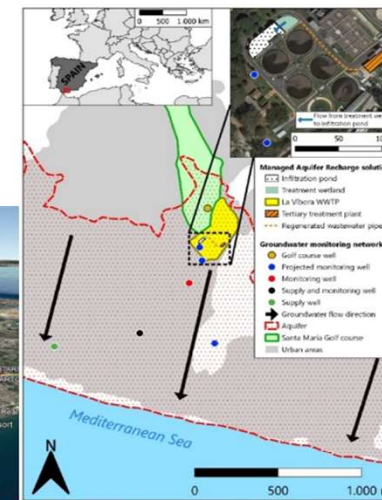
**DURACIÓN:** 01/10/21 - 30/09/24

**DEMO SITE:** WWTP La Víbora (Málaga)

**Coordinador:** CETAQUA ANDALUCIA

**Socios Beneficiarios:** CETAQUA BARCELONA, ACOSOL, CERUMA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

**Stakeholders:**







Usos compatibles con la Calidad 4.1 de Usos Recreativos del RD 1620/2007

CALIDAD 3.11:

- a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria.
- b) Otros usos industriales.
- c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria.

### 5.- USOS AMBIENTALES

CALIDAD 5.1

- a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno

CALIDAD 5.2

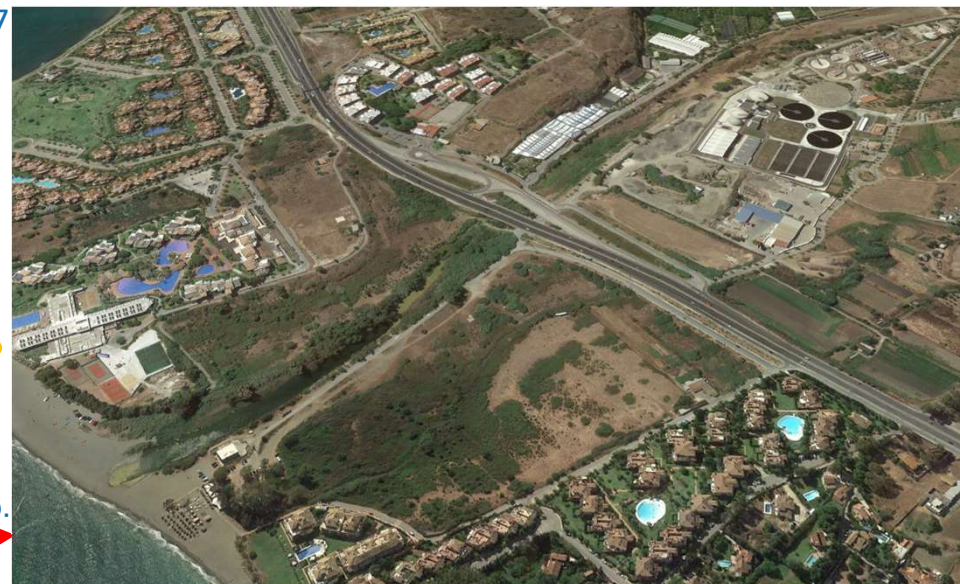
- a) Recarga de acuíferos por inyección directa.

