

Seminario Nacional del Observatorio del Agua / Fundación Botín
La Huella Hídrica como Instrumento para la Planificación Hidrológica y Reducción de Conflictos
Madrid, 22 de junio de 2015

La difícil gobernanza de las aguas subterráneas

Contenido

Papel y explotación de las aguas subterráneas
Efectos generales y ambientales de las extracciones
Situación en España
Gobernanza de las aguas subterráneas y sus condicionantes
Prospectiva

Emilio CUSTODIO, Dr.I.I., Real Acad. Ciencias
Dept. Ing. Terreno / Grupo de Hidrología Subterránea
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona

Serra de Crevillent
Aspecto general

Papel de las aguas subterráneas

En la naturaleza • mantiene

- caudal de base de los ríos
- manantiales
- humedales y lagos
- áreas de freatofitas
- ecosistemas hídricos

y sus funciones

- transporta solutos → controla calidad y salinidad del agua

- Para el hombre
- recurso **vital**
 - recurso económico
 - agrario
 - urbano
 - industrial
 - minero
 - bien social y cultural
 - reserva a largo plazo
 - mantiene **servicios de los ecosistemas**

Hay competencia de usos

Como repartir → cuestión político-social-administrativa, no técnica
 → requiere un conocimiento suficiente

Efectos de la explotación del agua subterránea

Acuífero simplificado con recarga difusa

Explotación altera el sistema de flujo

→ efectos primarios { descenso de niveles
disminución de descargas

Si **extracción < recarga**:

→ **nuevo equilibrio en tiempo τ**

$$\tau \approx \frac{L^2 S}{T}$$

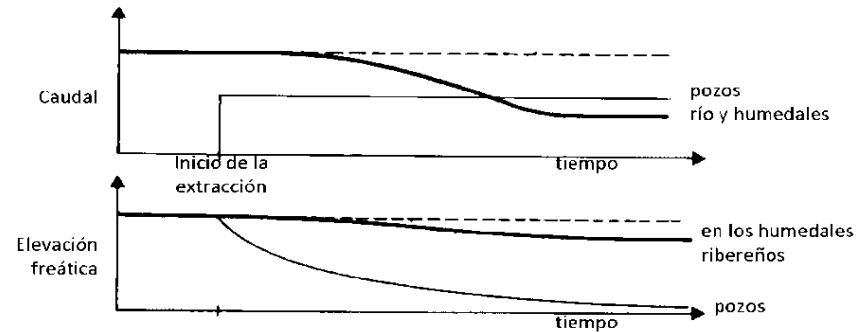
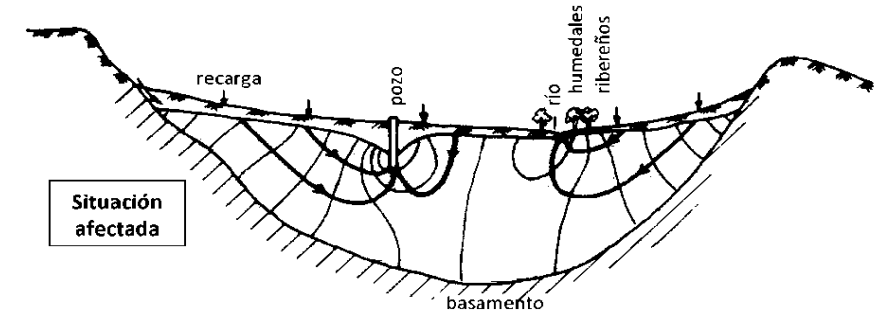
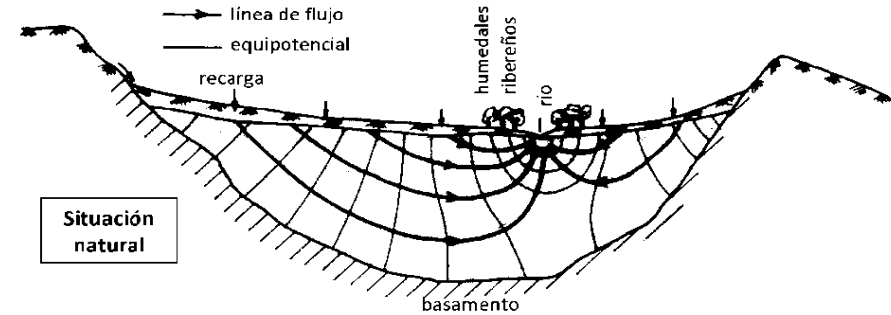
L = tamaño del sistema
T = transmisividad hidráulica
S = coeficiente de almacenamiento

τ { meses en acuíferos pequeños, recarga próxima
años en acuíferos medianos
décadas a milenios en grandes acuíferos

