

4. POSIBILIDADES DE LA RECARGA ARTIFICIAL EN ESPAÑA

4.1. Actuaciones consideradas

Cuenca del Duero
Cuenca del Tajo
Cuenca del Guadiana
Cuenca del Guadalquivir
Cuenca del Sur
Cuenca del Júcar
Cuenca del Ebro

4.2. Actividades a realizar

Primera fase: análisis de viabilidad técnica y económica
Segunda fase: elaboración y redacción del proyecto de las obras de recarga

4.1 ACTUACIONES CONSIDERADAS

Se propone estudiar 35 acciones, que afectan a otras 36 unidades hidrogeológicas, seleccionadas según los siguientes criterios:

- *Ámbito territorial*, integrado por las cuencas intercomunitarias. En la Cuenca Norte, de acuerdo con el Plan Hidrológico de la cuenca, no se propone ninguna acción ya que no se ha considerado necesario en la situación actual de uso de los recursos. En la cuenca del Segura la acusada escasez de recursos disponibles para la recarga dificulta el planteamiento de operaciones de recarga viables, por lo que el Plan Hidrológico del Segura prevé la realización de un catálogo de las posibles áreas de actuación, en el subprograma 17.12 de sus directrices; en consecuencia, en este documento, no se proponen acciones en la Cuenca del Segura en tanto no se disponga de los resultados del catálogo.

- *Operaciones de recarga artificial sensu stricto*. Se han incluido las acciones que tienen como objetivo principal la recarga artificial de acuíferos, no considerando como tal los proyectos de tratamiento de efluentes mediante procesos de depuración por interacción agua-suelo y los conocidos como

“filtros verdes”, aún cuando estos procedimientos induzcan indirectamente una recarga adicional en los acuíferos.

- *Beneficio social, económico o medioambiental*. La complejidad y en ocasiones el elevado coste de aplicación de las técnicas de recarga artificial indican la conveniencia de programar estas actuaciones en zonas donde se espera que su implantación revierta en una clara optimización del uso y gestión de los recursos hídricos. Se han seleccionado preferentemente áreas que presenten escasa regulación de recursos hídricos y fuerte demanda; zonas con explotación agrícola bien desarrollada y alto rendimiento; comarcas donde el coste del agua es muy elevado y sectores costeros donde no es posible la construcción de obras clásicas de regulación por condicionantes topográficos.

- *Posibilidades de reunir condiciones de viabilidad técnica y económica*. Se han seleccionado aquellas actuaciones de recarga para las que, en principio, se supone que podrían existir recursos hídricos no regulados disponibles para efectuar la recarga. No se han establecido límites en cuanto a la importancia de la operación, medida en

volumen recargado, ya que la significación relativa de pequeños volúmenes recargados es muy diferente según la situación de atención a la demanda y el volumen manejado en cada sistema.

- *Integración en la planificación hidrológica.* Se han seleccionado preferentemente las acciones propuestas en los Planes Hidrológicos de cuenca por su prevista integración inmediata en la planificación hidrológica de cada ámbito territorial. No obstante sólo se han incluido aquellas acciones consideradas técnicamente viables.

En el cuadro nº 3 se presenta un resumen de las acciones propuestas y en las figuras nº 6 a nº 12 se muestra la ubicación de las unidades hidrogeológicas implicadas. Esta selección no presupone que no existan otras actuaciones, proyectadas o en estudio, que impliquen la recarga artificial de acuíferos, sino que aquí se proponen las que en principio reúnen los requisitos utilizados como criterios de esta selección

Se han incluido todas las acciones que a priori se estima pueden reunir las condiciones de viabilidad y conveniencia mencionadas; sin embargo, el conocimiento actual sobre las características y viabilidad de las acciones propuestas es muy desigual, ya que se dispone de estudios previos e incluso de los proyectos de las obras de recarga de algunas, mientras que la información disponible sobre la mayoría de las acciones es muy escasa.

En consecuencia, teniendo en cuenta que la recarga artificial de acuíferos es un procedimiento complejo que requiere un detallado conocimiento de las características del recurso y del medio acuífero y una adecuada selección del método de recarga, se prevé realizar los estudios de viabilidad técnica y económica y el análisis de alternativas, para cada posible acción de recarga, previamente a su selección definitiva, que implicará la elaboración del correspondiente proyecto de las obras.

Los estudios programados y la secuencia de las actividades a desarrollar son similares para todas las acciones propuestas, excepto para aquellas acciones y tareas concretas de las que se disponga de trabajos y estudios previos con la fiabilidad y definición adecuadas.

Cuenca del Duero

Se proponen cinco acciones de recarga de las cuales cuatro están recogidas en el Plan hidrológico de la cuenca del Duero, en el que, "sin existir un plan establecido de recarga artificial de acuíferos en la cuenca", se plantea la necesidad de realizar los estudios de viabilidad en el Valle del Esgueva, la Comarca del Carracillo, la Cubeta de Santiuste, y en La Moraña (directriz 13).

U.H. 02.01 LA ROBLA-GUARDO

El objetivo es incrementar los recursos disponibles en la cuenca del río Pisuega a partir de la cuenca del Carrión, mediante recarga del acuífero carbonífero constituido por calizas de montaña. La zona de recarga se encuentra en el arroyo Miranda, en el embalse de Camporredondo, y el método de recarga a aplicar es el de lámina de inundación sobre el afloramiento carbonatado, en el propio vaso del embalse.

De los trabajos y pruebas de infiltración realizados por el Servicio Geológico (DGOH, 1994) se concluyó que el agua infiltrada surge al exterior por manantiales situados en la cuenca del Pisuega.

Los caudales que fueran transferidos podrían ser regulados en el embalse de Cervera-Pisuega, ya que en la cuenca del Pisuega hay capacidad disponible para modular aportaciones adicionales y la capacidad de embalse en el Carrión es insuficiente.

No se requieren infraestructuras de gran envergadura y coste, pero tanto este aspecto

CUADRO 3: ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
DUERO	2.01	LA ROBLA-GUARDO	Calizas de montaña de Camporredondo.		Embalse de Camporredondo, en la cuenca del Carrión.	2-2,5 m³/s. 10-15 hm³/a	Mejorar la regulación y garantía de abastecimiento.	Existe un informe sobre un ensayo de infiltración.
	2.08	CENTRAL DEL DUERO	Detrítico terciario del Esgueva.	Sobreexplotación. Alta demanda para regadío.	Río Esgueva.	300 l/s. 5-10 hm³/a	Corregir sobreexplotación.	Existen estudios previos y experiencia piloto.
	2.17	REGIÓN DE LOS ARENALES Comarca del Carracillo	Acuífero superficial de la comarca del Carracillo.	Sobreexplotación.	Río Cega y Pirón.	25 hm³/a	Corregir sobreexplotación.	Existe un estudio parcial de viabilidad.
		REGIÓN DE LOS ARENALES Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista	Acuífero superficial de la Cubeta de Santiuste.	Sobreexplotación. Alta demanda para regadío.	Río Voltoya.	5 hm³/a	Corregir sobreexplotación.	Existe un estudio parcial de viabilidad.
		REGIÓN DE LOS ARENALES La Moraña.	Acuífero detrítico de la Moraña.	Alta demanda para regadíos y descenso de los niveles piezométricos.	Ríos Zapardiel, Trabancos y Guareña.	10-20 hm³/a	Corregir sobreexplotación.	Existe un informe parcial sobre la explotación en la zona que contiene propuesta de recarga artificial.
TAJO	3.05	MADRID-TALavera	Detrítico de Madrid en el sector donde se localizan los pozos de abastecimiento al CYII.	Reducir descensos temporales de nivel piezométrico causados por bombeos en los pozos del CYII.	Excedentes ríos Jarama, Guadarrama, Alberche y afluentes.	10-15 hm³/a	Incrementar la garantía de suministro de abastecimiento al CYII.	
GUADIANA	4.04	MANCHA OCCIDENTAL	Formaciones detríticas y calcáreas	Graves problemas de sobreexplotación. Elevada demanda para uso agrícola.	Excedentes (años húmedos y muy húmedos) del embalse de Peñarroya, así como de los ríos Cigüela, Záncara y Azuer. Podrían contemplarse caudales procedentes del acueducto Tajo-Segura.	15-30 hm³/a	Corregir o paliar parte de la actual problemática de esta unidad hidrogeológica. Mantenimiento hídrico de zonas húmedas.	Existen estudios parciales previos y una experiencia piloto.

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
GUADIANA	4.12	AYAMONTE-HUELVA	Sector occidental. Lepe - La Antilla - Redondela.	Problemas de sobreexplotación, salinización y contaminación agrícola.	Excedentes río Piedras y Guadiana. Fundamentalmente sistema Chanza y Piedra.	10 hm ³ /a	Corregir o paliar parte de la actual problemática que sufre esta unidad hidrogeológica.	Existen estudios parciales previos.
GUADALQUIVIR	5.14	BEDMAR-JÓDAR	Calizas y dolomías cretácicas y calizas miocenas.	Fuerte explotación para abastecimiento de Bedmar y Jódar, así como para el regadío existente en sus términos municipales.	Manantiales del Sistillo y Albánchez de Úbeda.	4,5 hm ³ /a	Incrementar la garantía de suministro a los abastecimientos de Bedmar y Jódar.	Existen estudios parciales previos.
	5.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR	Sector Mancha Real.	Problemas locales de sobreexplotación (Mojón Blanco y Pegalajar).	Cabecera del río Torres y manantiales de los Charcones, Fuenmayor y Navaparis.	2,5 hm ³ /a	Evitar la sobreexplotación. Incrementar la garantía de suministro en estiajes y sequías.	Existen estudios parciales previos y prueba piloto.
	5.32	DEPRESIÓN DE GRANADA	Detrítico.	Regadíos y abastecimiento de la Vega de Granada.	Excedentes invernales de los ríos Monachil, Dilar y Genil.	20 hm ³ /a	Incrementar la garantía de suministro en el sector de cabecera tanto para abastecimiento como para regadío.	
	5.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR	Aluvial y terrazas.	Alta demanda asociada a los regadíos del valle.	Canal del Bajo Guadalquivir.	50 hm ³ /a	Incremento de la garantía y mejora de la regulación para satisfacción de la demanda agrícola.	Existen estudios parciales previos y hay instalaciones piloto construídas.
	5.47	SEVILLA-CARMONA	Calcarenitas.	Sobreexplotación.	Canales del Guadalquivir.	10 hm ³ /a	Paliar la problemática asociada a la sobreexplotación	Existen estudios parciales previos y prueba piloto.

