

II Seminario Nacional “El papel de las aguas subterráneas en la política del agua de España”

**Observatorio del Agua de la Fundación Botín
Madrid, 1 de febrero de 2011**

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

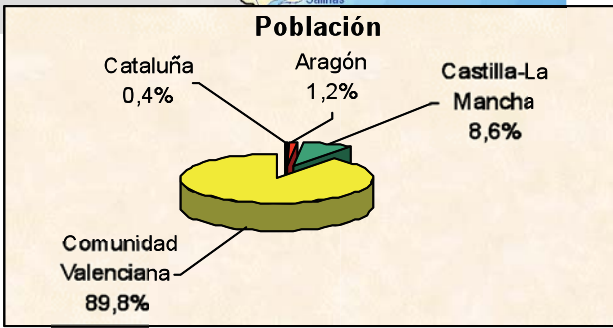
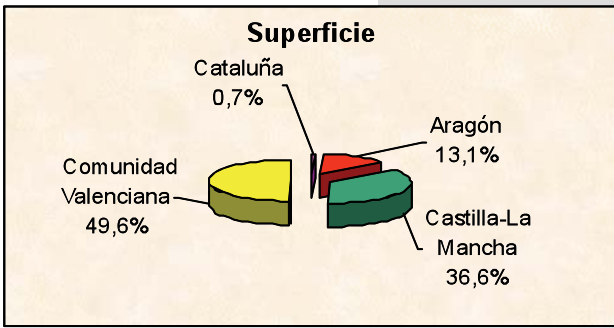
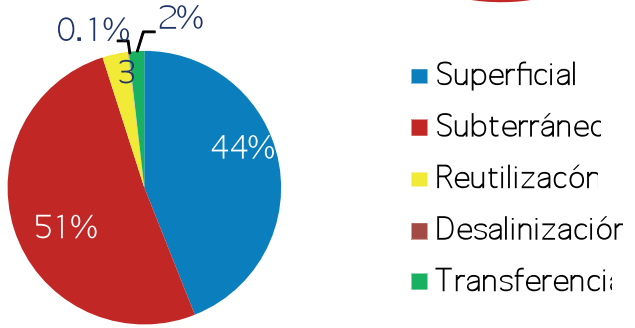
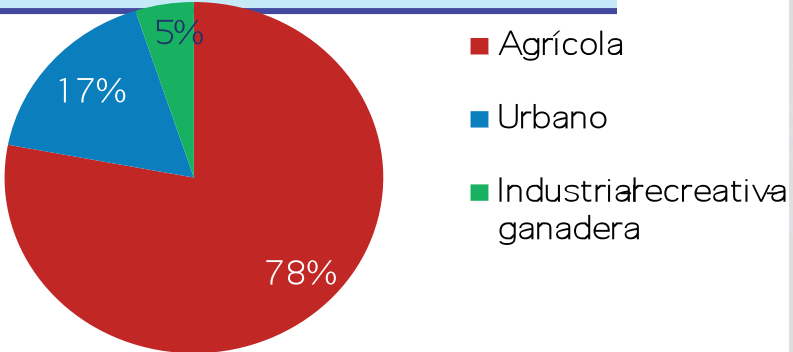
**Javier Ferrer Polo y Arancha Fidalgo Pelarda
Oficina de Planificación Hidrológica
Confederación Hidrográfica del Júcar**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
DISPONIBLES
3. ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
4. ESTADO CUANTITATIVO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
5. ESTADO QUÍMICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
6. PROGRAMA DE MEDIDAS RELATIVO A LAS MASAS DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO
7. CONCLUSIONES

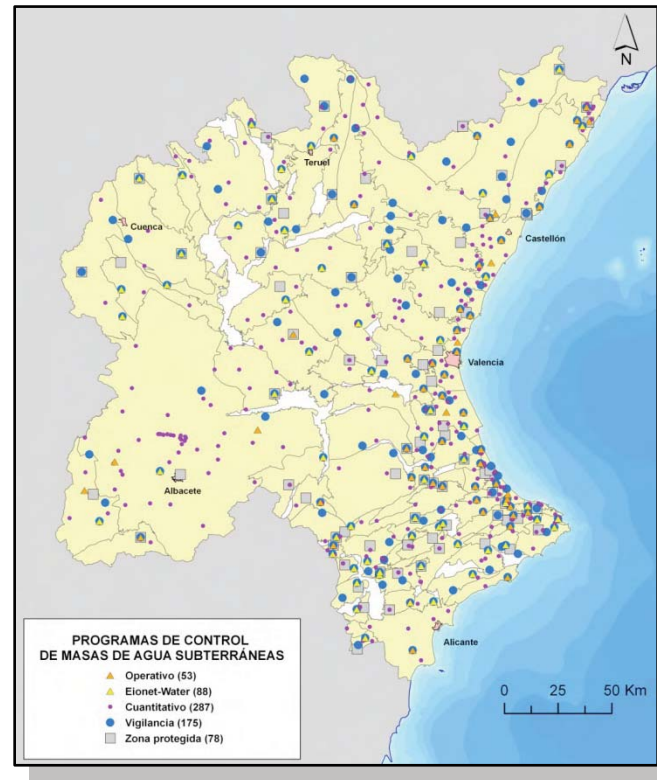
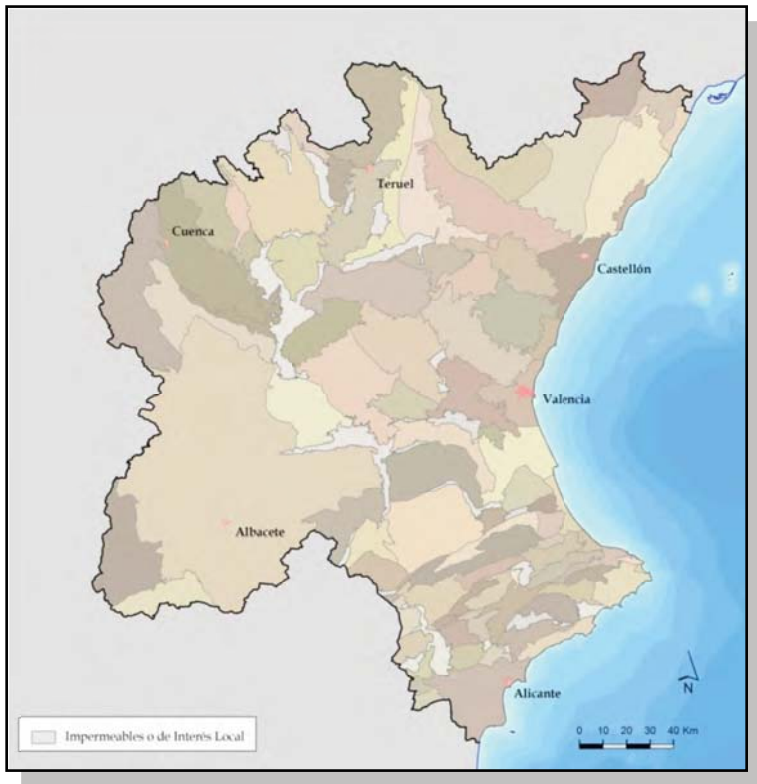
1. INTRODUCCIÓN: descripción de la cuenca

Superficie (km²)	42.851
Población permanente(2009)	5.162.163
Población equivalente por turismo(2009)	404.883
Superficie de regadío (ha)	369.003
Demanda de agua (hm³/año)	3.156



1. INTRODUCCIÓN

90 masas de agua subterránea (95% por de la superficie total)



REDES DE SEGUIMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Control y seguimiento estado **cuantitativo**: 287
- Control y seguimiento del estado químico:

Red **Operativa**: 53

Red de **Vigilancia**: 175

- Control de **zonas protegidas** (aguas consumo humano): 78

- **Eionet-Water** (Red internacional de control): 88

1. INTRODUCCIÓN

MEJORAS SEGÚN LOS TRABAJOS DE LA ENCOMIENDA DE GESTIÓN (DGA- IGME)

Actividad 1	Adaptación de la información hidrogeológica a la nueva unidad de gestión (masa de agua subterránea). Intercambio de información
Actividad 2	Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales
Actividad 3	Seguimiento y asistencia técnica en el proceso de planificación hidrológica
Actividad 4	Identificación y caracterización de la inter relación entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico
Actividad 5	Mapa de piezometría de España
Actividad 6	Seguimiento y revisión de los planes de sequía
Actividad 7	Establecimiento de indicadores de intrusión marina y cálculo de los volúmenes ambientales al mar
Actividad 8	Selección e identificación de masas de agua donde es preciso plantear estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos
Actividad 9	Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua
Actividad 10	Apoyo a la implementación de la Directiva de protección de aguas subterráneas. Determinación de tendencias y de puntos de partida para la inversión de tendencias
Actividad 11	Colaboración para la aplicación, en masas en riesgo por nitratos, de herramientas de análisis de presiones e impactos
Actividad 12	Organizar e impartir cursos de formación en países iberoamericanos
Actividad 13	Colaboración científico-técnica en materia de hidrogeología y calidad ambiental con países iberoamericanos y del N de África
Actividad 14	Asesoramiento para la incorporación de fuentes de datos, métodos y criterios geológicos en el análisis y la cartografía de áreas inundables por avenidas torrenciales