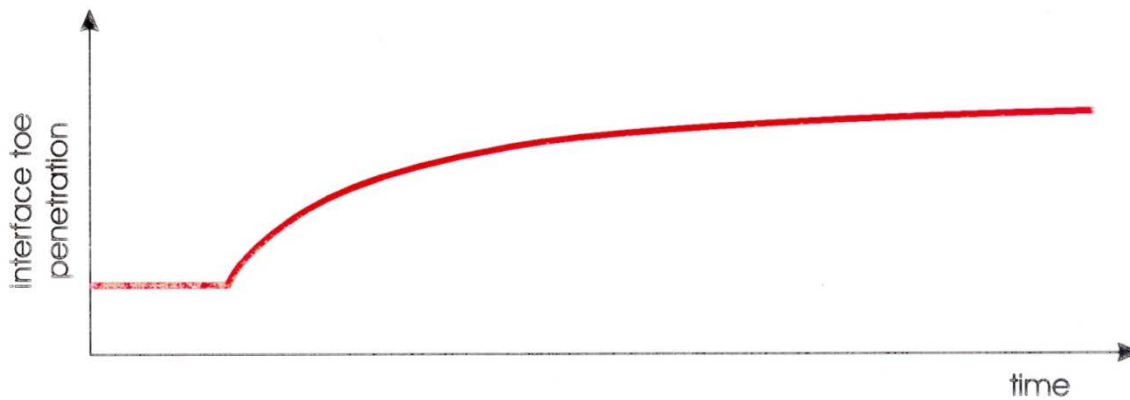
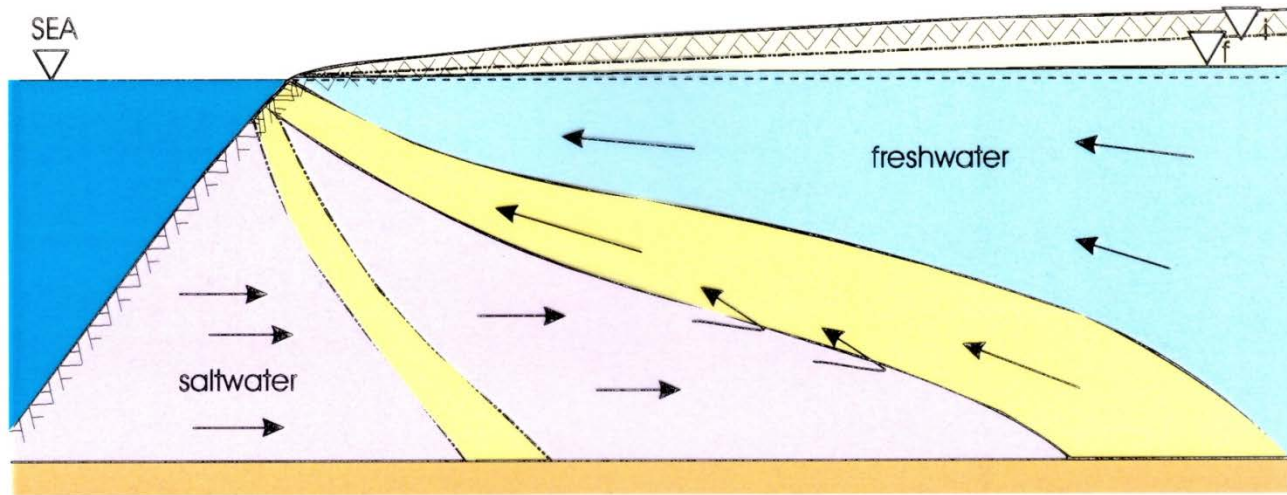
Nuevo equilibrio → **descenso dinámico**

$$\tau' = \text{volumen/recarga} \gg \tau$$

$$\text{Tiempo de percolación} = H \cdot m_d / R$$



Avance de la intrusión marina por bombeo lejos de la costa

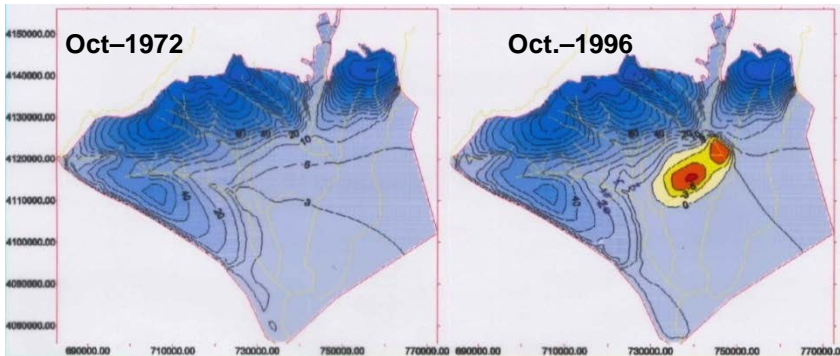


Efectos ambientales de las extracciones de agua subterránea en Doñana

La extracción { produce beneficios
 causa externalidades negativas

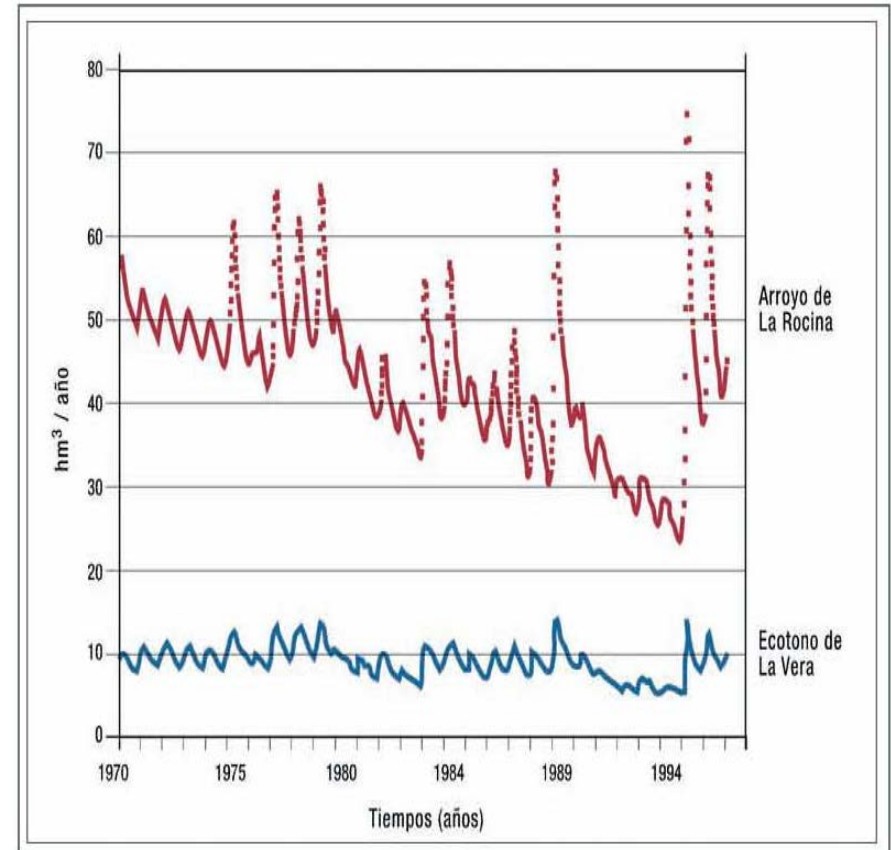
Principales efectos

- Descenso de niveles
 - freáticos → los significativos ecológicamente
 - piezométricos
- Modificación • salinidad
 - composición química del agua
 - hidropériodo de humedales
- Reducción de superficie de los humedales
- Modificación de flora y fauna
- Desertificación local
- A veces
 - subsidencia de terreno
 - colapso del terreno