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
GUADALQUIVIR	5.49	NIEBLA-POSADAS	Mioceno.	La demanda para abastecimiento y agricultura es alta. Existen problemas de sobreexplotación.	Afluentes margen derecha Guadalquivir: Ribera Huelva-Cala, Valsequillo, Siete Arroyos, Viar, Ribera de Huezna, Retortillo y Bembézar.	10 hm ³ /a	Aumentar la garantía de abastecimiento e incrementar la disponibilidad para fines agrícolas. Paliar problemas de sobreexplotación.	
	5.54	ARCOS-BORNOS-ESPERA	Calcarenitas.	Sobreexplotación.	Embalse de Bornos.	5 hm ³ /a	Aumentar la garantía de suministro de agua para abastecimiento.	
	5.55	ALUVIAL DEL GUADALETE	Acuífero de los Sotillos.	Sobreexplotación. Fuerte demanda para regadío.	Arroyo de la Molinera.	1-4 hm ³ /a	Paliar problemas de sobreexplotación e incrementar la garantía de suministro.	Existen estudios previos parciales e instalaciones piloto.
	5.61	VEJER-BARBATE	Vejer-Barbate.	Sobreexplotación local. La demanda tanto para abastecimiento como para regadío es alta.	Excedentes de los embalses de Barbate, Almodóvar y Celemín. Río Barbate.	5 hm ³ /a	Corregir efectos causados por la sobreexplotación. Incrementar la garantía y mejorar la regulación.	
CUENCA SUR	6.05-6.06	BALLABONA-SIERRA LISBONA Y BAJO ALMANZORA	Detrítico de Ballabona y carbonatado de Sierra Lisbona y cuaternario del bajo Almanzora.	Sobreexplotación e intrusión marina locales.	Trasvase del Negratín-Almanzora, excedentes río Almanzora y ramblas.	Régimen irregular que habrá que estudiar. Capacidad libre del acuífero superior a 50 hm ³	Paliar la sobreexplotación e incrementar el grado de garantía y la capacidad de regulación hiperanual.	
	6.12	ANDARAX-ALMERÍA	Acuífero del Bajo Andarax.	Sobreexplotación	Río Nacimiento, aguas residuales y escorrentía esporádica de la Sierra de Gador:	5 hm ³ /a	Compensar la sobreexplotación	

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
CUENCA SUR	6.20	CARCHUNA-CASTELL DE FERRO	Aluvial de Castell de Ferro.	Regadíos de Castell de Ferro de elevada rentabilidad. Intrusión marina.	EDAR de Motril-Castell de Ferro (previsto tratamiento terciario).	3 hm ³ /a	Creación de una barrera para impedir intrusión marina	
	6.22	RÍO VERDE	Aluvial del río Verde.	Regadíos tropicales de la cuenca del río Verde de muy alta rentabilidad.	EDAR de Almuñecar (previsto tratamiento terciario). Excedente del embalse de Otivar.	9 hm ³ /a	Creación de barrera para impedir intrusión marina. Compensar problemas de sobreexplotación.	
	6.27	VÉLEZ	Acuíferos aluviales y zona costera.	Importante demanda agrícola. Problemas locales de sobreexplotación y salinización.	Excedentes del embalse de Vélez y EDAR de la Axarquía.	10 hm ³ /a	Incrementar la garantía de suministro para regadío. Corregir problemas locales de sobreexplotación y salinización.	
	6.39 6.40	FUENGIROLA MARBELLA-ESTEPONA	Costeros de Fuengirola y Marbella-Estepona.	Sobreexplotación. Intrusión marina. Importante demanda agrícola y recreativa (campos de golf).	Excedentes no utilizados de la EDAR de la mancomunidad de la Costa del Sol Occidental (ACOSOL).	10-20 hm ³ /a, hasta un máximo de 40 hm ³ /a	Corregir problemas de sobreexplotación e intrusión.	
	6.99	ACUÍFEROS AISLADOS Costa Oriental de Málaga	Sector costero de las cuencas vertientes al mar entre la desembocadura del río Vélez y el río la Miel. Acuíferos detríticos de la zona oriental de Málaga.	Importante demanda agrícola. Problemas locales de sobreexplotación y salinización.	Excedentes no regulados de los ríos Algarrobo, Torrox, Chillar, Maro y de la Miel. Excedentes de la reutilización de agua residual depurada.	5-10 hm ³ /a	Incrementar la garantía de suministro para regadíos. Corregir problemas de salinización y sobreexplotación local.	
JÚCAR	8.09 8.10	PLANA DE LA CENIA PLANA DE VINARÓZ-PEÑÍSCOLA	Cuaternario	Problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina. Demanda elevada para agricultura.	Escorrentía esporádica de los ríos Cenia, Agua Oliva, Cervera, Barbiguera y Servol. Podría contemplarse aguas residuales.	5 hm ³ /a	Corregir problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina. Aumentar la garantía de suministro.	

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
JÚCAR	8.11	PLANA DE OROPESA-TORREBLANCA	Cuaternario.	Problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina. Demanda elevada para agricultura.	Río Cuevas, San Miguel, Chinchilla y Fontanells.	5 hm ³ /a	Corregir problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina.	Existen estudios previos sobre represas de vaso permeable.
	8.12	PLANA DE CASTELLÓN	Cuaternario (especialmente acuífero de Vall d'Uxo).	Problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina (especialmente en Moncófar). Elevada demanda para agricultura.	Rambla de la Viuda, río Mijares, Molí de la Font, manantiales de San José y La Llosa y río Belcaire.	10-20 hm ³ /a	Corregir problemas locales de sobreexplotación e intrusión marina. Incrementar la garantía de suministro.	Existen estudios previos y un proyecto para recargar excedentes del Mijares en el río Seco de Burriana. Estudio de Impacto Ambiental de la recarga artificial en Vall d'Uxo.
	8.20	MEDIO PALANCIA	Acuífero de Algar-Quart.	Problemas locales de sobreexplotación. La demanda agrícola es elevada.	Río Palancia. Embalse de Azuébar.	5 hm ³ /a	Corregir problemas locales de sobreexplotación.	Existen estudios previos. Proyecto para el recrecimiento del Embalse de Regajo y construcción de un embalse específico de vaso permeable (Embalse de Algar).
	8.21	PLANA DE SAGUNTO	Acuífero cuaternario Plana de Sagunto.	Sobreexplotación e intrusión Marina.	Embalse de Azuébar.	De 5 a 10 hm ³ /a	Corregir sobreexplotación e intrusión marina. Incrementar la garantía de suministro.	
	8.37	ALMIRANTE-MUSTALLA	Jurásico de Villalonga-Oliva (La Safor).	Sobreexplotación. Fuerte demanda para abastecimiento.	Excedentes invernales río Serpis.	5 hm ³ /a	Garantizar abastecimientos urbanos. Paliar problemas de sobreexplotación.	Existe proyecto de Recarga artificial.

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

CUENCA HIDROGRÁFICA	UH	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ACUÍFERO POTENCIALMENTE RECARGABLE	DEMANDA O PROBLEMÁTICA EXISTENTE	PROCEDENCIA DEL AGUA DE RECARGA	VOLUMEN O CAUDAL DE AGUA POTENCIALMENTE RECARGABLE	OBJETIVO DE LA RECARGA	OTRAS CONSIDERACIONES
JÚCAR	8.38	PLANA DE GANDÍA-DENIA	Cuaternario.	Sobreexplotación e intrusión marina. Alta demanda para regadío.	Excedentes superficiales río Girona, Serpis, Jaraco, Bernisa, Bullens, Vedal, Racons, Beniopa y Gallinera.	En el río Girona podrían alcanzarse hasta 8 hm ³ /a	Corregir problemas locales de sobreexplotación. Incrementar la garantía de suministro.	Existen estudios previos en el cuaternario del río Girona.
	8.45	SIERRA AITANA	Polop.	Alta demanda para abastecimiento.	Excedentes del embalse de Guadalest.	2 hm ³ /a	Incrementar los recursos disponibles.	Existe un proyecto de recarga desde las fuentes del Algar.
	8.47	PEÑÓN-MONTGO-BERNIA-BENISA	Plana de Jávea.	Sobreexplotación e intrusión salina. Alta demanda para regadío.	Río Gorgos.	1-2 hm ³ /a	Corregir problemas de sobreexplotación e intrusión salina.	Existen estudios previos.
EBRO	9.37	JALÓN-HUERVA	Detrítico de Alfamen.	Alta demanda para regadío.	Excedentes invernales del río Jalón.	10 hm ³ /a 500 l/s	Disminuir descenso de niveles. Incrementar el grado de garantía de suministro.	Existen estudios previos.
	9.38	BELCHITE-MEDIANA	Calizo-dolomítico de Belchite.	Alta demanda para regadío.	Río Aguasvivas	1-2 hm ³ /a, 100 l/s en el período invernal.	Incrementar la garantía de suministro.	

como el volumen recargable deben ser objeto de un estudio de recursos disponibles y viabilidad técnica y económica. En el estudio mencionado se estima que los caudales transferibles, sin acondicionamientos significativos, son del orden de 2-2,5 m³ /seg.

UH. 02.08 REGIÓN CENTRAL DEL DUERO Valle de la Esgueva

La recarga artificial en el Valle de la Esgueva, tiene como objetivo paliar los descensos de niveles registrados en la zona de Esguevillas de Esgueva y garantizar así la viabilidad de los regadíos con aguas subterráneas existentes en la misma.

Se recargaría el acuífero del terciario detrítico a partir de aguas superficiales del Esgueva en el período de octubre a mayo. En el estudio realizado por el IGME (IGME,1984) se estimó el volumen recargable en unos 6,3 hm³/año, mediante la infiltración a presión atmosférica de 20 l/s en 15 pozos de recarga durante 8 meses.

El sistema de recarga probablemente requerirá de la construcción de 15 a 20 pozos de recarga, situados a lo largo del valle, y sus correspondientes tomas en el río, canales, balsas de decantación y canales de evacuación de excedentes.