1. INTRODUCCIÓN

ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN BÁSICA Y ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR
CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

1. IDENTIFICACIÓN
 Código: 080.127 Denominación: Plana de Castellón

2. SITUACIÓN
 Superficie total (km²): 495,03 Superficie permeable (km²): 494,63

Provincia	Sup. Masa / Km ²	Sistemas de explotación	% en el sistema
Castellón / Castellón	495,03	Cría Maestrage	0
		Mijares-Plana de Castellón	100

Mapa de Situación

Página 1 de 4

GEOLÓGICOS

Rango	Transmisividad (m/día)	Coefficiente de almacenamiento (L/N)	Q medio (L/N)	Q espec. (L/N)
	mín. máx.	mín. máx.	mín. máx.	mín. máx.
	22 315 0,00027			
	500 6000 0,02 0,15			
	500 6000 0,12 0,24			

PIEZOMÉTRICAS

Piezometría en régimen influenciado

Período	2008
Área de recarga (m.s.n.m.)	> 100
Área de descarga (m.s.n.m.)	< 50

Parte de la Plana, varía entre 20 m.s.n.m. y el superior y concretamente en los situados en los que la piezometría se eleva considerablemente, hasta de 60 m.s.n.m. y en las proximidades de

Tipos medioambientales	Rec. disponible	Bombes	Índice explotación
		Concepto	Mód. (m ³ /año)
Urbano	2,44	2,44	38,12
Agrícola	18,7	9,35	80,73
Industrial	7,34	5,87	9,36
Otros	6,29	5,83	6,8
TOTAL	34,77	23,7	129,07
			340,34
		TOTAL	379,60
			0
			0,50

PROQUÍMICAS

PROTECCIÓN

Figura de Protección	Relación río-acuífero	Volumen	Período
Reserva Natural Municipal	Agua subterránea como caudal de base		

Página 3 de 4

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA Plana de Castellón

2. IDENTIFICACIÓN

Código de identificación: 080.127

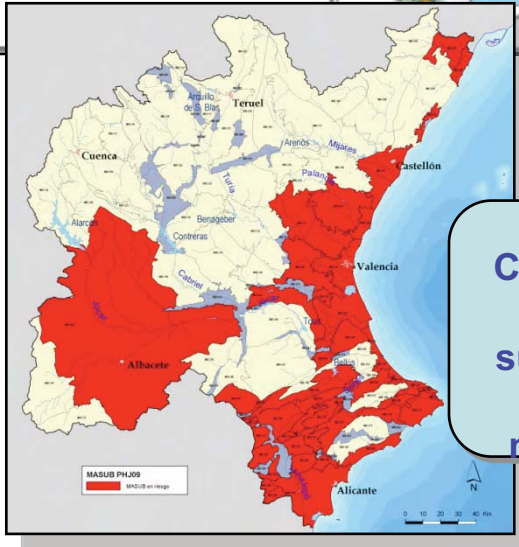
Caracterización adicional

Mapa de Situación

Diagramas de balance

Página 4 de 4

Caracterización básica de las 90 masas de agua subterránea

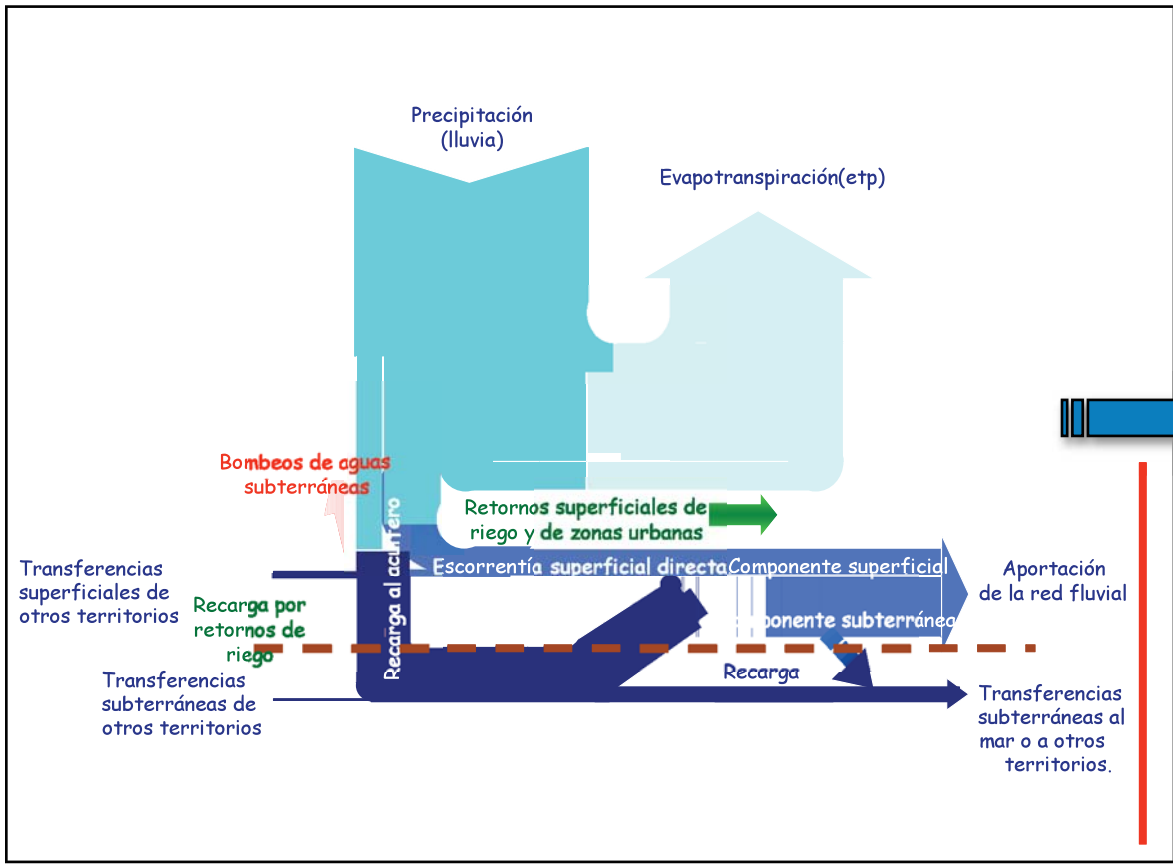


Caracterización adicional de las 48 masas de agua subterránea en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales en 2015

2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DISPONIBLES

2.1 BALANCE HIDROLÓGICO

Opción adoptada: simulación hidrológica con modelo Patricial que permite obtener las principales componentes del ciclo hidrológico en régimen natural (RN) y alterado (RA)