Descensos piezométricos
 Parque Nacional de Doñana,
 Huelva–Sevilla, España

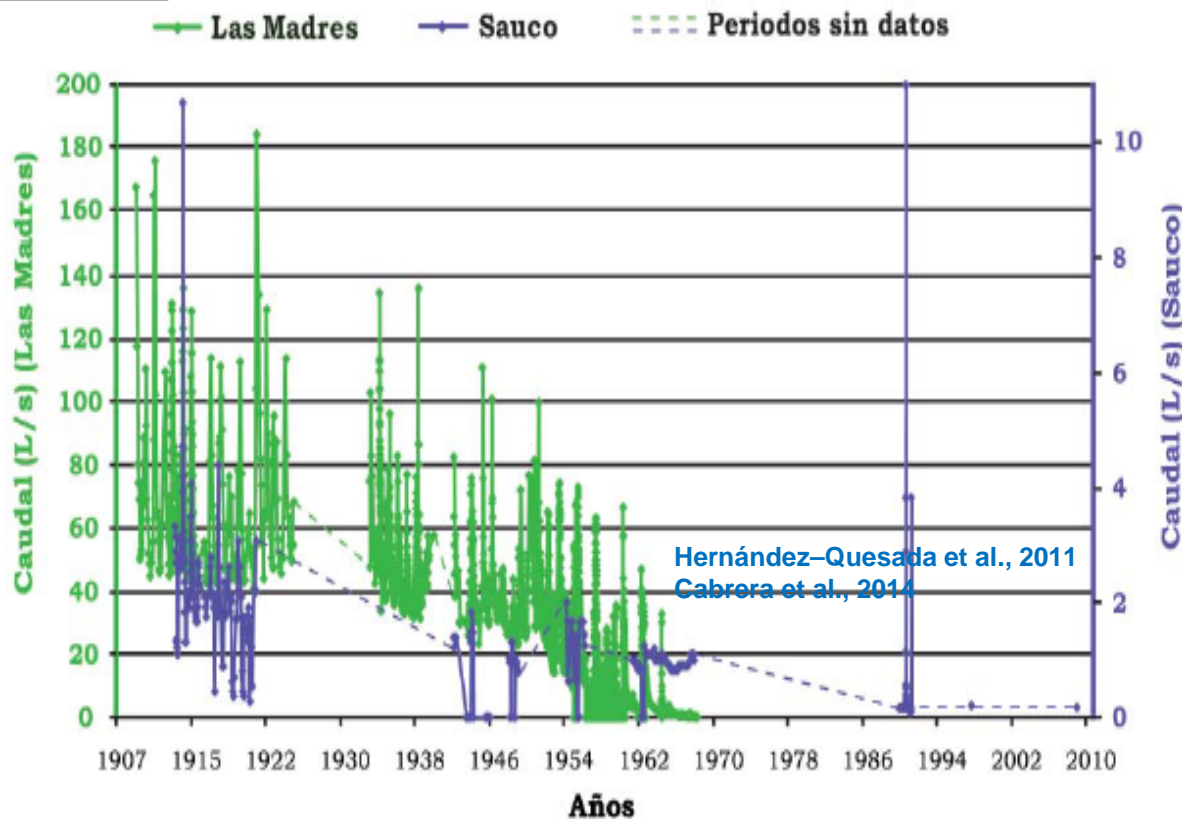
Disminución de caudales
 Arroyo de La Rocina y ecotono oeste (La Vera).
 Extracciones a partir de 1970
 (Lozano, 2002)



Tiempo de semi-cambio: 20 años
 Tiempo para nueva situación estacionaria:
 40–60 años

Efectos ambientales de las extracciones de agua subterránea

Barrancos de Moya y Azuaje
N de Gran Canaria
Descenso del caudal de nacientes



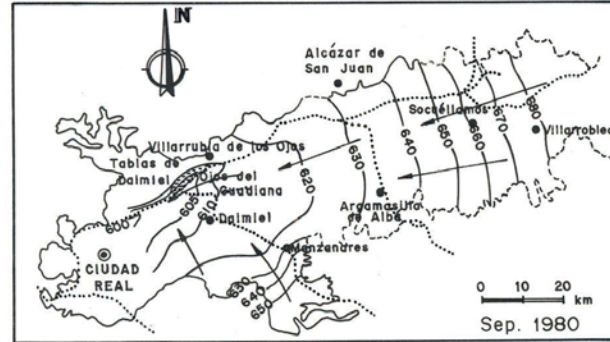
Efectos de la extracción intensiva de aguas subterráneas

Cabecera de la Cuenca del Júcar
 Disminución de caudales en cuenca media
 Retraso de unos 10 años