UH. 02.17. REGIÓN DE LOS ARENALES Comarca del Carracillo

En la comarca del Carracillo se riegan con aguas subterráneas unas 2.600 hectáreas lo que ha provocado un importante descenso del nivel piezométrico, especialmente relevante en el acuífero arenoso superficial, de poco espesor (<30 m). El objetivo de esta acción es recargar el acuífero superficial de Los Arenales para paliar el descenso de niveles piezométricos.

Se utilizarían los excedentes invernales no regulables del Cega y del Pirón, que se recar-

garían en el acuífero superficial en la zona del interfluvio Cega-Pirón, mediante balsas de infiltración y zanjas en los cauces.

En el estudio realizado por la Junta de Castilla-León (DGEA, 1993) se cifró el volumen recargable en 22 a 25 h³/año y la inversión requerida para las obras en 2.000 a 2.600 millones, dependiendo de la alternativa elegida.

U.H. 02.17 REGIÓN DE LOS ARENALES Cubeta de Santiuste

La Cubeta de Santiuste está constituida por un pequeño acuífero arenoso superficial de 29 km² de superficie y 20 m. de espesor; sin embargo, sobre él se asienta una importante zona de cultivo cuyo riego con aguas subterráneas ha provocado un importante descenso de niveles piezométricos. El objetivo de esta acción de recarga es la recuperación de niveles del acuífero superficial y mantener la viabilidad de los riegos a partir de aguas subterráneas del acuífero superficial.

Según lo recogido en el estudio de la Cubeta de Santiuste (MAPA-SGEA, 1990) se utilizarían para la recarga los excedentes invernales del Voltoya. El volumen recargable estimado es de 4,4 hm³ anuales, con un caudal medio de recarga de 240 l/s durante 7 meses. La recarga se efectuaría por infiltración desde obras de superficie (balsas y zanjas y adaptación del arroyo de la Ermita). Se considera necesaria una superficie de recarga de al menos 7.000 m². Probablemente las infraestructuras requeridas consistirán en un azud de toma en el Voltoya, red de conducciones hasta la zona de recarga y hasta las balsas y las infraestructuras específicas para la recarga (balsas, zanjas, etc).

U.H. 02.17 REGIÓN DE LOS ARENALES La Moraña

En los últimos 30 años, la comarca de La Moraña, ha experimentado descensos acu-

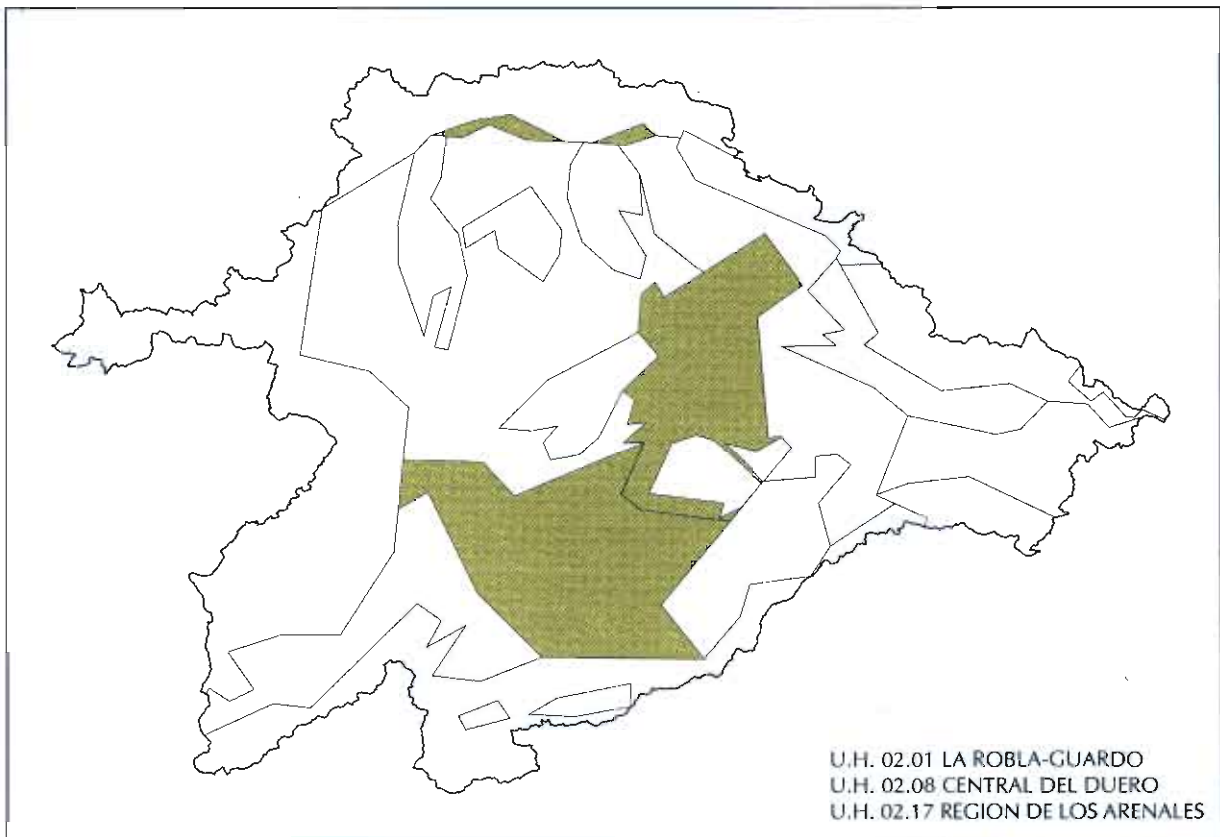


Figura 6. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Duero.

mulados del nivel piezométrico superiores a 20 m, alcanzando en alguna zona los 40 m. La recarga artificial se efectuaría mediante pozos de inyección en el acuífero terciario con el objetivo de compensar los efectos de la sobreexplotación local, y mantener los riegos con aguas subterráneas existentes.

En estudios anteriores se ha planteado utilizar para la recarga los excedentes invernales de los ríos Zapardiel, Trabancos y Guareña (IGME, 1982). El volumen recargable y las infraestructuras requeridas se determinarán en los estudios de viabilidad técnica y económica.

Cuenca del Tajo

En el Plan hidrológico de la cuenca del Tajo no se prevén actuaciones de recarga artificial

de acuíferos. En este Programa se propone la recarga del acuífero detrítico de Madrid, ya que se estima que podría significar una optimización del sistema de utilización conjunta de los recursos hídricos superficiales y subterráneos del sistema de abastecimiento de Madrid.

U.H. 03.05 MADRID-TALavera

Esta acción consiste en recargar el acuífero detrítico de Madrid en la zona del canal bajo, utilizando los excedentes no regulados en los embalses del Jarama y del Lozoya. Se utilizarían para la recarga los pozos de extracción ya existentes o bien otros construidos específicamente para tal fin. Se considera viable recargar un caudal total de 1 m³/s, en un total de 10 pozos a una media de 100 l/s por pozo.

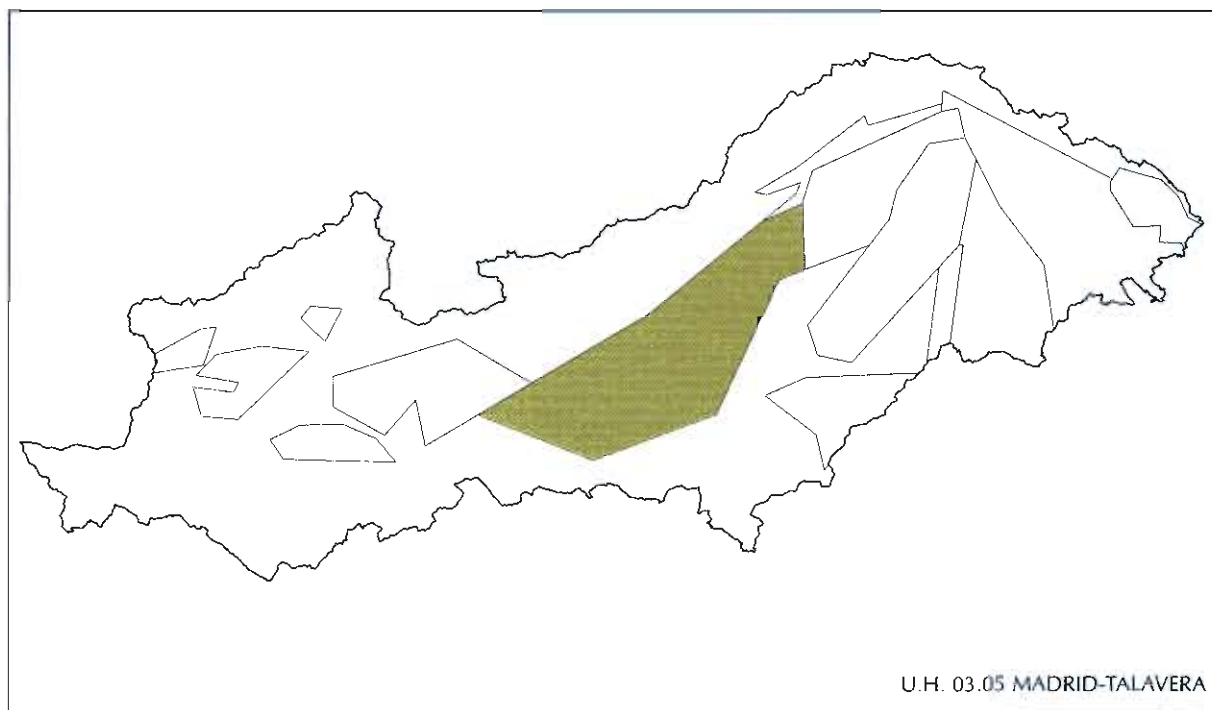


Figura 7. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Tajo.

Cuenca del Guadiana

En el Plan hidrológico del Guadiana I, en su artículo 74 y directriz 9.5 sobre recarga artificial, se propone la zona de Lepe-La Antilla-Redondela para efectuar experiencias de recarga artificial; en el Plan del Guadiana II, en su artículo 75 y directriz 9.5, se propone estudiar, en el primer horizonte del Plan, las posibilidades de recarga de los acuíferos con declaración provisional o definitiva de sobreexplotación y los implicados en sistemas de utilización conjunta; y estudiar todas las unidades en el segundo horizonte del Plan.