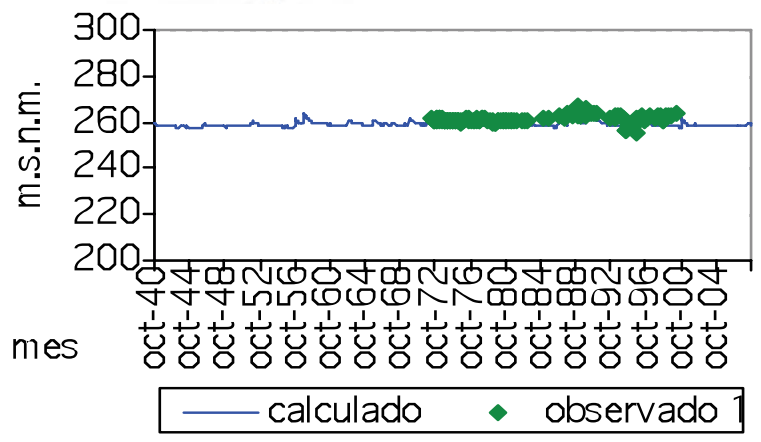
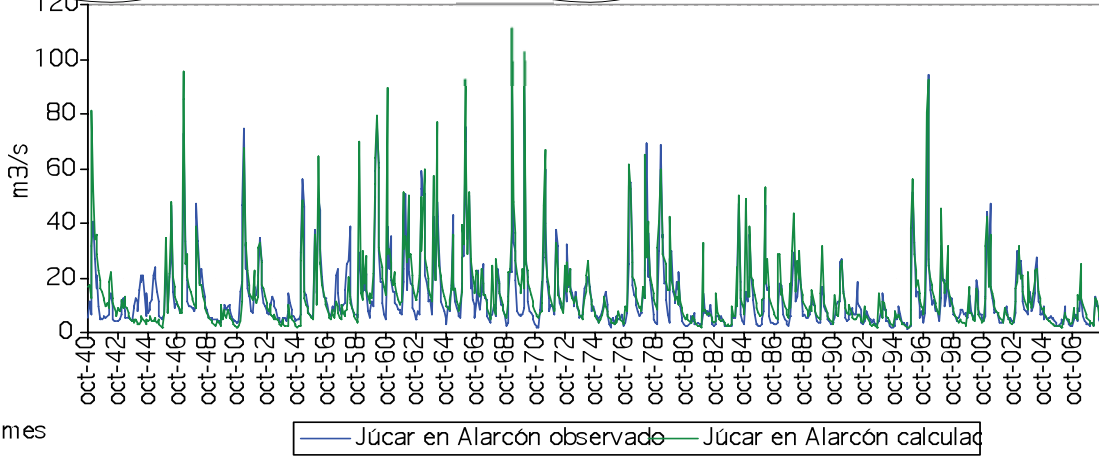
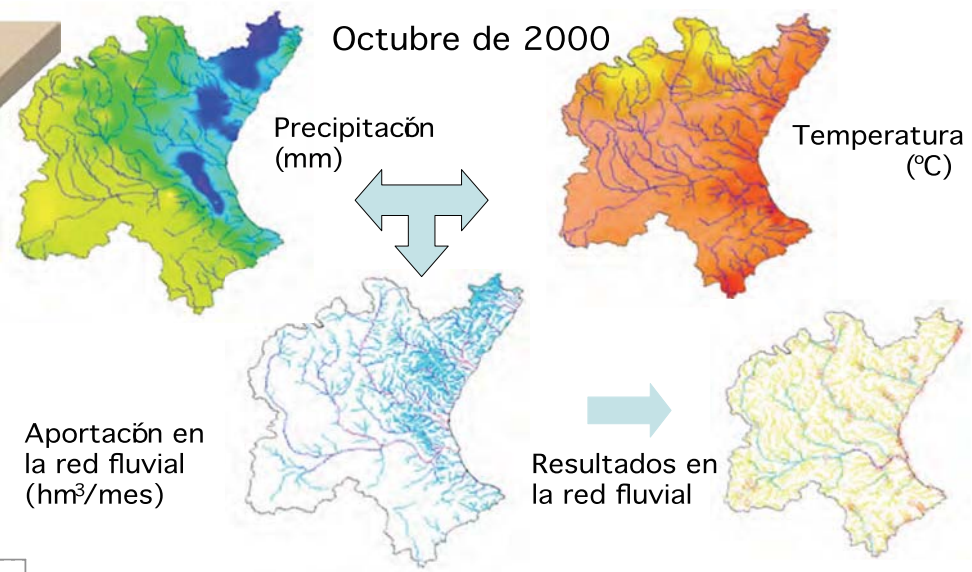
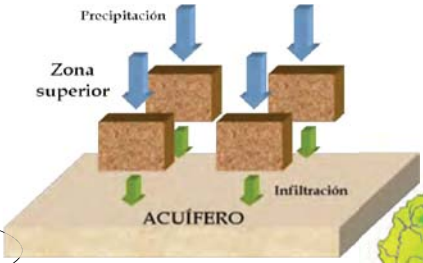
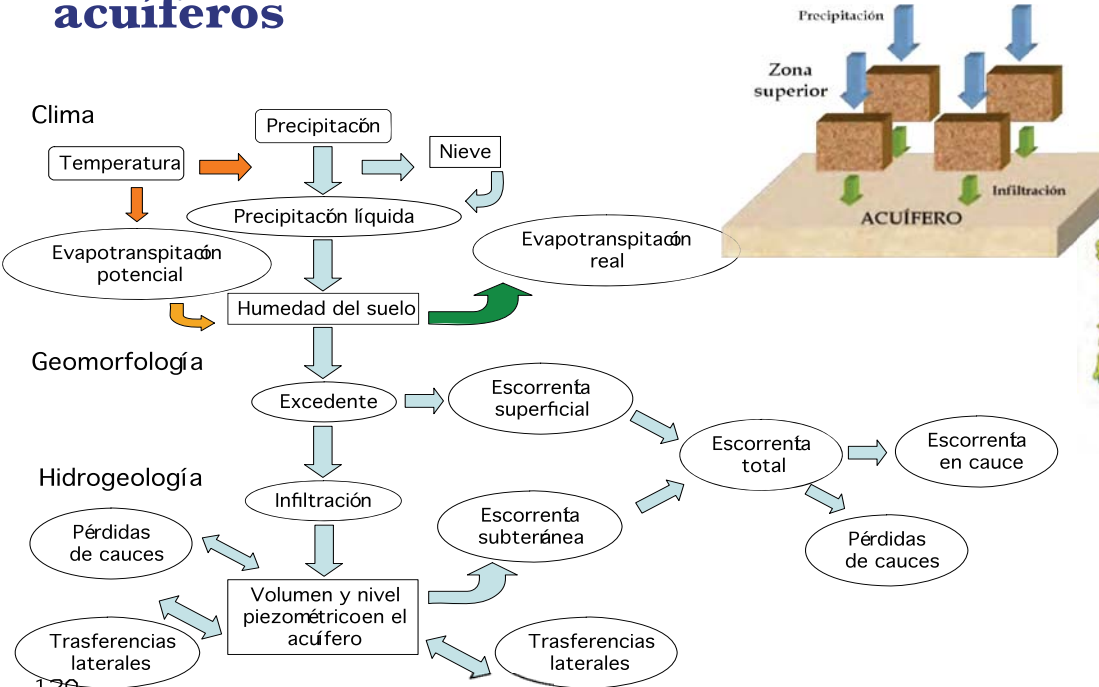


BALANCE EN EL ÁMBITO TERRITORIAL CHJ

VALORES PROMEDIO DEL PERÍODO 1980/2008

• PRECIPITACIÓN	20.846 hm ³ /año
• EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL	17.003 hm ³ /año
• RECURSO TOTAL	3.843 hm ³ /año

Modelo Patricial. Simulación hidrológica mensual distribuida de ríos y acuíferos

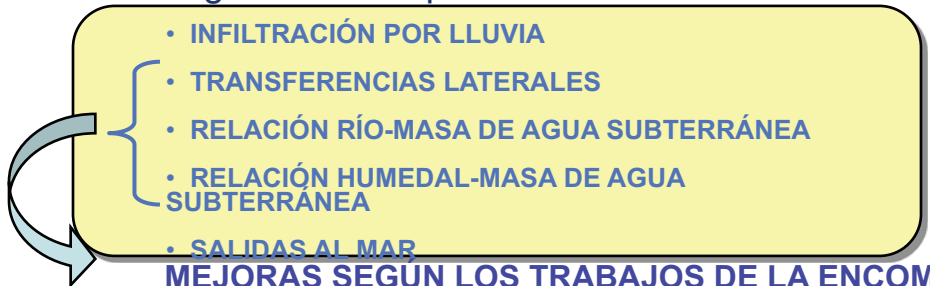


2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

DISPONIBLES

2.1 BALANCE HIDROLÓGICO

El modelo permite evaluar el balance hidrológico en las masas de agua subterránea, en RN y RA considerando las siguientes componentes:



MEJORAS SEGUN LOS TRABAJOS DE LA ENCOMIENDA DE GESTIÓN (DGA- IGME)


Actividad 1	Adaptación de la información hidrogeológica a la nueva unidad de gestión (masa de agua subterránea). Intercambio de información
Actividad 2	Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales
Actividad 3	Seguimiento y asistencia técnica en el proceso de planificación hidrológica
Actividad 4	Identificación y caracterización de la inter relación entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico
Actividad 5	Mapa de piezometría de España
Actividad 6	Seguimiento y revisión de los planes de sequía
Actividad 7	Establecimiento de indicadores de intrusión marina y cálculo de los volúmenes ambientales al mar
Actividad 8	Selección e identificación de masas de agua donde es preciso plantear estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos
Actividad 9	Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua
Actividad 10	Apoyo a la implementación de la Directiva de protección de aguas subterránea. Determinación de tendencias y de puntos de partida para la inversión de tendencias
Actividad 11	Colaboración para la aplicación, en masas en riesgo por nitratos, de herramientas de análisis de presiones e impactos
Actividad 12	Organizar e impartir cursos de formación en países iberoamericanos
Actividad 13	Colaboración científico-técnica en materia de hidrogeología y calidad ambiental con países iberoamericanos y del N de África
Actividad 14	Asesoramiento para la incorporación de fuentes de datos, métodos y criterios geológicos en el análisis y la cartografía de áreas inundables por avenidas torrenciales