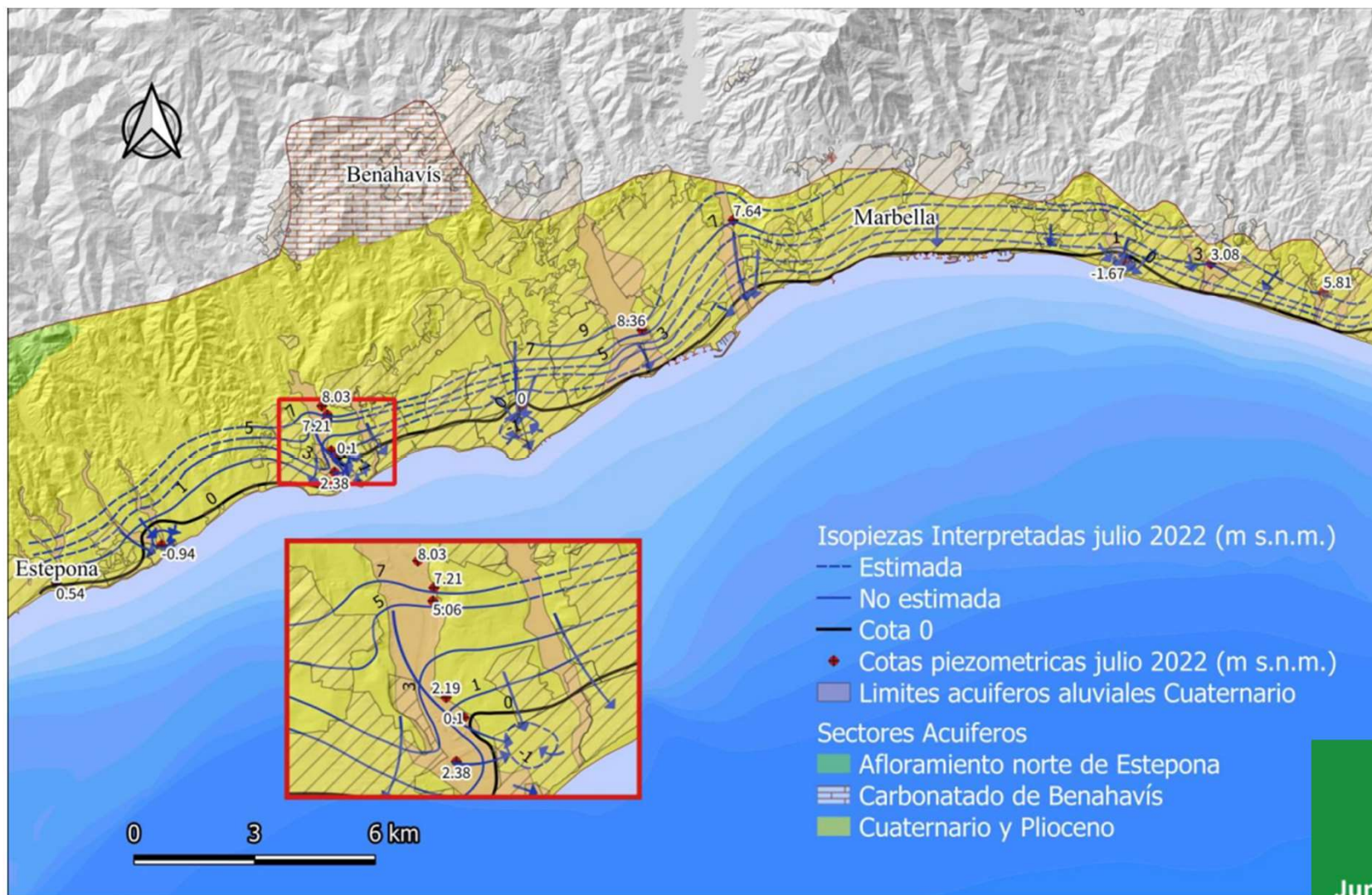
CALIDAD 5.3

- a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público.
- b) Silvicultura.

CALIDAD 5.4

- a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).





## OBJETIVOS DE ACOSOL PARA EL MAYOR APROVECHAMIENTO DEL AGUA REGENERADA (Cont.)

Usos de calidad superior a la Calidad 4.1 de Usos Recreativos del RD 1620/2007:

### 1.- USOS URBANO

#### CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL

- a) Riego de jardines privados.
- b) Descarga de aparatos sanitarios.

NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ
1 huevo/10 L	0 (UFC <sup>4</sup> /100 mL)	10 mg/L	2 UNT <sup>5</sup>

### ¿CÓMO HACERLO?

- 1º.- Jardines privados con grandes superficies que actualmente usen agua potable para riego: Entidades Colaboradoras de Conservación, Urbanizaciones, ...
- 2º.- Desde el sistema de transporte y abastecimiento de Agua Regenerada de los Campos de Golf.- Instalación de pequeñas plantas de afino de calidad y depósitos con grupo de presión.-
- 3º.- Tecnologías: Ultrafiltración y desinfección UV en línea y dosificación de NaClO.
- 4º.- Redes de riego totalmente independientes de la red de agua potable.
- 5º.- Recomendaciones de uso: Tipo de aspersores, horarios, distancias a edificios, zonas de tránsito,...



## MODIFICACIÓN DEL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS RDL 1/2001

En el Real Decreto Ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas...

En la Disposición final segunda, se busca promover la reutilización de las aguas y contempla:

- Artículo 109. La reutilización de aguas... 2. Las administraciones públicas **podrán conceder ayudas al concesionario que podrán alcanzar la totalidad de los costes adicionales** asociados a la reutilización de aguas... en aglomeraciones urbanas de más de 50.000 habitantes deberán elaborar planes que fomenten la **reutilización de aguas asociados a usos urbanos**
- Artículo 109 ter. Régimen jurídico... **ELABORACIÓN DE UN PLAN DE GESTION DEL RIESGO**
- Artículo 109 quinquies. Costes asociados a la reutilización de aguas.
  1. Si contribuyen a alcanzar objetivos medioambientales de masas de agua se podrán conceder ayudas. **Los costes adicionales asociados a la reutilización de aguas en esas situaciones podrán ser asumidos por las Administraciones** u otras entidades que resulten beneficiadas por la sustitución. ...
  2. De acuerdo con lo establecido en el artículo 113.1 el volumen de agua que se reutilice estará **exento del canon de control de vertido**
- Artículo 113. Canon de control de vertidos (a DPH)... Se descontará en el cálculo del importe del canon de control de vertidos el volumen de agua que haya sido efectivamente reutilizado durante el período impositivo.

## CONCLUSIONES Y VISIÓN A FUTURO

### Antiguos criterios de uso:

- Aprovechamiento de un excedente de agua depurada
- Uso exclusivo para Campos de Golf
- Cumplimiento estricto calidad 4.1 RD 1620/2007
- Costes de la regeneración a tarifa €/m<sup>3</sup>

### Nueva visión:

- ⇒ España seca: El agua regenerada es un recurso imprescindible para el equilibrio hídrico
- ⇒ Estamos en la costa: Se puede y debe aprovechar toda el agua depurada para su regeneración
- ⇒ Cambio climático: Nuevas incertidumbres frente a un efluente continuo y disponible
- ⇒ Beneficios del uso del agua:
  - Usuario final: Recurso no potable continuo en el tiempo
  - Medioambiental:
    - El agua depurada que no se vierte al mar es contaminación que no llega
    - Libera recursos hídricos actualmente sobreexplotados
    - La recarga de acuíferos puede mejorar la calidad de las masas de agua subterráneas

## CONCLUSIONES Y VISIÓN A FUTURO

...y el coste económico?

### Y cuanto supone el agua en un campo de golf?

Un campo con 50.000 visitas anuales (green fee) puede tener un consumo de 280.000 m<sup>3</sup>:

**5,6 m<sup>3</sup> por cada usuario**



### Y una urbanización, media - grande:

Consumo de 15.000 m<sup>3</sup>/año, a **1,42 €/m<sup>3</sup>** sólo abastecimiento, agua potable sin alcantarillado ni depuración por ser riego de jardines.



### Pasar a tratamientos avanzados puede suponer:

- 0,15 €/m<sup>3</sup> la Ultrafiltración
- 0,35 €/m<sup>3</sup> la Osmosis Inversa
- 0,3 €/m<sup>3</sup> desinfección, bombeos y transporte a punto de entrega, control laboratorio, etc.



**EL AGUA MÁS  
CARA ES LA QUE  
NO SE TIENE**



**Muchas gracias por su atención**