En este documento se proponen dos actuaciones, una en el sector Lepe-La Antilla-Redondela (U.H. Ayamonte-Huelva) y otra en la U.H. Mancha Occidental.

U.H. 04.04. MANCHA OCCIDENTAL

La Confederación Hidrográfica del Guadiana con objeto de incrementar los caudales que

se infiltran de forma natural en la unidad hidrogeológica de Mancha Occidental ha realizado a lo largo de los últimos años una serie de operaciones de recarga artificial.

Las actuaciones efectuadas, así como los volúmenes que se han infiltrado se relacionan a continuación:

- Construcción de siete pozos en las inmediaciones del canal de desagüe del embalse de Peñarroya para recargar parte del caudal que se vierte por la coronación de la presa. El volumen de agua infiltrado hasta marzo de 1997 era de 1 hm³.
- Regulación de la aportación del río Cigüela mediante compuertas en el molino de Molemocho, que cierra el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel en el cauce del Guadiana, derivando las aguas en sentido contrario, remontando el cauce del Guadiana, e infiltrando en el acuífero los caudales excedentarios. En el

año hidrológico 96/97 la recarga por este procedimiento fue del orden de los 20 hm³ y en el año hidrológico 97/98 alcanzó la cantidad de 60 hm³.

- Infiltración de los caudales del río Azuer a lo largo de 1,5 km del cauce seco del río Guadiana. Los volúmenes infiltrados son del orden 8 hm³ en el año hidrológico 95/96, 12 hm³ en el 96/97 y 16 hm³ en el 97/98.

Las actuaciones realizadas hasta la fecha responden a un aprovechamiento puntual en una situación húmeda. Se propone confirmar la viabilidad de un proyecto de mayor envergadura y continuidad.

U.H. 04.12 AYAMONTE-HUELVA

La viabilidad de recarga artificial en esta unidad ha sido estudiada por el Instituto

Geológico y Minero de España (IGME, 1985) y por el Servicio Geológico, a petición de la Confederación Hidrográfica del Guadiana (DGOH, 1989).

En ambos estudios se pone de manifiesto que el embalse del Chanza dispone de excedentes en aguas superficiales suficientes para atender la demanda existente. Estos excedentes pueden circular a través del canal de Chanza-Piedra, lo que permite la posibilidad de una segunda regulación mediante la recarga artificial de una parte de los mismos.

El objetivo de la recarga artificial es incrementar la garantía de suministro durante los meses de regadío y contribuir a disminuir el riesgo de intrusión marina.

Las zonas más adecuadas para realizar las operaciones de infiltración artificial se localizan en los parajes de "Valdeinfierno" y "Cuesta de la Teja" situados a 4,5 km al oeste

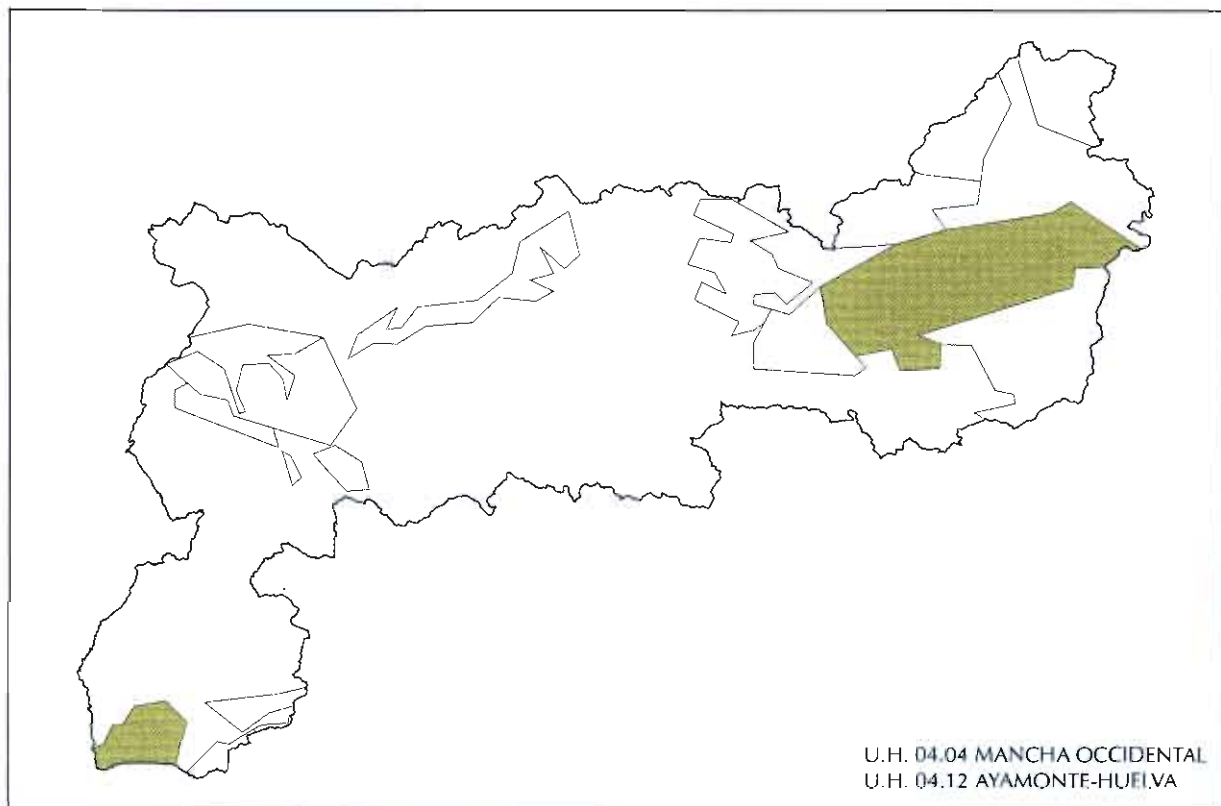


Figura 8. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Guadiana.

y 3,5 km al noroeste, respectivamente, de la población de Lepe.

Cuenca del Guadalquivir

En el artículo 64 del Plan Hidrológico del Guadalquivir se propone el estudio de la recarga artificial en cinco unidades hidrogeológicas: U.H. 12 Guadix-Marquesado, U.H. 19 Mancha Real-Pegalajar, U.H. 24 Bailen-Guarromán, U.H. 46 Aluvial del Guadalquivir, y U.H. 47 Sevilla-Carmona; y en el capítulo de "Aprovechamiento integral de las aguas subterráneas" se contempla también la recarga artificial en la U.H. 49 Niebla-Posadas.

En el Plan hidrológico del Guadalete-Barbate, artículo 64 y en el capítulo de "Aprovechamiento integral de las aguas subterráneas", se proponen otras seis unidades: U.H. 54 Arcos-Bornos-Espera, U.H. 55 Aluvial del Guadalete, U.H. 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona, U.H.58 Puerto de Santa María, U.H. 59 Puerto Real-Conil y U.H.61 Vejer-Barbate.

Se han incluido un total de nueve actuaciones de las cuales siete corresponden a unidades ya recogidas en los Planes de cuenca mencionados.

U.H. 05.14 BEDMAR-JÓDAR

El objetivo de esta acción es compensar el descenso de niveles piezométricos provocado por la intensa extracción de aguas subterráneas que se viene realizando en la unidad hidrogeológica Bedmar-Jódar, de la que se abastecen las poblaciones de estas dos localidades.

La unidad, con 14 km² de afloramientos permeables, está constituida por los acuíferos calcáreos del Mioceno Inferior y del Cretácico Superior.

En los estudios realizados por el Servicio

Geológico (DGOH, 1991 y DGOH, 1993) se estima un volumen recargable de unos 4 hm³/año procedentes de los manantiales del Sistillo (U.H. Almadén-Carluca) y de los manantiales de Albánchez de Úbeda, y se proponen tres posibles zonas para efectuar la recarga en el acuífero cretácico.

U.H. 05.19 MANCHA REAL-PEGALAJAR

Las poblaciones de Mancha Real y Pegalajar se abastecen de las aguas subterráneas de la unidad hidrogeológica Mancha Real-Pegalajar, actualmente sometida a una intensa explotación. El objetivo de esta acción es optimizar la utilización de los recursos hídricos y garantizar el suministro a las dos poblaciones mediante la recarga artificial de los acuíferos con excedentes del río Torres y los manantiales de Fuenmayor, Navaparis y los Charcones.

La recarga artificial de esta unidad fue estudiada por el Servicio Geológico (DGOH, 1992) y por el Instituto Tecnológico Geominero de España (IGME, 1988 e ITGE 1991). Se analizaron las zonas para efectuar la recarga artificial concluyéndose la preferencia por dos posibilidades: acuífero Mioceno y parte norte del acuífero Cretácico de Pegalajar, ambas en las proximidades de Mancha Real.

U.H. 05.32 DEPRESIÓN DE GRANADA

Se trata de recargar el acuífero detrítico de la unidad hidrogeológica 05.32 Depresión de Granada con excedentes de los ríos Geníl, Dilar y Monachil. El programa comprende la definición de excedentes, volumen recargable, método de recarga e infraestructuras, el análisis de viabilidad técnica y económica y la redacción del proyecto de las obras de recarga.

U.H. 05.46 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR

El acuífero aluvial del Bajo Guadalquivir se

extiende principalmente a lo largo de su margen izquierda.

En esta zona se sitúa una extensa superficie de riego de más de 18.000 ha en el Valle Inferior y 12.000 ha en el Bajo Guadalquivir, cuya demanda se satisface básicamente con aguas superficiales a través de una red de canales y acequias que parten de dos grandes conducciones principales: Canal del Bajo Guadalquivir y el Canal del Valle Inferior del Guadalquivir. No obstante existen períodos donde las disponibilidades de agua no son suficientes para satisfacer la demanda existente.

Para cubrir este déficit se propone la explotación del acuífero aluvial. Esta explotación debe garantizar no sólo los usos actuales, sino también los futuros, por lo que el Plan Hidrológico del Guadalquivir contempla la posibilidad de recargar artificialmente este acuífero actuando el mismo como un embalse subterráneo regulador de una parte de los excedentes invernales.

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir ha construido dos instalaciones de recarga artificial en Guadajoz y Brenes; realizando dos ensayos de infiltración de corta duración (inferior a 15 días) (DGOH, 1991; ITGE, 1994).