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS


Actividad 4:
Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

Demarcación Hidrográfica 081 JÚCAR


MEMORIA RESUMEN




GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO



Instituto Geológico y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

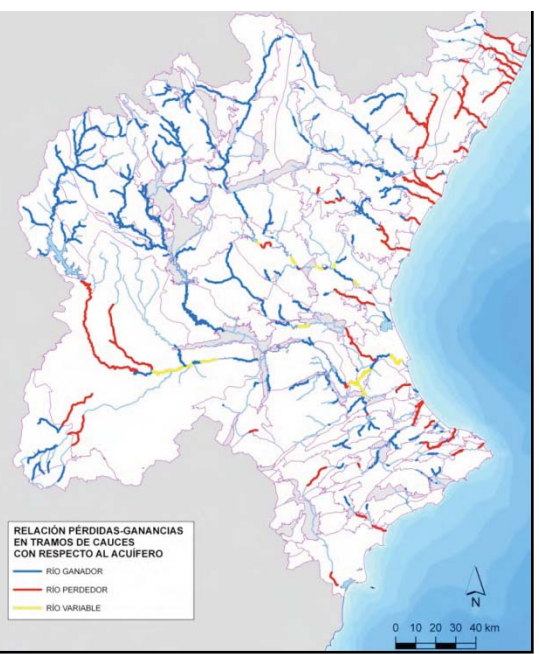
2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

2.1 BALANCE HIDROLÓGICO

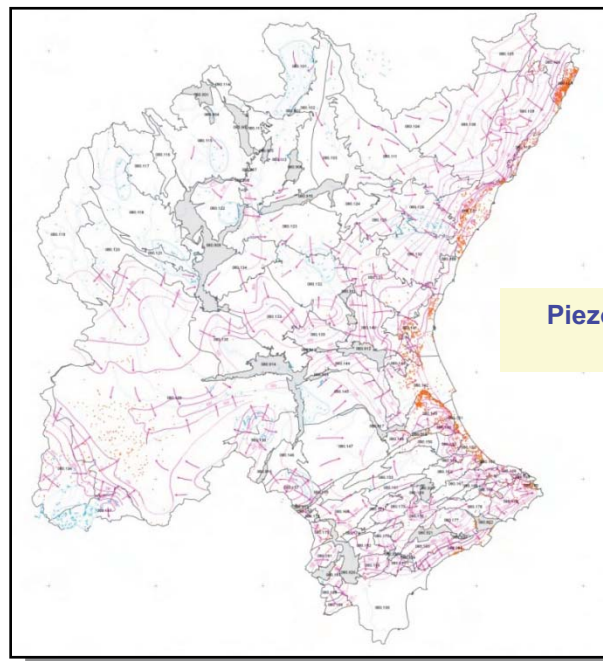
Integración trabajos de distintas Actividades de la Encomienda



✓ Relación río/masa de agua subterránea

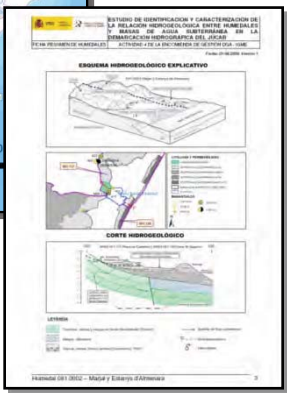


✓ Relación humedal/masa de agua subterránea



✓ Piezometría regional

Piezometría en régimen natural Isopezías de 1970-74



Piezometría en régimen alterado Isopezías de mayo de 2008

2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DISPONIBLES

2.2 ESTIMACIÓN DEL RECURSO RENOVABLE

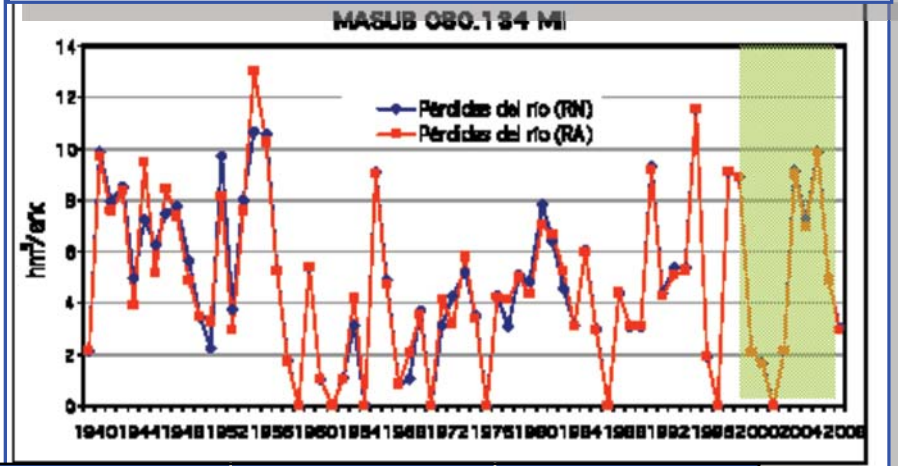
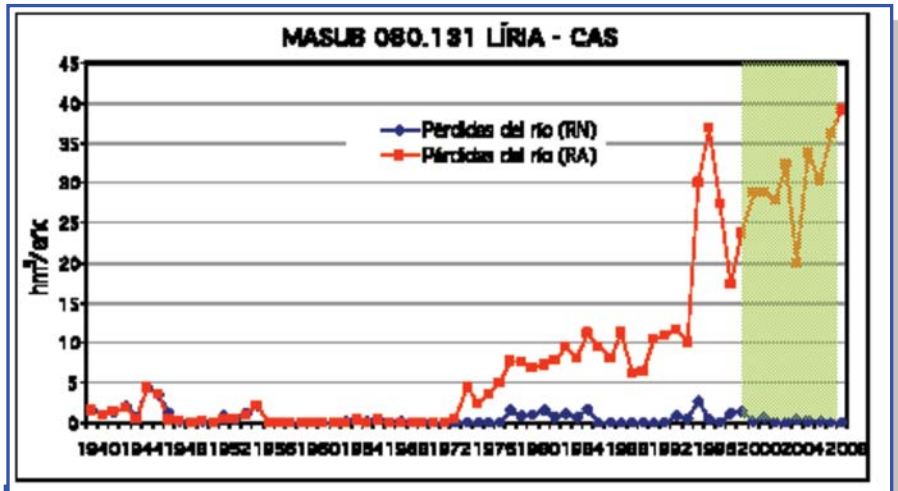
“RECURSO RENOVABLE” suma :

- Recarga por infiltración de lluvia: 1980-2008
- Recarga por retorno de riego y otros usos: 2000-08
- Infiltración desde cauce superficial
- Entradas laterales desde otras Masas Subt

Promedio (RN, RA) 2000-08

“RECURSO RENOVABLE ZONAL”

Recurso renovable - salidas subterráneas a otras masas
Promedio (RN, RA) 2000-08



Infiltración lluvia	Perdidas de río	Entradas laterales	Retorno de riego	Recurso renovable	Salidas laterales	Recurso renovable zonal
2.443	272	917	601	4.214	859	3.355

2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DISPONIBLES

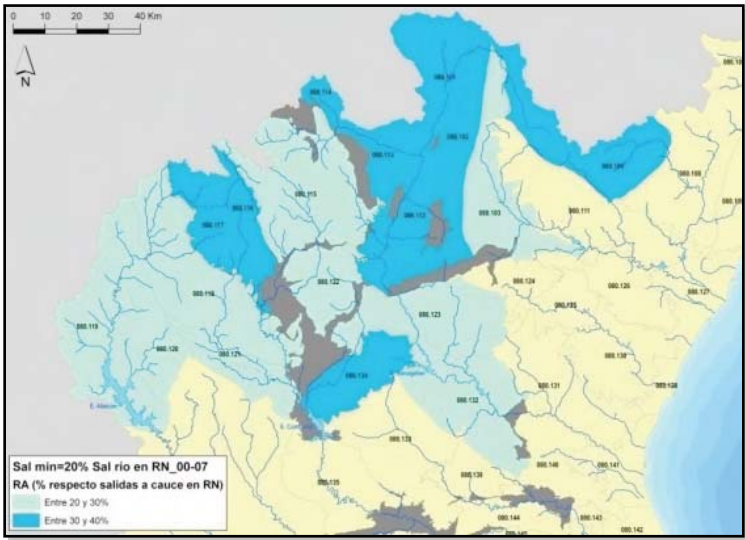
2.3 ESTIMACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE

RECURSO DISPONIBLE = RECURSO RENOVABLE – RESTRICCIONES AMBIENTALES

Las restricciones ambientales corresponden a:

- Salidas mínimas a río, para contribuir al régimen de caudales ecológicos
- Salidas a humedales de especial relevancia hídrica
- Salidas subterráneas al mar para evitar la intrusión marina

Importantes incertidumbres.
 Criterios generales provisionales:
 Min (0,5 RN; 1,1 RA)
 Necesidad de estudios específicos



En las masas de agua subterránea de cabecera:

Se estima que, para mantener un caudal mínimo mensual de salidas subterráneas al río del 20% del volumen RN, es necesario considerar una restricción que representa entre el 25 y el 35% de este volumen, dependiendo del coeficiente de descarga de cada masa.