Tablas de Daimiel
Piezometría

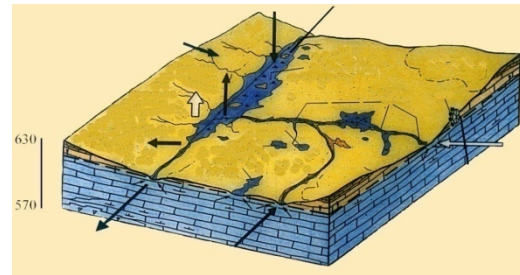
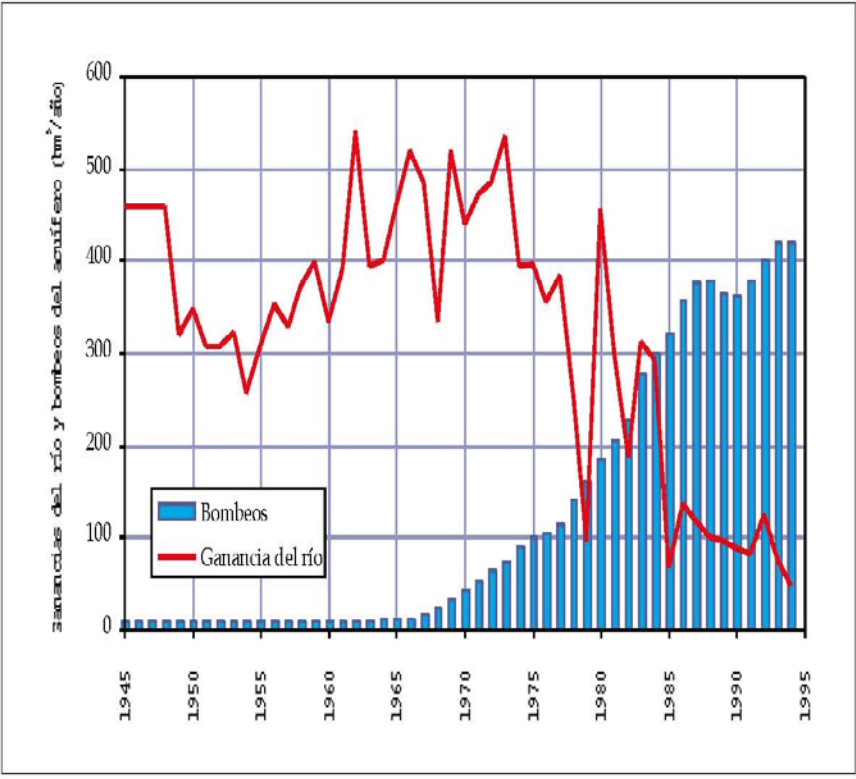
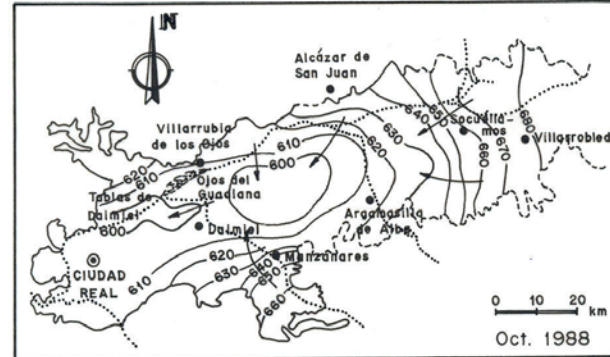
1980

Poca explotación



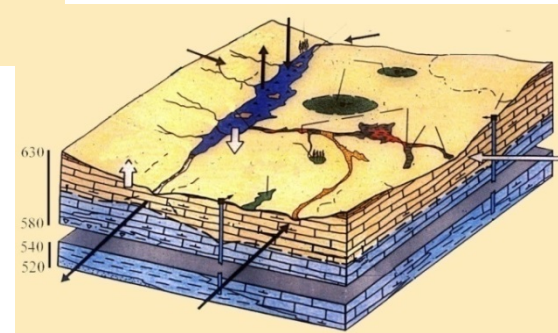
1988

Explotación intensiva



ESTADO NATURAL

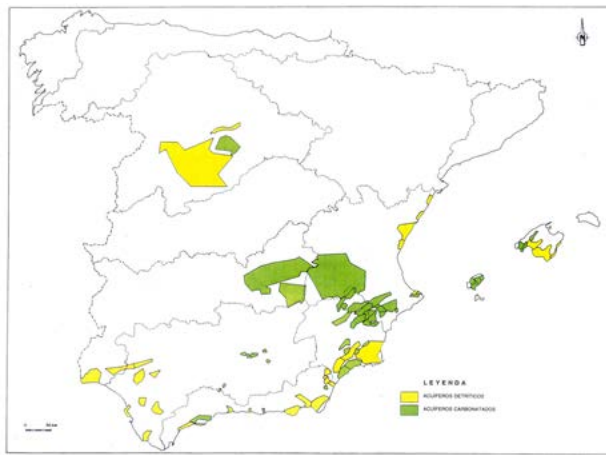
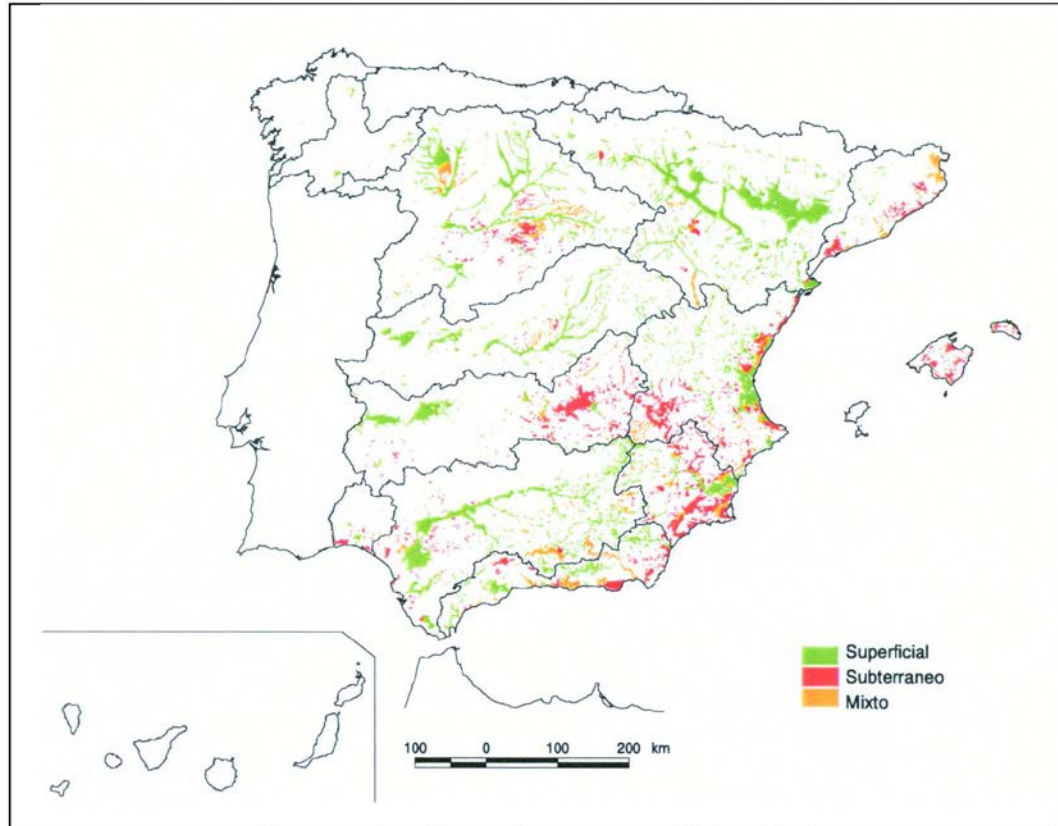
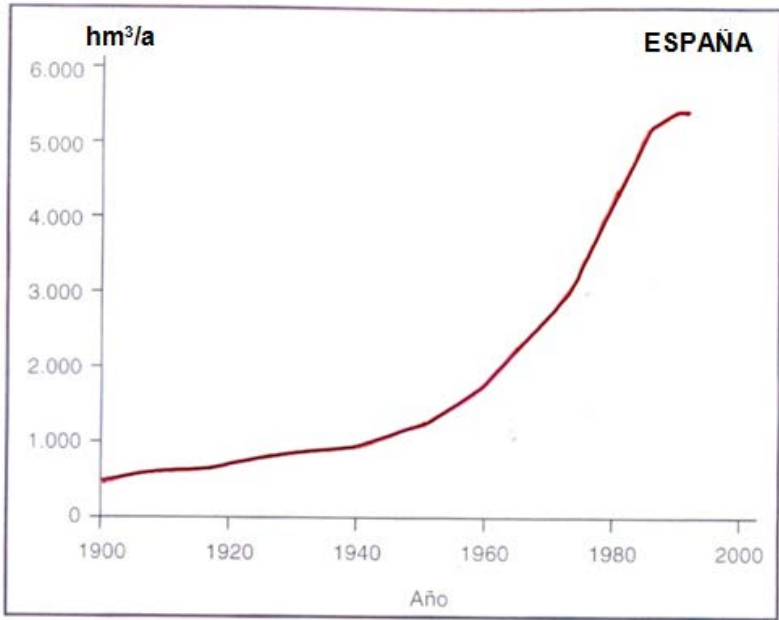
ESTADO PERTURBADO