U.H. 05.47 SEVILLA-CARMONA

Las calcarenitas de Carmona constituyen un acuífero de 150 km² de superficie conectado hidráulicamente con las diferentes terrazas del río Guadalquivir. La unidad se asienta sobre un sector de gran demanda agrícola y presenta un balance hídrico deficitario.

El actual déficit se puede paliar o solucionar mediante la realización de recarga artificial, durante los meses invernales, aprovechando para ello los excedentes superficiales que se generan en dicha época.

El Instituto Tecnológico Geominero de

España (ITGE, 1989) realizó un estudio preliminar mediante la construcción de las obras de infraestructura precisas para poder efectuar un ensayo a escala reducida. La instalación piloto utilizada durante la experiencia de recarga artificial se localiza a 3 km al suroeste de la localidad de Dos Hermanas. El agua para la recarga procedía del canal del Bajo Guadalquivir.

Los resultados obtenidos a lo largo de la experiencia piloto (aproximadamente 3 meses de duración) demuestran que la recarga artificial resulta técnicamente viable y altamente eficaz para mejorar la regulación de los recursos hídricos en esta unidad acuífera. Se estima que para recargar los 9,5 hm³/a, en que se evalúa el déficit actual, se precisaría una superficie útil de infiltración ligeramente superior a 1,5 ha.

U.H. 05.49 NIEBLA-POSADAS

La unidad hidrogeológica de Niebla-Posadas tiene una estructura muy alargada que se extiende a través de las provincias de Córdoba, Sevilla y Huelva.

Los acuíferos que componen esta unidad presentan un elevado valor estratégico por su situación (proximidad a Sevilla y área metropolitana), así como por su tipología, ya que al tratarse de acuíferos confinados localizados por debajo de las margas tortonienses, salvo en pequeños tramos donde afloran, presentan un bajo riesgo de contaminación y un alto potencial para preservar la calidad de sus aguas con el fin de satisfacer demandas urbanas.

Los recursos hídricos de esta unidad se cifran en unos 35 hm³/a y su explotación en 30 hm³/a.

La recarga artificial se debe plantear a través de técnicas de tipo superficial. Las instalaciones se localizarán en los afloramientos adyacentes a los ríos que atraviesan la unidad.

U.H. 05.54 ARCOS-BORNOS-ESPERA

Los recursos de esta unidad se cuantifican en 7 hm³/a y su explotación (riego y abastecimiento) entre 6 y 8 hm³/a dependiendo de la variación de la demanda anual. Hay problemas de sobreexplotación en la zona de San Andrés. El valor estratégico de este acuífero es muy alto especialmente como fuente de abastecimiento a las poblaciones de Arcos, Bornos, Espera y en circunstancias especiales a la Bahía de Cádiz.

La aplicación de la técnica de la recarga artificial de acuíferos permitirá no sólo disminuir el riesgo de sobreexplotación, sino también garantizar los actuales usos para abastecimiento, así como mantener una valiosa reserva de agua para solventar los problemas derivados de eventuales secuencias climáticas secas.

El agua de recarga procedería del embalse de Bornos. La recarga artificial se realizaría sobre los afloramientos calcareníticos mediante la construcción de instalaciones específicas para este fin. No obstante, también se podría efectuar mediante infiltración natural en el embalse de Bornos, siempre que la lámina de agua embalsada alcance una determinada cota topográfica, ya que los flancos del embalse se encuentran en parte integrados en el acuífero calcarenítico.

U.H. 05.55 ALUVIAL DEL GUADALETE

La unidad hidrogeológica 05.55 (Aluvial del Guadalete), está constituida por dos acuíferos que se denominan de "Los Llanos del Sotillo" y "del aluvial". La experiencia de recarga artificial que se propone se proyecta para el primero de los acuíferos que se ubica

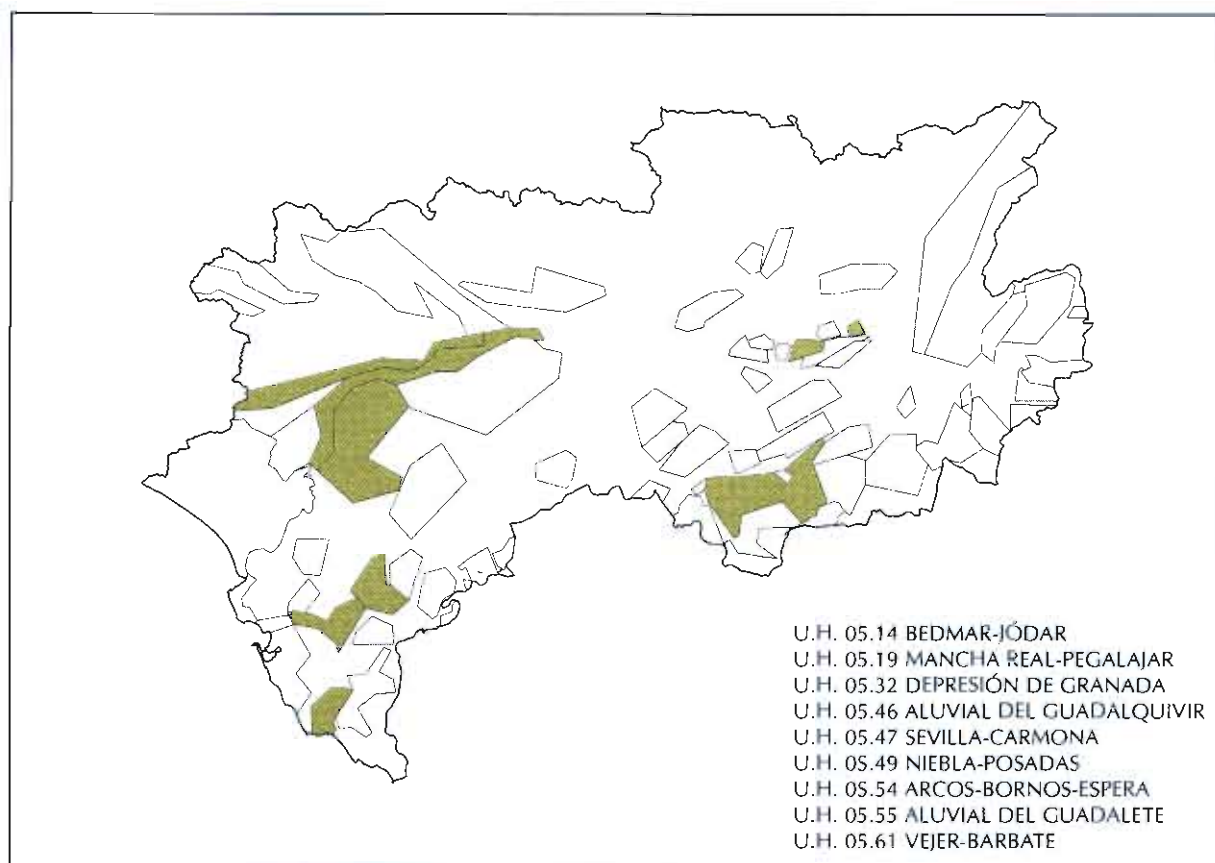


Figura 9. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Guadalquivir.

en la margen izquierda del río Guadalete, entre el río Majaceite y el arroyo Salado de Paterna.

La operación de recarga pretende regular, mediante el empleo del embalse subterráneo, los excedentes hídricos del arroyo de La Molineta y del resto de arroyos que atraviesan la unidad 05.55 "Aluvial del Guadalete", para garantizar los actuales usos y apoyar en épocas de sequía los abastecimientos públicos, tanto de las poblaciones de esta unidad como de las localidades próximas a la misma, a través de la red general de abastecimiento a la zona gaditana.

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, según diseño del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE, 1995), ha construido un dispositivo de recarga artificial en el paraje denominado "Posada de los Chupones". El dispositivo de recarga está constituido por los siguientes elementos: un azud con compuerta de derivación, una balsa de decantación, dos pozos colgados de infiltración, así como canales de alimentación, unión entre instalaciones y desagüe de posibles sobrantes.

U.H. 05.61 VEJER-BARBATE

Dada la importancia que tiene esta unidad en la satisfacción de demandas para consumo urbano, regadíos de alto rendimiento y mantenimiento hídrico de parajes naturales, se considera muy interesante estudiar la posibilidad de plantear un esquema de recarga artificial que aproveche excedentes invernales del embalse de Barbate, y en menor medida de los embalses de Almodóvar y Celemín.

Cuenca del Sur

El Plan Hidrológico del Sur, en su artículo 46, prevé la recarga artificial a partir de presas para laminación de avenidas en seis unidades hidrogeológicas: Campo de Níjar (U:H.11), Campo de Tabernas-Gérgal

(U.H.9), Alto Aguas (U.H. 8), Bédar-Alcornia (U.H.7), Bajo Almanzora (U.H.6), Ballabona-Sierra Lisbona (U.H.5); y en otras ocho unidades a partir de aguas residuales depuradas: Marbella-Estepona (U.H.40), Bajo Guadalhorce (U.H.37), Vélez (U.H.27), Río Verde (U.H.22), Motril-Salobreña (U.H.21), Campo de Dalías (U:H.14), Andarax-Almería (U.H.12), Bajo Almanzora (U.H.6).

En el artículo 63, "Instalaciones para recarga artificial", se prevé como objetivo para el horizonte de 10 años la construcción de presas para laminación de avenidas y recarga artificial en la rambla Morales-Artal (recarga en la U.H. 11 Campo de Níjar) y río Aguas (recarga en las U.H. 8 Alto Aguas y 7 Bédar-Alcornia) y el inicio de la del río Antas (recarga en las U.H.6, Bajo Almanzora y 5, Ballabona-Sierra Lisbona); y la recarga con aguas residuales en las U.H. 14, Campo de Dalías y 12, Andarax-Almería.

En el segundo horizonte del Plan se prevé la recarga artificial con aguas residuales depuradas de las seis unidades restantes (unidades 40, 37, 27, 22, 21 y 6).

Se han incluido nueve actuaciones de las cuales siete corresponden a actuaciones planteadas en el Plan Hidrológico de la cuenca.