Recurso renovable zonal	Salidas al río	Salidas a humedales	Salidas al mar	Restricción ambiental	Recurso disponible
3.358	667	133	226	1.025	2.327

3. ESTIMACIÓN DE LOS USOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Programa Alberca: Inversión de 18,1 millones de euros en el ámbito de la CHJ

Inscripciones en el Registro y el Catálogo de Aguas	Sección A	Sección B	Sección C	Catálogo	Total
Volumen inscrito (hm ³)	825	39	610	457	1.931
Nº captaciones inscritas	3.893	12.338	4.254	3.705	24.190
Nº expedientes resueltos	10.921	23.606	4.319	5.325	44.171
Nº expedientes en trámite	5.503	4.464	2.696	560	13.223

Datos de captaciones inscritas hasta octubre de 2010

Problemática que se presenta al considerar los datos de Alberca en la planificación hidrológica

- Programa dinámico:
 - Revisión de expedientes ya finalizados, por modificación posterior de sus características.
 - Continuo flujo desde el Catálogo de Aguas Privadas y las secciones B y C hacia la sección A.

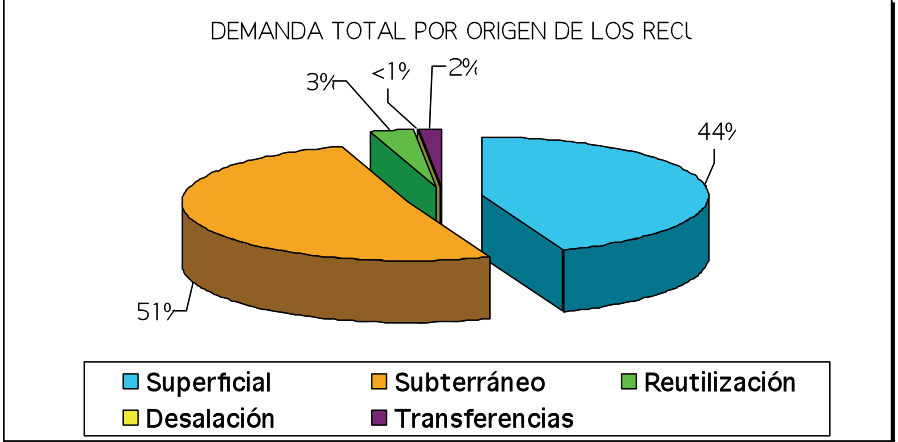
- Dificultad en calcular el total de volúmenes autorizados por origen de agua y tipo de derecho por efectos de superposición.
 - Usos en que se aplican recursos de origen mixto (aguas superficiales y subterráneas).
 - Diversos derechos superpuestos: titularidad pública o privada .

3. ESTIMACIÓN DE LOS USOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

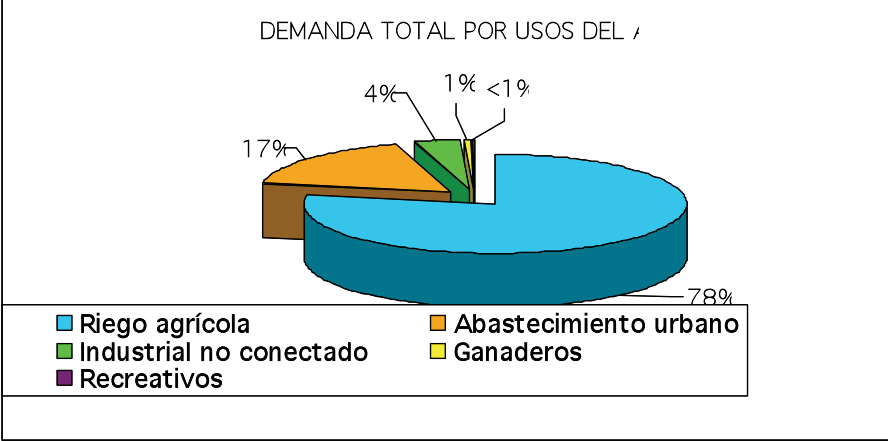
Clases de utilización del recurso

	Riego agrícola
	Abastecimiento urbano
Otros	Industriales no conectados
	Ganaderos
	Recreativos

Estimaciones del uso total: 3156

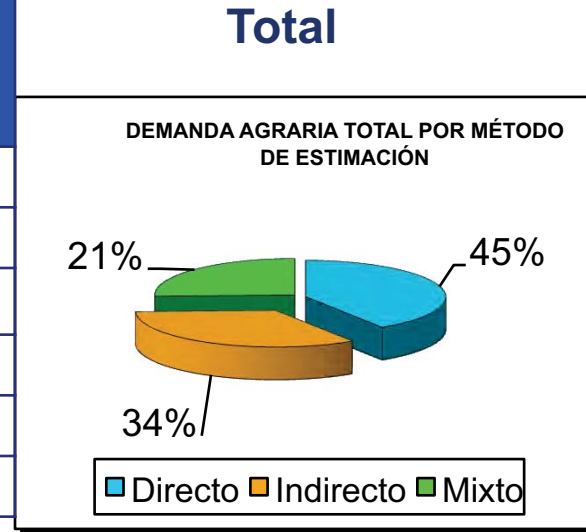


- Directo**: aforos superficiales, control de extracciones subterráneas, encuestas de abastecimiento de entidades y consorcios gestores
- Mixto**: teledetección, datos concesionales y estudios de detalle.
- Indirecto**: dotaciones promedio aplicadas a la superficie agraria, la población total equivalente y el número de cabezas de ganado.



3. ESTIMACIÓN DE LOS USOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

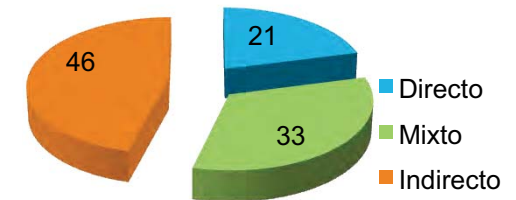
Tipo	Método						Total (hm³/año)	% Total
	Directo (hm³/año)	% Parcial	Mixto (hm³/año)	% Parcial	Indirecto (hm³/año)	% Parcial		
Riego agrícola	1.004	41	627	26	827	34	2.458	100
Abastecimiento urbano(1)	428	78			120	22	548	100
Otros	Industriales no conectados		24	19	100	81	124	100
	Ganaderos				16	100	16	100
	Recreativos		10	100			10	100
Total	1.432	45	661	21	1.063	34	3.156	100



(1) Incluye la demanda industrial conectada a la red de abastecimiento que se estima en unos 90,26 hm³/año

Tipo	Método						Total (hm³/año)	% Total
	Directo (hm³/año)	% Parcial	Mixto (hm³/año)	% Parcial	Indirecto (hm³/año)	% Parcial		
Riego agrícola	113	10	524	45	525	45	1.162	100
Abastecimiento urbano(1)	232	72			91	28	323	100
Otros	Industriales no conectados				100	100	100	100
	Ganaderos				16	100	16	100
	Recreativos		9	100			9	100
Total	345	21	533	33	732	46	1610	100