Descenso piezométrico >30 m

de Llamas et al.

Explotación de agua subterránea en España



Acuíferos españoles en los que en 1996 se identificaron problemas de “sobrexplotación”
 DGOH-ITGE, 1987

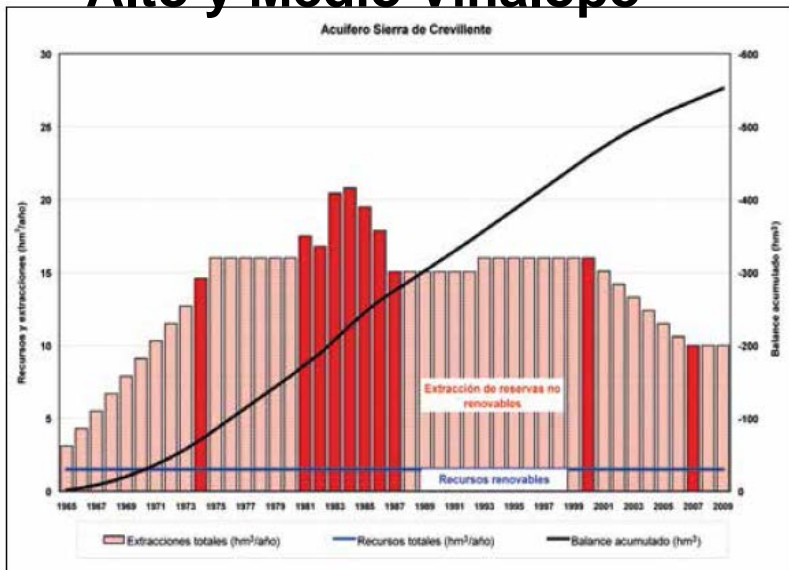
Uso del agua subterránea para agricultura

Áreas de regadío según origen del agua

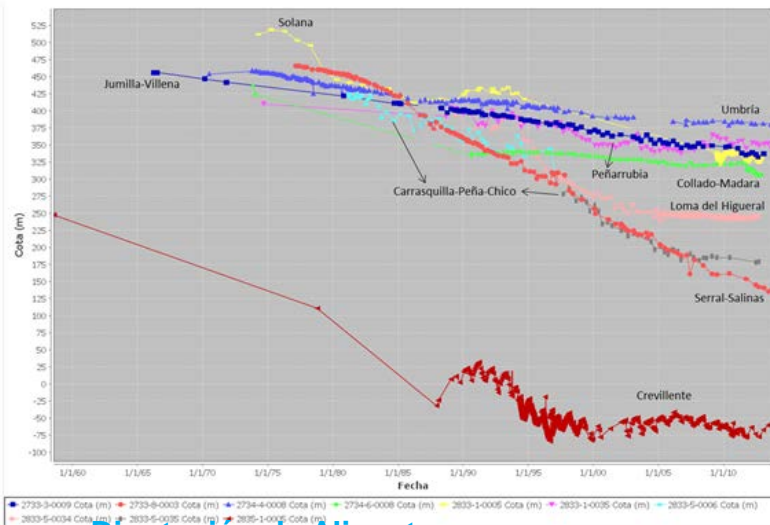
- Rojo: subterráneo
- Verde: superficial
- Naranja: mixto
- LBA, 2000