La recarga artificial del Campo de Dalías no se ha incluido en este documento ya que forma parte de las medidas complementarias del Plan de Ordenación de las extracciones de la unidad hidrogeológica, actualmente en fase de ejecución. Las obras para la recarga de los posibles excedentes de las Fuentes de Marbella o del embalse de Benínar, y de las aguas pluviales y aguas residuales están parcialmente ejecutadas.

U.H. 06.05 BALLABONA-SIERRA LISBONA U.H. 06.06 BAJO ALMANZORA

Estas unidades se encuentran sometidas a un importante grado de sobreexplotación que

alcanza una cuantía superior al 300% en la unidad de Ballabona-Sierra Lisbona. El río Almanzora atraviesa las formaciones permeables, por lo que es factible plantear operaciones de recarga artificial a partir de los excedentes superficiales que circulan por este cauce fluvial, que se pueden regular en el embalse de Cuevas de Almanzora, o bien de futuras transferencias procedentes del trasvase Negratín-Almanzora.

U.H. 06.12. ANDARAX-ALMERÍA

El acuífero del Bajo Andarax está sometido a una intensa explotación y al crecimiento de la demanda, debido al importante desarrollo turístico del litoral almeriense, no permite prever la disminución de las extracciones. El objetivo de esta acción es compensar este proceso mediante la recarga artificial del acuífero con aguas procedentes de la vertiente norte de la Sierra de Gádor y del río Nacimiento, teniendo en cuenta los proyectos de los embalses de Canjayar y Nacimiento, y con aguas residuales tratadas.

U.H. 06.20 CARCHUNA-CASTELL DE FERRO

Esta pequeña unidad hidrogeológica está constituida por un acuífero detrítico cuyo bombeo alimenta los regadíos de Castell de Ferro de elevada rentabilidad. El acuífero se encuentra afectado por una incipiente intrusión marina. La problemática existente se podría reducir mediante el aprovechamiento, a través de recarga artificial, del agua procedente de la EDAR de Motril-Castell de Ferro que no se emplee directamente en regadío.

U.H. 06.22 RÍO VERDE

El acuífero detrítico que conforma esta unidad se encuentra sometido a una importante explotación para uso agrícola. En períodos

secos el agua bombeada supera a las entradas al sistema por infiltración de agua de lluvia. En estas condiciones se produce un avance de la interfase que podría paliarse mediante recarga artificial del agua residual tratada que genera la EDAR de Almuñecar y los excedentes de la presa de Otivar.

U.H. 06.27 VÉLEZ

Se pretende optimizar la utilización de los recursos hídricos disponibles y contener el proceso de intrusión marina en el acuífero de Vélez-Málaga mediante la recarga artificial, en las zonas costeras y en los ríos Vélez y Benamargosa, a partir de excedentes no regulados de estos ríos (presa Vélez) y de las aguas residuales tratadas procedentes de las EDAR de la comarca de la Axarquía.

U.H. 06.39 FUENGIROLA

U.H. 06.40 MARBELLA-ESTEPONA

Los acuíferos de Marbella-Estepona y Fuengirola están constituidos por formaciones terciarias y cuaternarias que se apoyan sobre un zócalo paleozoico de muy baja permeabilidad. Estas unidades se encuentran sobreexplotadas localmente y presentan al menos de modo puntual fenómenos de intrusión marina. En la unidad de Fuengirola también se ha detectado contaminación por nitratos.

El tratamiento de las aguas residuales en la Costa del Sol se realiza a través de la mancomunidad de la Costa del Sol Occidental que integra a las principales poblaciones de la zona (Estepona, Marbella, Fuengirola, Benalmádena y Mijas). El volumen de agua residual depurada se acerca a 40 hm³/año. La utilización de esta agua se podría derivar, entre otras actuaciones, hacia operaciones de recarga artificial de acuíferos, ya que actualmente se vierte al mar, salvo una pequeña fracción que se emplea en regadío.

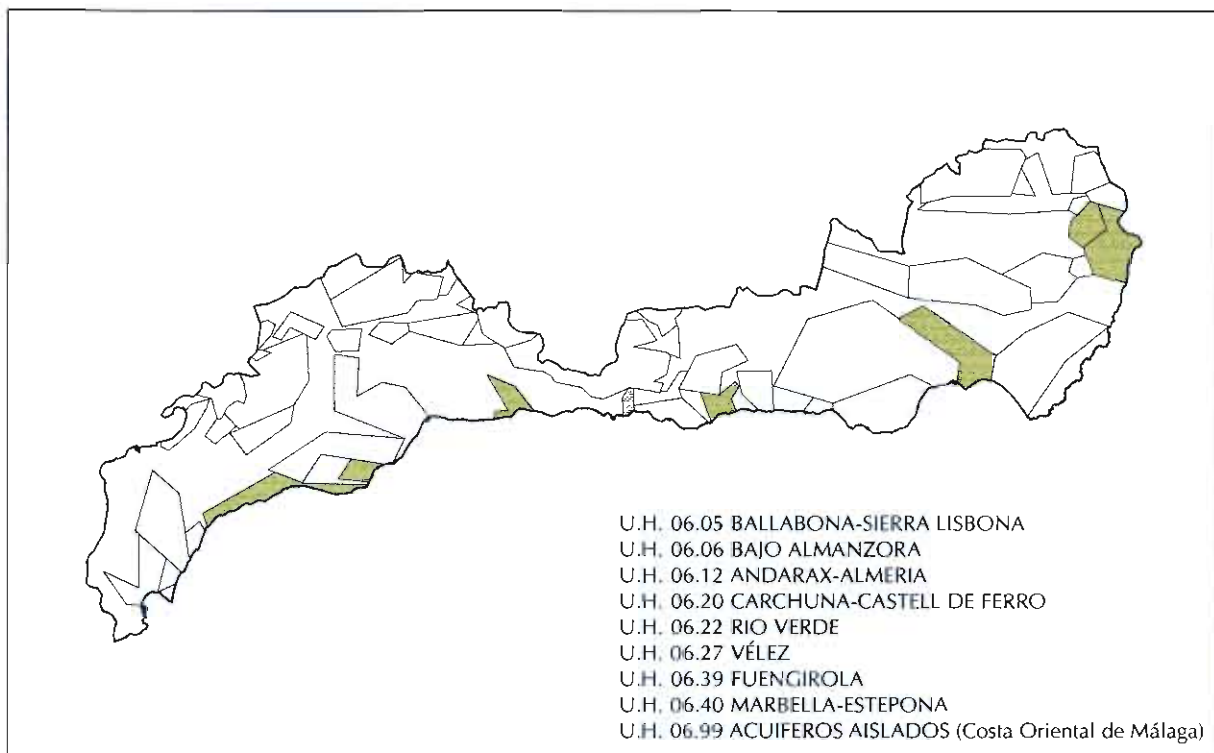


Figura 10. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Sur.

U.H. 06.99 ACUIFEROS AISLADOS costa oriental de Málaga

La propuesta de actuación se concreta únicamente sobre los acuíferos detríticos que se extienden a lo largo del litoral oriental malagueño. Las formaciones permeables (aluviales de los ríos Algarrobo, Torrox, Chillar, Maro y Miel, así como el acuífero detrítico costero de Nerja) son de dimensiones limitadas y sus recursos proceden fundamentalmente de la infiltración que se produce a través del lecho de los cursos fluviales. Las actuaciones de recarga artificial en estos cauces fluviales, dada la estrecha relación existente entre los ríos y los acuíferos, favorecerá la recarga de estos últimos.

Cuenca del Júcar

En el Plan Hidrológico del Júcar se propone el estudio de varias actuaciones de recarga

artificial que afectan a nueve unidades hidrogeológicas.

- En el Programa 2.6 "Recarga Artificial de Acuíferos" se consideran las infraestructuras necesarias para la ejecución de experiencias piloto en la U.H. 8.38, Plana de Gandía-Denia en el acuífero Vall d'Uxo-Almenara-Moncófar de la U.H. 8.12 Plana de Castellón, en las U.H. 8.20 y 8.21 Medio Palancia y Plana de Sagunto, y en la U.H. 8.29 Mancha Oriental.

- También se prevé el estudio de la recarga a partir de aguas residuales depuradas de las unidades hidrogeológicas 8.48 Orçeta, 8.47 Peñón-Montgó-Bernia, 8.21 Plana de Sagunto, 8.12 Plana de Castellón, 8.10 Plana de Vinaroz-Peñíscola y, sin definir la procedencia del agua, la recarga en Oropesa-Torreblanca (U.H. 8.11).

Se proponen diez actuaciones de las cuales

ocho afectan a unidades hidrogeológicas previstas en el plan de la cuenca.

U.H. 08.09 PLANA DE LA CENIA

U.H. 08.10 PLANA DE VINAROSZ-PEÑÍSCOLA

Ambas unidades tienen dos niveles acuíferos separados por una formación impermeable. El tramo superior es de naturaleza detrítica y el inferior de carácter carbonatado. La zona está sometida a una fuerte demanda tanto de origen agrícola como urbano que ha provocado en algunas zonas ligeros problemas de sobreexplotación e intrusión marina. La existencia de estos fenómenos negativos se podría paliar mediante actuaciones de recarga artificial de acuíferos.

La aplicación de las técnicas de recarga artificial se ve favorecida por la circulación sobre los afloramientos permeables de una serie de ríos y ramblas (Cenia, Servol, Barbiguera, Agua Oliva y Cervera) con fuertes avenidas y estiajes prolongados. Únicamente el río Cenia se encuentra regulado en el embalse de Ulldecona.

También se puede contemplar como fuente de agua para la recarga artificial la residual urbana procedente de distintos núcleos de población.

U.H. 08.11 PLANA DE OROPESA-TORREBLANCA

La viabilidad de recarga artificial en esta unidad fue estudiada por el Servicio Geológico para dos zonas de la misma (DGOH, 1982). Para la zona de Oropesa se analizaron los caudales no utilizados en la Font del Molí en Castellón, concluyéndose que podrían inyectarse directamente en los sondeos de abastecimiento volúmenes anuales medios de 2,5 a 6,5 hm³ según la capacidad de elevación y transporte instalada y el régimen de operación.

Para la zona de Torreblanca se consideró la

construcción de una presa en el río Cuevas o San Miguel que retendría agua de avenidas para su posterior infiltración por el cauce en su tramo final, en la plana costera. En las soluciones más económicas podrían obtenerse 2-3 hm³/año de recursos adicionales mediante un embalse de 15-20 hm³ de capacidad, con costes unitarios bastante altos (8 ptas de 1982 por cada m³ adicional conseguido).