Origen subterráneo



(1) Incluye la demanda industrial conectada a la red de abastecimiento

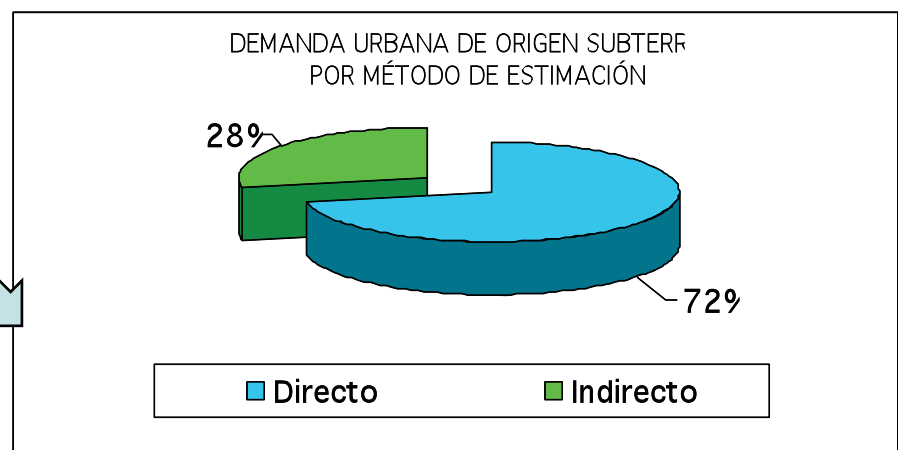
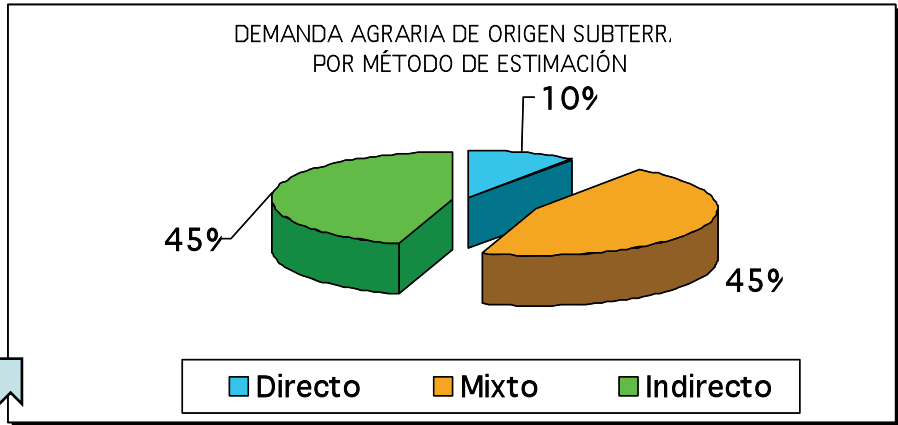
3. ESTIMACIÓN DE LOS USOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los métodos indirectos supone el 34% en usos totales frente al 45% en usos subterráneos.

En el riego agrícola, el uso estimado de forma directa tan solo supone el 10% en los usos subterráneos frente al 41% en usos totales.

En el riego agrícola, el uso estimado de forma indirecta supone el 45% en los usos subterráneos frente al 34% en usos totales.

En el caso de abastecimientos urbanos, las estimaciones directas representan el 72% tanto en usos totales como subterráneos.



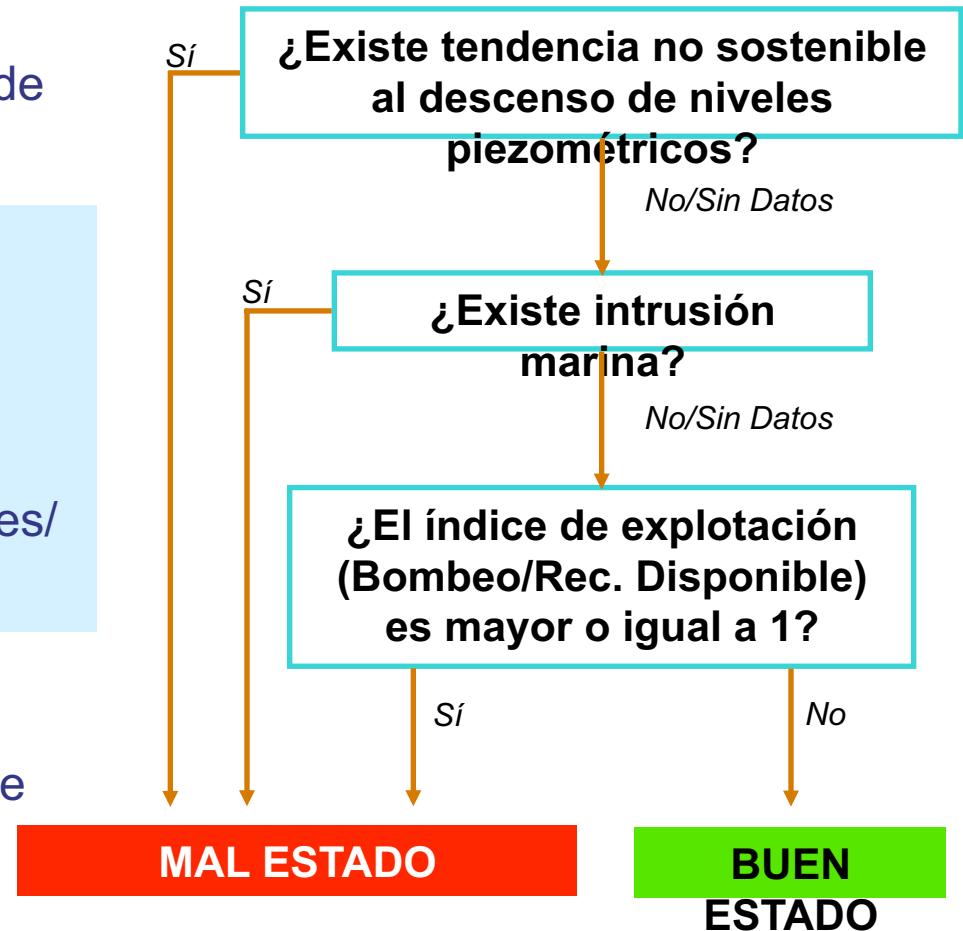
4. ESTADO CUANTITATIVO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Metodología

El estado cuantitativo se evalúa a partir de tres criterios:

1. Existencia clara de descensos no sostenibles del nivel piezométrico
2. Posibilidad de intrusión salina
3. Índice de explotación (bombeos totales/ recurso disponible)

En cuanto uno de estos criterios no se cumple, la masa de agua subterránea se evalúa en mal estado.

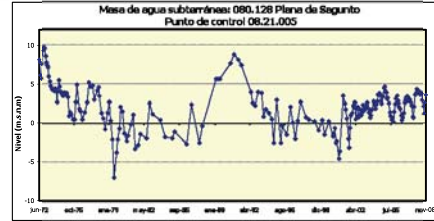
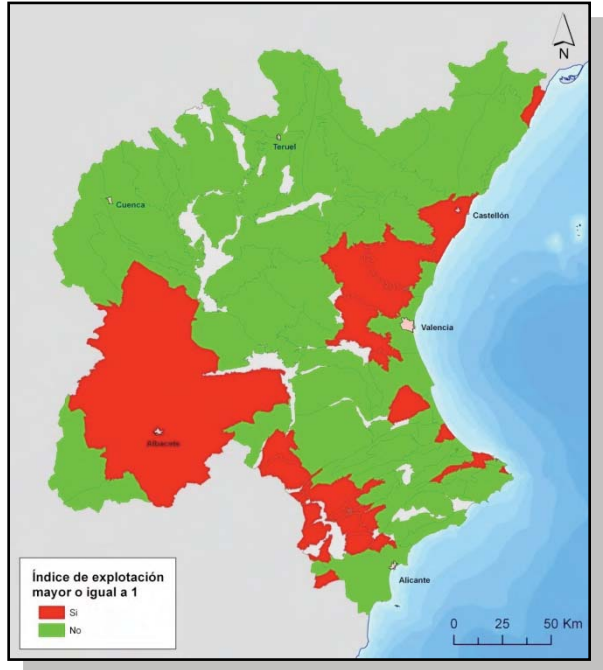
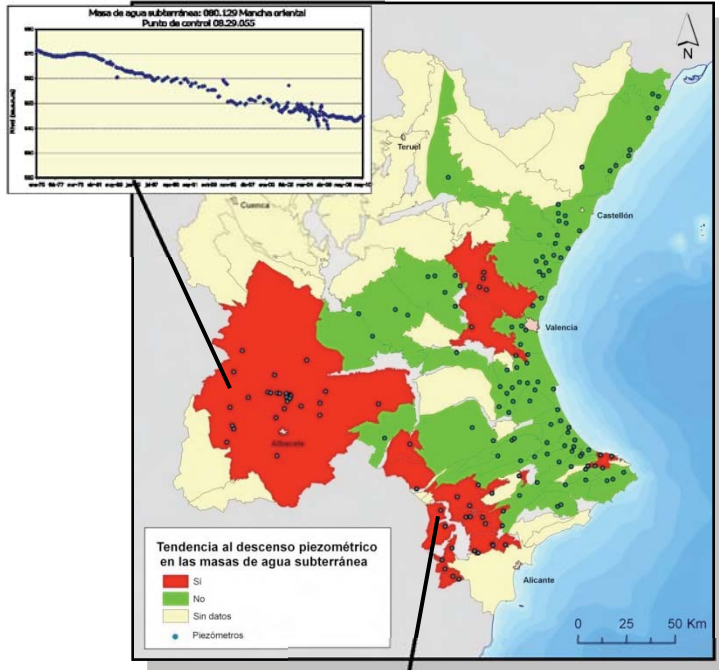