80% en la Península
50-60% en los archipiélagos

Alto y Medio Vinalopó

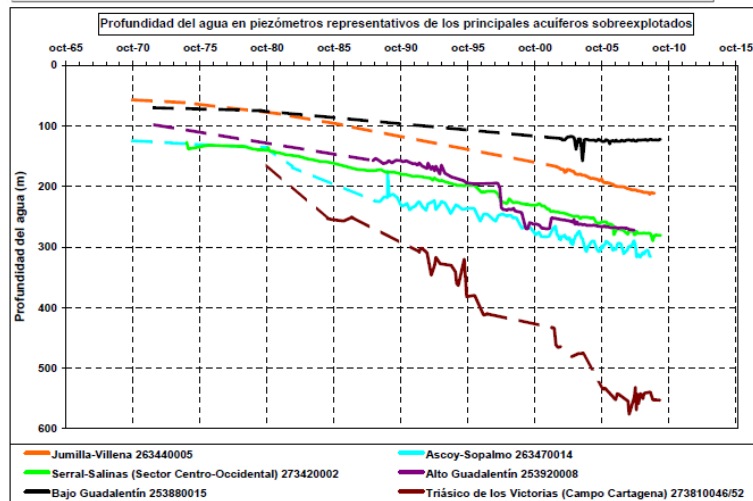
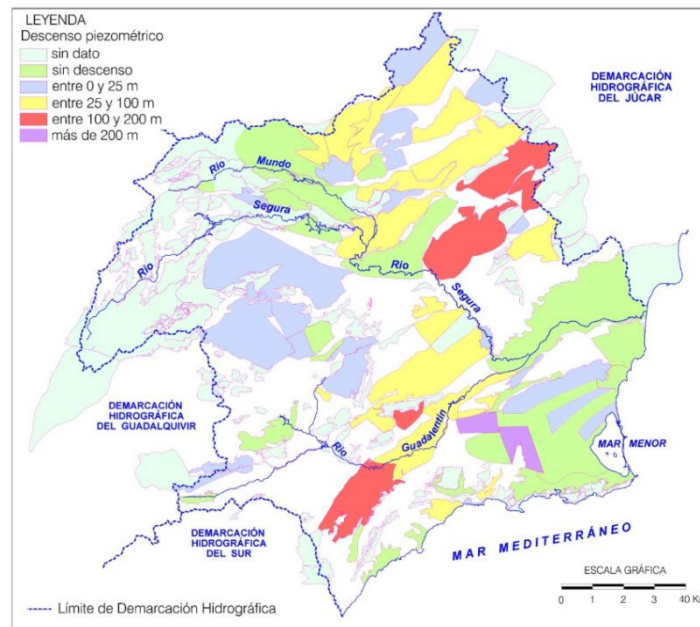


Serra de Crevillent
Evolución de extracciones (hm³/a)
Consumo acumulado de reservas (hm³)
García Aróstegui et al., 2013b



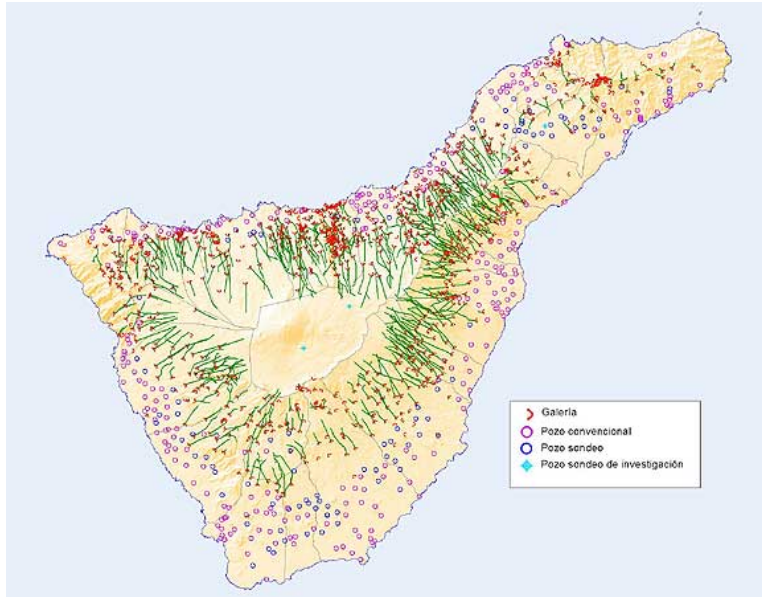
Cuenca del Segura

Descensos en los principales acuíferos (PHS, 2013)



Minería de agua subterránea en el levante español: 15 km³

Aguas subterráneas en las Islas Canarias



Galerías y pozos en Tenerife
(Consejo Insular de Aguas de Tenerife)

Tasa de disminución de reservas

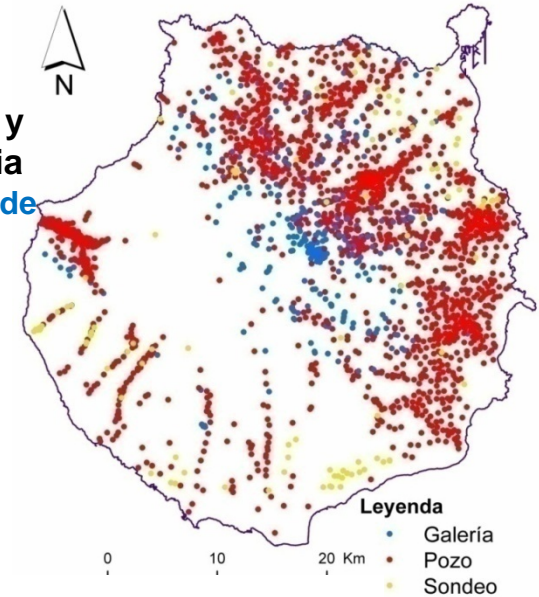
Periodo	1971–1980	1981–1990	1919–2000	2001–2005
hm ³ /año	186	179	225	148

Minería de agua subterránea 2 km³

En buena parte no recuperable

Descarga periférica al mar:
+ muy importante
+ inevitable

Pozos de gran diámetro y sondeos en Gran Canaria
(Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria)



Recuperable

Minería de agua subterránea 0,3–0,5 km³

Aspectos legales–administrativos de las aguas subterráneas

- Todas las aguas son del dominio público
- En la realidad gran parte de las aguas subterráneas continúan en el **dominio privado**
- La declaración de “acuífero sobreexplotado” → parcial, **ineficaz, lenta y desenfocada**