U.H. 08.12 PLANA DE CASTELLÓN

El estudio y proyecto de las obras de recarga artificial del acuífero de Vall d'Uxó fue realizado por la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ, 1998).

El acuífero de Vall d'Uxó está situado en la comarca de la Plana Baja de Castellón, en la cuenca del río Belcaire. Actualmente está sometido a una progresiva sobreexplotación que está provocando la disminución de las reservas del acuífero y la salinización de las aguas subterráneas por intrusión marina. El déficit, estimado en 8 hm³ anuales, se pretende paliar mediante varias actuaciones entre las cuales se incluye la recarga artificial del acuífero con los excedentes de crecida del río Belcaire.

Para el sistema de recarga artificial se requiere la construcción de un azud de derivación en el río Belcaire, un canal, un embalse regulador y pozos de recarga en la zona de La Rambleta, perteneciente al acuífero de Vall d'Uxó.

Se propone también el estudio de las posibilidades de recarga artificial de la zona norte de la Plana de Castellón con excedentes invernales de la Rambla de la Viuda y del río Mijares.

La recarga artificial en el río Veo o Seco fue estudiada por el Servicio Geológico (DGOH, 1980 y DGOH, 1982). Se propuso la recarga artificial en el cauce del río Veo, de la rambla de la Viuda y del río Borriol, como parte del

sistema de utilización conjunta de los recursos hídricos de la zona, y se proyectaron las obras para la construcción de una balsa de infiltración en el cauce del río Veo para realizar una experiencia, de algunos meses de duración, utilizando agua del río Mijares para la recarga.

U.H. 08.20 MEDIO PALANCIA

Esta acción consiste en recargar las calizas del Jurásico y del Muschelkalk del acuífero Algar-Quart, a partir del embalse de Azuébar en el río Palancia.

Se pretende incrementar los recursos disponibles en el acuífero de la Fuente Quart, sometido a fuerte explotación (DGOH, 1986). El volumen recargable se estima en unos 5 hm³/año que se infiltrarían desde el mismo vaso del embalse y, si se considera necesario, en pozos de recarga que se construirían para aumentar la infiltración natural.

U.H. 08.21 PLANA DE SAGUNTO

Se pretende garantizar los recursos disponibles para riego en el acuífero cuaternario de la unidad hidrogeológica 08.21 Plana de Sagunto, actualmente sobreexplotado.

El agua para la recarga procedería del embalse de Azuébar, actualmente en construcción, entre cuyas funciones se ha previsto almacenar escorrentía para posteriormente efectuar la recarga artificial en la plana costera, a través del acuífero aluvial. El volumen a recargar (DGOH, 1986) se estima entre 5 y 10 hm³/año de media, que se infiltrarían desde el propio cauce del río Palancia, acondicionado a estos efectos, y balsas de infiltración de nueva construcción.

U.H. 08.37 ALMIRANTE-MUSTALLA

El estudio de viabilidad y el proyecto de recarga de la Safor (Valencia) ha sido realiza-

do por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOH-CA, 1997).

Se pretende recargar el acuífero Jurásico de Villalonga-Oliva, de unos 10 km² de superficie, cuya recarga anual por infiltración de agua de lluvia está cifrada en unos 4 hm³.

Los bombeos actuales son del orden de 5 hm³/año, por lo que el objetivo de la recarga es garantizar las demandas para abastecimiento urbano que actualmente se satisfacen con aguas subterráneas y paliar el proceso de sobreexplotación.

Se utilizarían excedentes invernales del río Serpis, no regulados por el embalse de Beniarrés. El volumen recargable anualmente se estima en unos 4,5 hm³/año. Se prevé la construcción de 4 pozos de recarga de 200 m. de profundidad, una balsa de decantación, un azud y una conducción para eliminar del sistema aguas de mala calidad drenadas al embalse de Beniarrés y la automatización de la compuerta del azud de Racó de la Tarda.

U.H. 08.38 PLANA DE GANDÍA-DENIA

La Plana de Gandía-Denia engloba a un acuífero costero, sometido a un alto grado de explotación, constituido por materiales cuaternarios y pliocuaternarios que se extienden entre las poblaciones de Denia y Tabernes de Valldigna. El acuífero está conectado con el río Girona, de régimen muy irregular, pero con una aportación global anual importante.

Con posterioridad al estudio de disponibilidades para recarga realizado por la Confederación Hidrográfica del Júcar (DGOH-CHJ, 1990), el Instituto Tecnológico Geominero de España, conjuntamente con la Diputación de Alicante, ha realizado entre los años 1996 y 1999 una serie de estudios (ITGE, 1996 e ITGE, 1999) en el valle del río Girona para aprovechar sus excedentes hídricos en operaciones de recarga artificial.

Como instalaciones de infiltración se podrían emplear tanto acondicionamientos en el cauce del río, como pozos de gran diámetro con galerías horizontales en su fondo.

U.H. 08.45 SIERRA AITANA

Se trata de incrementar la garantía de disponibilidad de recursos hídricos para el abastecimiento urbano y agrícola del consorcio de la Marina Baja, recargando los excedentes que eventualmente se producen en el embalse de Guadalest en el acuífero de Polop, perteneciente a la unidad hidrogeológica 08.45 Sierra de Aitana.

La Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOHCA, 1997), realizó el estudio de la capacidad de recarga del acuífero y de la viabilidad de la recarga artificial a partir de los posibles excedentes de las fuentes de El Algar; concluyéndose que los volúmenes que puede admitir el acuífero son, cuando menos, del orden de 2 hm³/a de media, y la conveniencia de utilizar preferentemente para la recarga los excedentes del embalse de Guadalest y optimizar la explotación del Algar incrementando las extracciones.

Se utilizarían las conducciones existentes entre el embalse de Guadalest y Polop y se

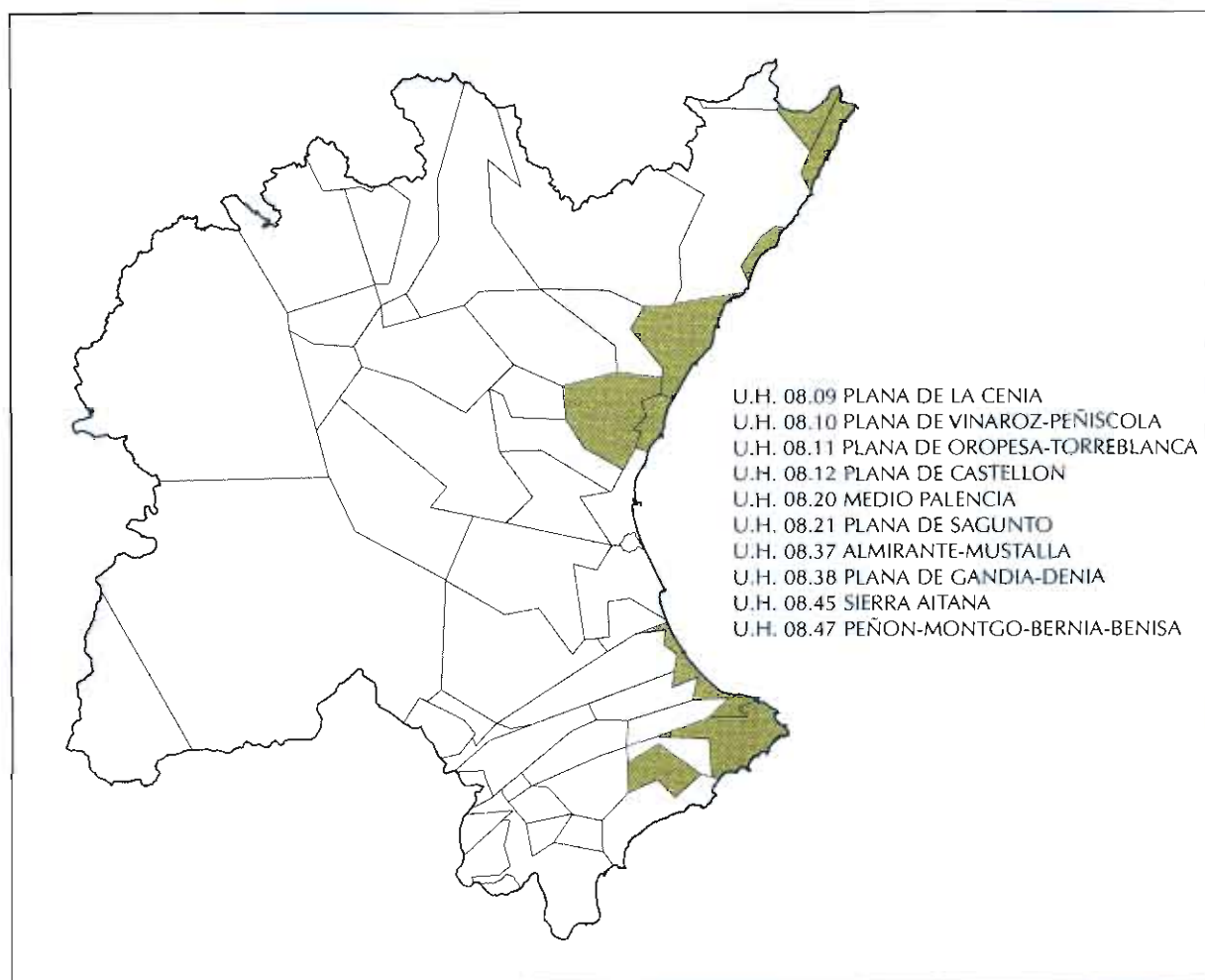


Figura 11. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Júcar.

construirían al menos cinco pozos de recarga y las tomas, conducciones y adaptaciones correspondientes.

U.H. 08.47 PEÑÓN-MONTGÓ-BERNIA-BENISA

La Plana de Jávea conforma un acuífero costero de carácter detrítico constituido por gravas, arenas y areniscas que descansan sobre unas margas blanquecinas impermeables.

El acuífero está sometido a un fuerte régimen de bombeo que en los años secos provoca un deterioro de la calidad del agua subterránea por intrusión marina.