4. ESTADO CUANTITATIVO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

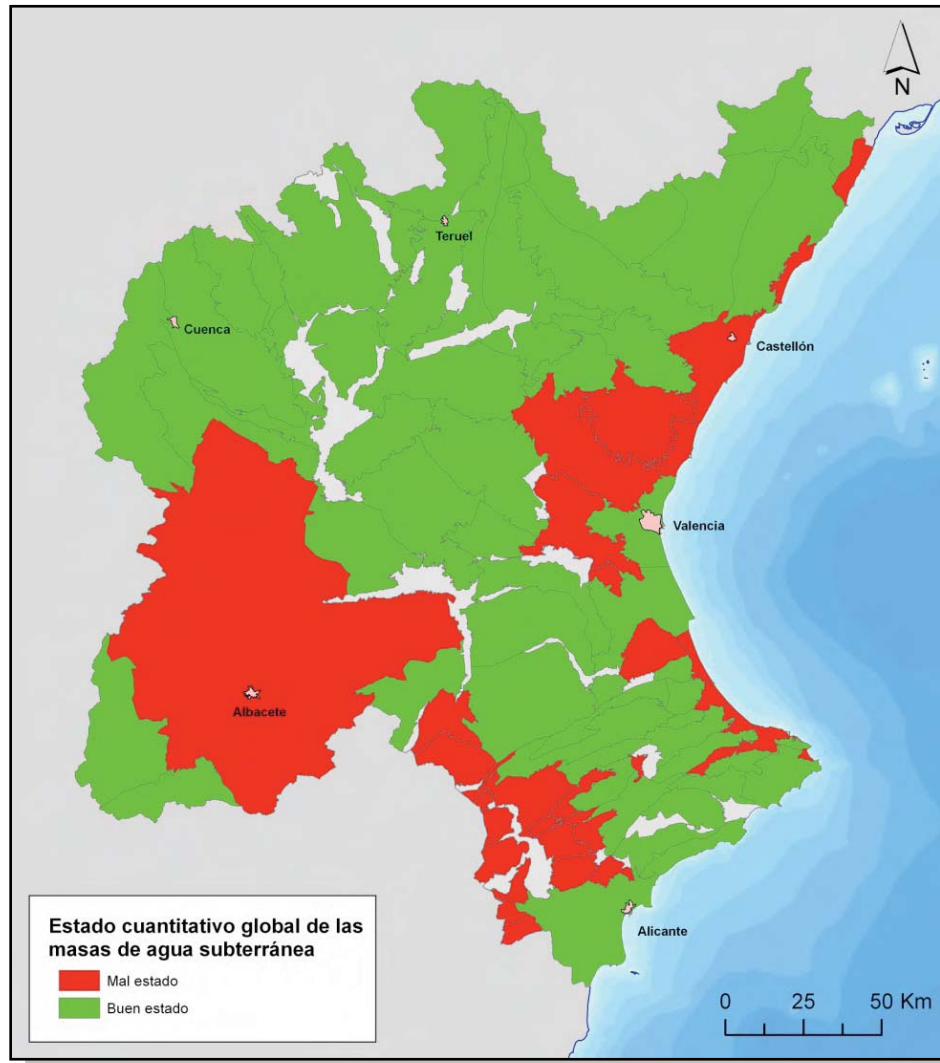
1 - Tendencias no sostenibles al descenso piezométrico

2 - Posible intrusión marina

3 - Índice de explotación



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO

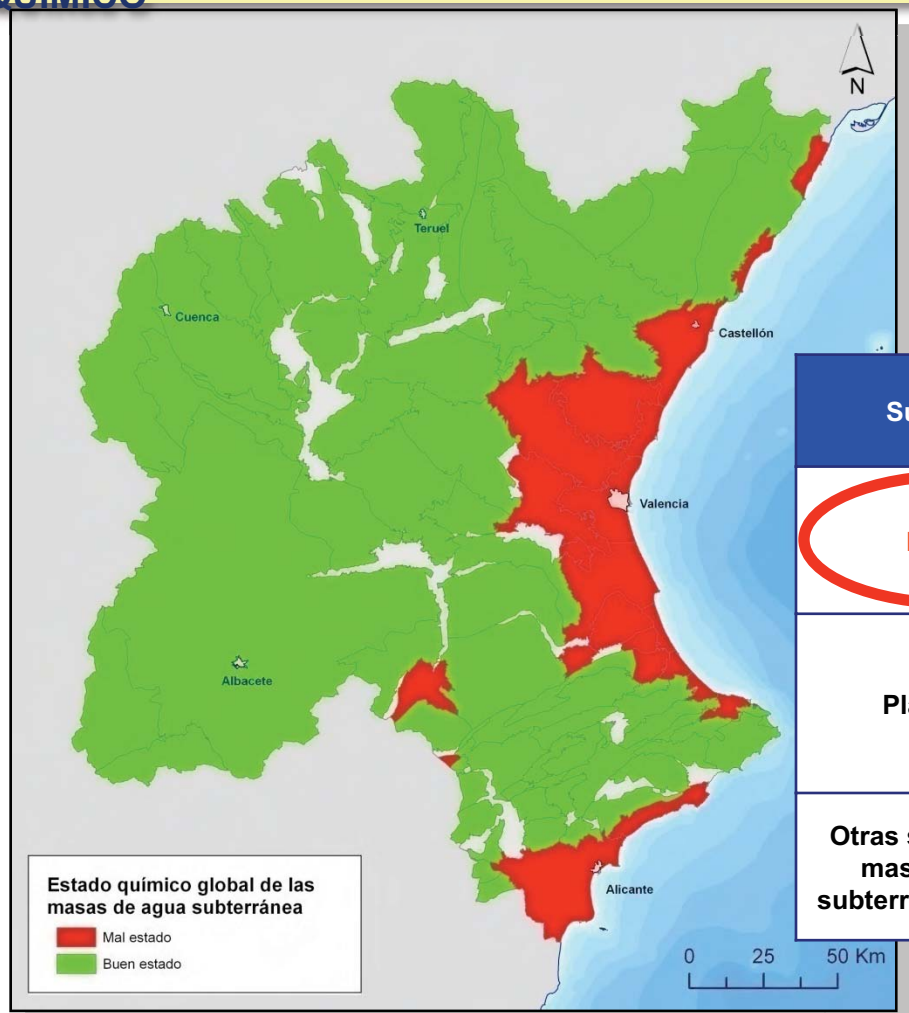


34 masas de agua subterránea en mal estado cuantitativo

Código	Nombre	Criterios		
		1 - Descenso piezométrico	2 - Intrusión marina	3 - Índice de explotación
080.107	Plana de Vinaroz		Si	
080.110	Plana de Oropesa - Torreblanca		Si	
080.127	Plana de Castellón		Si	
080.128	Plana de Sagunto		Si	
080.129	Mancha Oriental	Si		
080.130	Medio Palancia			Si
080.131	Liria - Casinos	Si		
080.140	Buñol - Cheste	Si		
080.143	La Contienda			Si
080.146	Almansa	Si		
080.149	Sierra de las Agujas			Si
080.151	Plana de Jaraco		Si	
080.152	Plana de Gandía		Si	
080.157	Sierra de la Oliva	Si		
080.158	Cuchillo - Moratilla			Si
080.159	Rocín			Si
080.160	Villena - Benejama	Si		
080.163	Oliva - Pego		Si	
080.164	Ondara - Denia	Si		
080.168	Mediodía			Si
080.169	Muro de Alcoy	Si		
080.171	Sierra Mariola	Si		
080.172	Sierra Lácera			Si
080.173	Sierra del Castellar	Si		
080.174	Peñarrubia	Si		
080.175	Hoya de Castalla	Si		
080.180	Jávea		Si	
080.181	Sierra de Salinas	Si		
080.182	Argüeña - Maimó	Si		
080.185	Agost - Monnegre	Si		
080.186	Sierra del Cid	Si		
080.187	Sierra del Reclot	Si		

5. ESTADO QUÍMICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO QUÍMICO



Mal estado químico producido por nitratos en algunas masas de agua subterránea

Se ha adoptado un valor umbral para cada sustancia y masa de agua subterránea en riesgo en la CHJ

Sustancias	Normas de calidad (NCA)	Valores umbral (VU)
Nitratos	NCA: 50 mg/L Diagnóstico: Altas concentraciones en 22 masas de agua subterránea	-
Plaguicidas	NCA: 0,1 µg/L (referido a cada sustancia) y 0,5 µg/L (referido a la suma de todos los plaguicidas detectados y cuantificados) Diagnóstico: Sin problemas	-
Otras sustancias en masas de agua subterránea en riesgo	-	Diversos VU, según sustancias y masas de agua subterránea en riesgo químico Diagnóstico: Sin problemas