Situaciones que afectan a la gobernanza

- Insuficiente y parcial **conocimiento** de los “derechos existentes”
- **Rigidez** en el tratamiento de los derechos
- Inadecuado tratamiento de las **aguas subterráneas** en la planificación del agua
- Hay **comunidades de aguas subterráneas** (para gestión del recurso)
 - impuestas para control “sobreexplotación → en buena parte un fracaso
 - de los usuarios → **CUAS** → algunas muy eficaces → unas 20
- Dificultades **competenciales** entre Administraciones
- No acertado tratamiento de los **acuíferos compartidos** entre cuencas
- Incorporación progresiva del agua subterránea para mitigar efectos de **sequías**
- Pobre incorporación del efecto de **retraso y lenta evolución**
- Enfoque corto de vista de los aspectos de **contaminación** y polución
- Aplicación de la Directiva Marco del Agua con escasa base de **conocimiento**

Dificultades para la gobernanza del agua subterránea

Físicas

- buena parte de los acuíferos son { pequeños productivos

- importantes reservas pero explotadas intensamente

→ poco margen a la variabilidad climática

De conocimiento

- conocimiento con frecuencia insuficiente

- pobre observación y control a nivel apropiado → no prioritario

- no adecuada { consideración tratamiento } de la incertidumbre de la { cantidad calidad efecto ambiental

- conocimiento parcial de los “derechos” existentes

→ esfuerzos realizados no lo resuelven

- escasa { conocimiento valoración } de los { aspectos servicios } ambientales

- insuficiente consideración de efectos diferidos de evolución

Sociales

- falta de sociedad civil { informada formada participativa

- escasa involucración de los usuarios en la gobernanza

→ a pesar de avances notables

→ falta conciencia de patrimonio común a conservar

→ reticencias administrativas

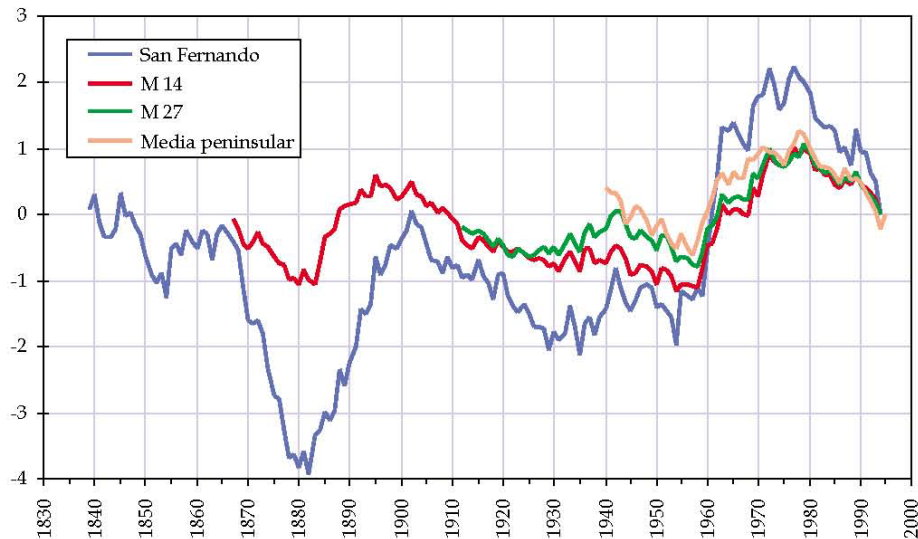
- preferencia por el cumplimiento en vez de afrontar los problemas

- insuficiente recuperación de costes totales { directos indirectos ambientales

Administrativas

- equilibrio no conocido entre { gobernar con incertidumbre invertir para reducirla

Condicionantes: Irregularidad en los recursos de agua en España



Desviación acumulada respecto a la media del periodo en metros

Alta irregularidad
Comportamiento cíclico irregular de 40 años
→ largos periodos secos / húmedos