El Instituto Tecnológico Geominero de

España, conjuntamente con la Diputación de Alicante, han realizado durante los años 1998 y 1999 un estudio de viabilidad (ITGE, 1999) para la implantación de operaciones de recarga artificial de acuíferos mediante la construcción de diques de infiltración localizados en el cauce del río Gorgos.

Cuenca del Ebro

En el Plan Hidrológico del Ebro se prevé el estudio de las posibilidades de la recarga artificial en siete unidades hidrogeológicas: Queiles-Jalón (U.H.36), Aluvial del Glera (U.H.24), Belchite-Mediana (U.H.38), Valdegutur (U.U.60), Vicfret-Guissona (U.H.56), Jalón-Huerva (U.H.37), y Ezcaray-Pradoluengo (U.H.32).

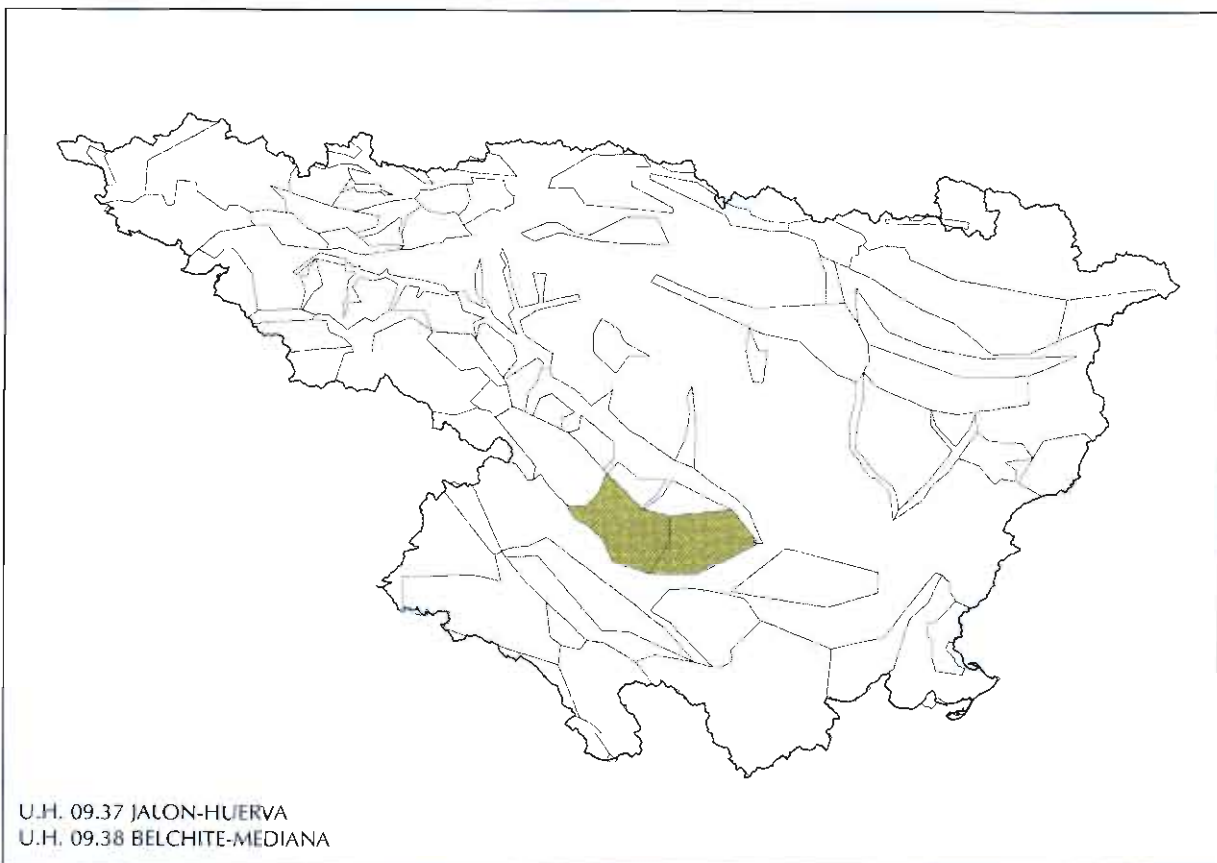


Figura 12. - Unidades hidrogeológicas seleccionadas para la realización de estudios de recarga artificial en la cuenca del Ebro.

Se propone el estudio de dos de las actuaciones previstas en el Plan Hidrológico de cuenca, considerando el diferente grado de utilización de los recursos hídricos en cada unidad hidrogeológica y, en consecuencia, la diferente necesidad y prioridad de la programación de operaciones de recarga artificial.

U.H. 09.37 JALÓN-HUERVA

Los regadíos de la subcomarca de la Almunia de Doña Godina se realizan, por una parte, con aguas superficiales que se toman del río Jalón y, por otra, bombeando aguas del acuífero detrítico de Alfamén. La ampliación del riego por bombeo acaecida en los últimos años ha provocado un descenso lento pero continuo de los niveles piezométricos. En este sentido la recarga artificial permitiría almacenar en el acuífero excedentes invernales procedentes del río Jalón que se podrían después consumir en verano.

La Confederación Hidrográfica del Ebro, conjuntamente con el Instituto Tecnológico Geominero de España, ha realizado un estudio de recarga artificial en este acuífero (ITGE, 1990).

U.H. 09.38 BELCHITE-MEDIANA

El acuífero potencialmente recargable es el calizo-dolomítico de Belchite, muy permeable por fisuración y karstificación. En la comarca la explotación de las aguas subterráneas para regadío, en períodos de sequía, provoca acusados descensos del nivel piezométrico e incluso un vaciado del acuífero.

La posibilidad de plantear operaciones de recarga artificial del acuífero viene facilitada por el carácter perdedor que presenta el río Aguasvivas, que delimita a la formación permeable por su borde sur, así como por la importante cuantía del excedente hídrico invernal que presenta este curso fluvial.

4.2 ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades programadas y valoradas en este documento se realizarán en dos fases, la primera de las cuales comprenderá los estudios de viabilidad técnica y económica y la segunda la redacción de los proyectos de obra.

Primera fase: análisis de viabilidad técnica y económica

El objetivo de esta fase es disponer de los conocimientos necesarios sobre el estado de aprovechamiento de los recursos hídricos y sobre las circunstancias hidrogeológicas condicionantes del diseño de las instalaciones para seleccionar las acciones de recarga a

implantar. Comprende el estudio de viabilidad técnica y el estudio de viabilidad económica.

En el **estudio de viabilidad técnica** se identificará y dimensionará el problema existente y se definirán los objetivos concretos y beneficios esperables de la recarga e incluirá el análisis de los siguientes aspectos hidrológicos e hidrogeológicos:

- Estudio de los excedentes disponibles para la recarga, en el que se determinará el origen del agua de recarga, su régimen temporal, en cuanto a caudales y volúmenes, y su calidad físico-química y bacteriológica.

- Estudio hidrogeológico de detalle del acuífero a recargar, cuyo objetivo es evaluar la aptitud y respuesta del acuífero frente a la recarga, para lo cual se concretarán los volúmenes recargables o capacidad de recarga del acuífero, el caudal de recarga y los requisitos de calidad del agua para la recarga. Se definirán la geometría, las características del acuífero y su recarga y descarga.

- Análisis de alternativas, selección de las zonas más favorables y evaluación del efecto de la operación de recarga. En este apartado se propondrán el método seleccionado y los procedimientos y dispositivos para efectuar la recarga, ya sea superficial (balsas, zanjas y actuaciones en cauces) o subterránea (pozos de inyección, galerías, drenes), y las previsiones sobre los fenómenos de colmatación y procedimientos para disminuir su efecto. Se realizará un estudio comparativo de las diferentes posibilidades de configuración del sistema de recarga y la propuesta de la más ventajosa.

Para simular el efecto provocado por la implantación del sistema de recarga diseñado y conocer las mejoras introducidas en la gestión y protección de los recursos hídricos, si se considera necesario, se analizarán los horizontes temporales de corto, medio y largo plazo mediante modelos matemáticos de flujo.

- Definición de las infraestructuras requeridas. Se diseñarán y dimensionarán las instalaciones del sistema de recarga propuesto, incluyendo las infraestructuras de captación, regulación y conducción de excedentes hasta la zona de recarga, y las infraestructuras específicas de recarga (pozos, balsas, etc.). En la propuesta se recogerá una estimación de la vida útil de las instalaciones (colmatación, corrosión, obsolescencia) y se concretarán las reglas de operación del sistema. Se definirán los dispositivos y procedimientos

de control y seguimiento del proceso de recarga y su evolución temporal.

Para valorar las posibilidades reales de implantación del sistema, una vez analizada su viabilidad técnica, se realizará el **estudio de viabilidad económica** en el que se examinarán tanto los aspectos estrictamente económicos como los aspectos legales que la operación de recarga pudiera suscitar.

El estudio de los condicionantes legales de la implantación se centrará en los factores jurídicos y en las medidas legales requeridas para la implantación del sistema de recarga y su repercusión en la gestión de los recursos hídricos, como por ejemplo la conveniencia de creación de comunidades de usuarios, la disponibilidad de terrenos o la preservación de derechos privados o públicos.

El objetivo del estudio económico es el análisis de los costes de implantación y operación del sistema de recarga propuesto en relación al beneficio medioambiental y socioeconómico que se pudiera derivar de la misma. Se evaluarán la inversión inicial o costes de ejecución de las infraestructuras requeridas para la instalación del sistema, los costes de explotación, los costes de mantenimiento, el período de amortización de las infraestructuras y el coste del m³ puesto a disposición. En la evaluación económica se integrarán los precios de los terrenos necesarios para las infraestructuras de nueva creación.

Segunda fase: elaboración y redacción del proyecto de las obras de recarga

El objetivo de esta fase es disponer de los proyectos de las obras requeridas para la implantación de las actuaciones de recarga artificial de acuíferos que hayan sido finalmente seleccionadas, y de los correspondientes estudios de impacto ambiental.

Los proyectos incluirán la totalidad de las

obras del sistema de recarga diseñado: las obras de captación, regulación y conducción de excedentes y las infraestructuras de recarga artificial y control del sistema.

La calidad de la definición de las obras reco-

gida en la memoria, planos y anejos del proyecto, así como los presupuestos incluidos, tendrán la precisión y detalle requeridos para proyectos definitivos y válidos para su correspondiente tramitación, aprobación y ejecución.