22 masas de agua subterránea en mal estado químico

6. PROGRAMA DE MEDIDAS RELATIVO A LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO

El Programa de medidas del futuro PHJ:

- Ha recopilado las actuaciones en ejecución o previstas desde 2005 por las distintas administraciones competentes
- No se ha determinado todavía el horizonte de finalización (2015, 2021, 2027)
 - Requiere analizar las diferentes capacidades presupuestarias
 - Requiere plantear distintos escenarios presupuestarios y realizar un análisis de sensibilidad
 - Se considera 2015*

Medidas que contribuyen a reducir extracciones:

- Gestión de la demanda
 - Modernización de regadíos
 - Cambio de cultivos
 - Mejora abastecimientos urbanos
- Recursos adicionales
 - Excedentes superficiales
 - Reutilización
 - Desalación

6. PROGRAMA DE MEDIDAS RELATIVO A LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO

Medidas de gestión de la demanda: Modernización de regadíos

Inversión 2005-2015*: 1.506 millones € (61% mixtos o subterráneos)

Superficie modernizada 2005-2015*: 149.859 ha

Inversión 2005-2009: 613 millones €

Importante efecto en la reducción de retornos

- Riego superficial: saldo negativo
- Riego mixto: mayor efecto por reducción de extracciones debido a su mayor coste

No contribuye de forma sustancial a la mejora del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea.

Importantes efectos positivos:

- Balance económico de la explotación
- Reducción contaminación difusa
- Aumento garantía usos superficiales
- Facilita la implantación de caudales ecológicos

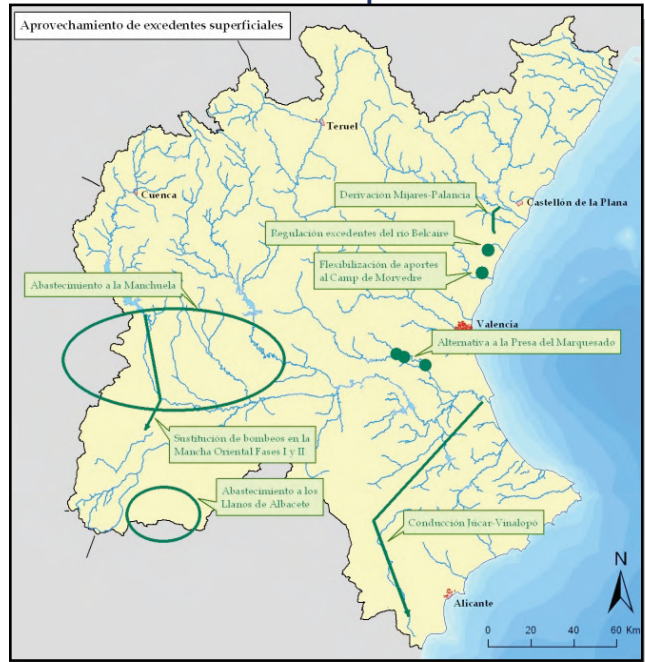


Actuaciones 2009-2015*	Ahorros brutos hm ³ /año	Reducción de extracciones subterráneas hm ³ /año	Reducción de retornos subterráneos hm ³ /año	Saldo neto hm ³ /año	Superficie modernizada ha
Riegos superficiales	164	-	66	-66	65.239
Riegos mixtos	23	23	18	5	49.282
Riegos subterráneos	-	-	-	-	5.065
Total	187	23	84	-59	119.586

6. PROGRAMA DE MEDIDAS RELATIVO A LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO

Medidas de gestión de la oferta: Sustitución de extracciones por aporte de recursos

Excedentes superficiales



Reutilización

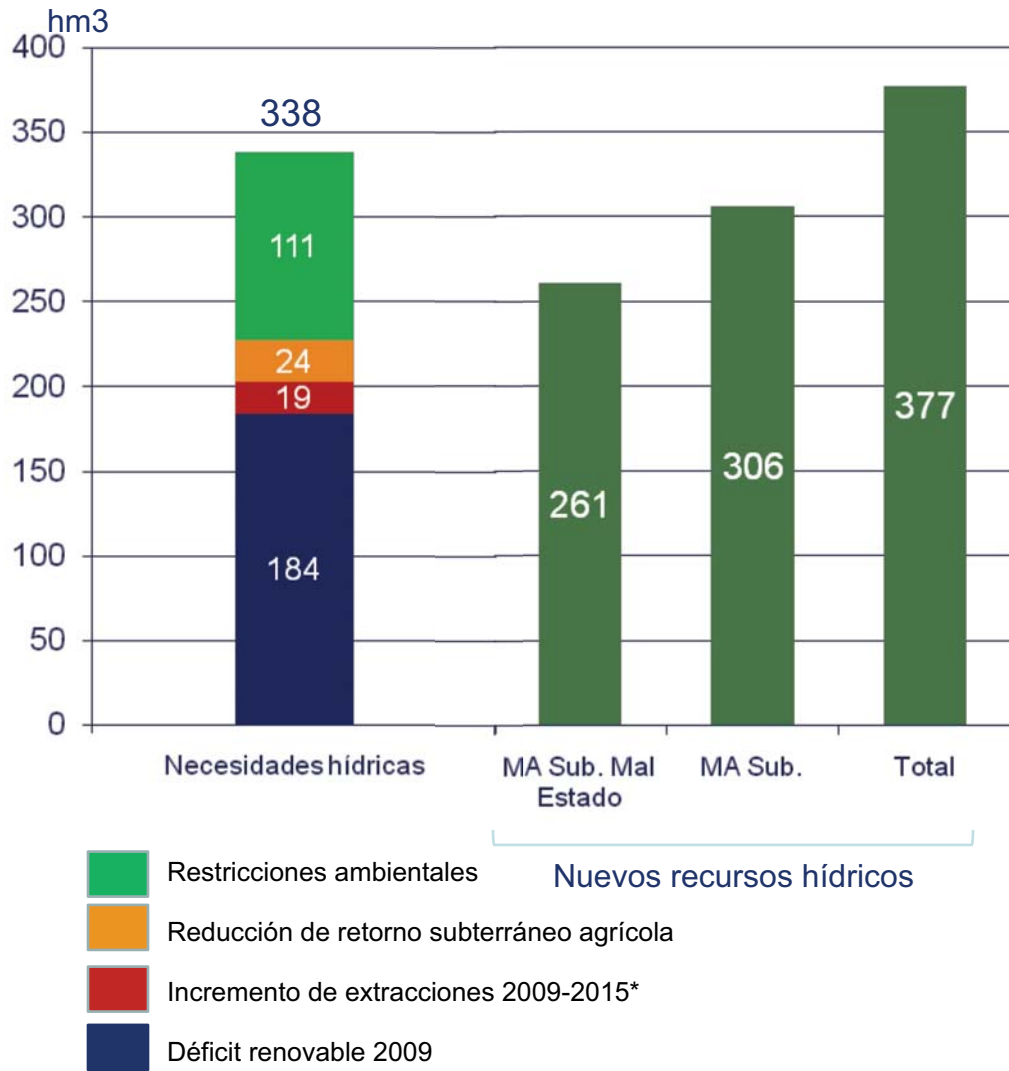


Desalación



Actuaciones 2009-2015*	Inversión Millones €	Capacidad máxima hm ³ /año	Asignación total hm ³ /año
Excedentes superficiales	849	-	160
Reutilización	654	257	163
Desalación	302	74	54
Total	1.805	-	377

6. PROGRAMA DE MEDIDAS RELATIVO A LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN MAL ESTADO CUANTITATIVO



“Balance” 2015* a partir de 2009

- Una parte importante de los recursos aportados van dirigidos a las MASub
- Resultan más trascendente las restricciones ambientales que el incremento de extracciones, similar a la reducción de retornos agrícolas
- Las actuaciones previstas globalmente permiten adecuarse a los recursos renovables, pero difícilmente a los disponibles
- Es necesario estudios más detallados:
 - escala de masa de agua
 - análisis restricción ambiental
 - medidas adicionales con un adecuado ACE

7. CONCLUSIONES

- Importancia de las aguas subterráneas en la CHJ y mejora importante en su caracterización y seguimiento
- Compleja estimación de recursos renovables a escala de demarcación
- Gran importancia de la determinación de las restricciones ambientales: proceso de concertación en la planificación hidrológica
- Persiste la dificultad de estimar los usos, aunque hay grandes adelantos
- La mejora del estado cuantitativo y el químico (nitratos) de las MAS es uno de los principales retos del PHJ
- Importantes actuaciones previstas por las distintas administraciones con problemas de financiación
- Las actuaciones adicionales tendrán que ver más con las restricciones ambientales que con el crecimiento de la demanda