Precipitación anual

Periodo más largo: 1840–1995

LBA, 2000

Usar las aguas subterráneas como reserva

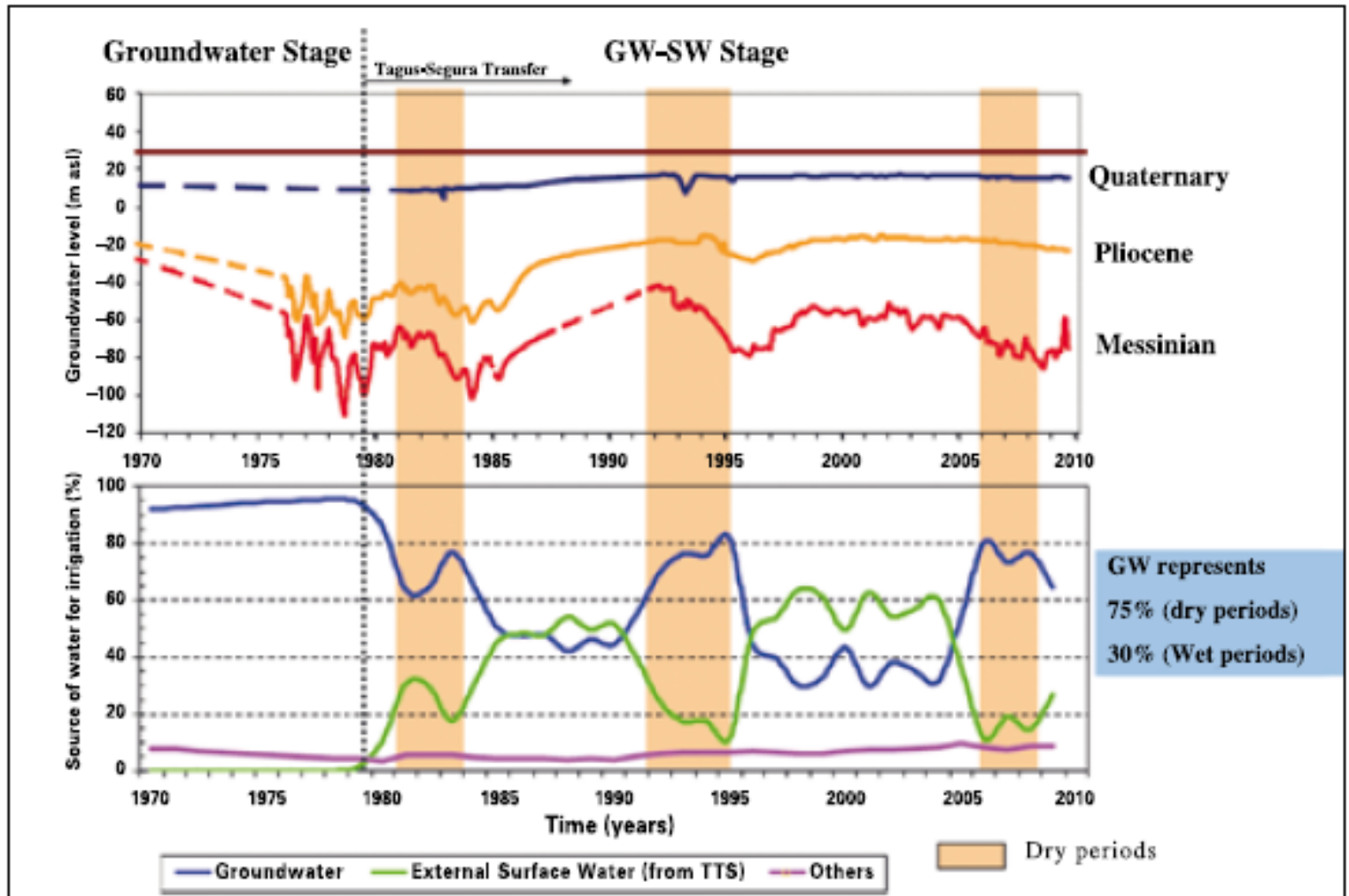
Planificarlo

Poner los medios técnicos y legales

Adecuar los derechos a esa finalidad

Falta atención y experiencia en cómo incorporar la alta irregularidad en escenarios de planificación considerando los efectos diferidos en cantidad, calidad y efectos en el ambiente

En clima semiárido y árido → agua subterránea es el seguro contra sequías: → extracción intensiva en sequías cuando fallan otras fuentes → es casi inevitable



Uso del agua subterránea en sequías en el Campo de Cartagena

Condicionantes: Las decisiones en la gestión de acuíferos en clima semiárido y árido son socioeconómicas, técnicas

sólo secundariamente

Evolución del coste del agua subterránea

según

- control estricto
- libre acción (sin control)

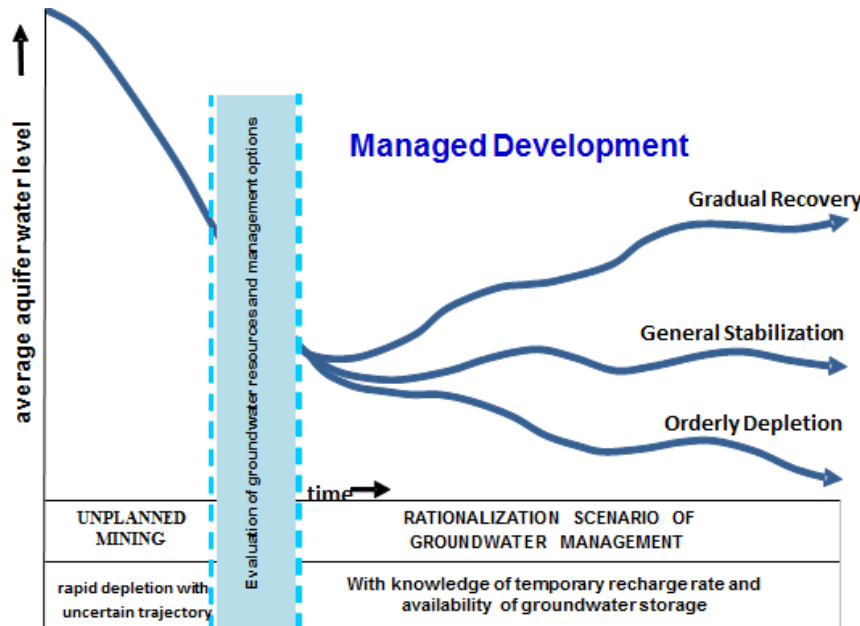
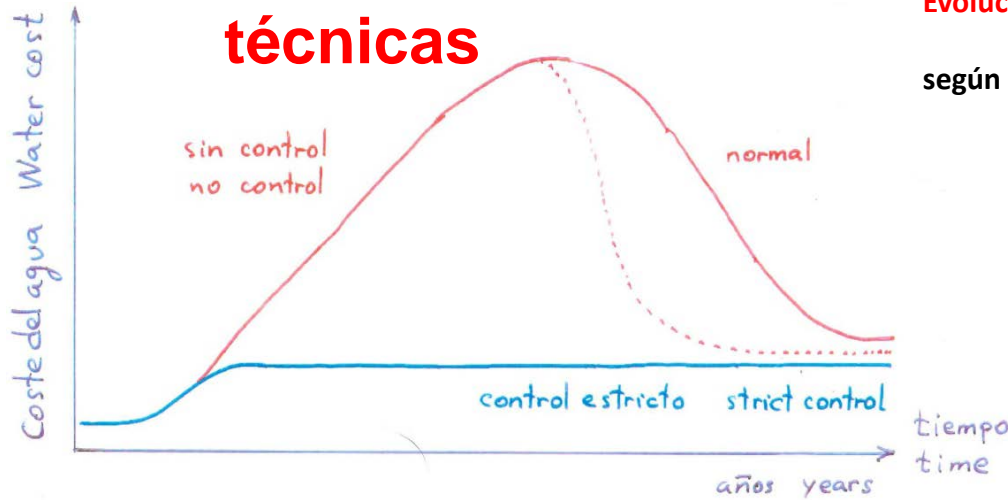
Control estricto →

- agua barata
- escaso desarrollo
- baja productividad
- durabilidad

Sin control →

- agua cada vez más cara
- gran desarrollo
- alta productividad
- tensiones y crisis
- cambios de paradigma

Caudal extraído
Descensos de niveles



Acuífero con minería del agua subterránea. Escenarios de evolución según decisiones de gestión

Foster y Loucks, 2006

Realidades a afrontar en la gestión/gobernanza del agua subterránea

Los usuarios buscan el agua más barata para ellos

Usarán recursos y reservas en tanto

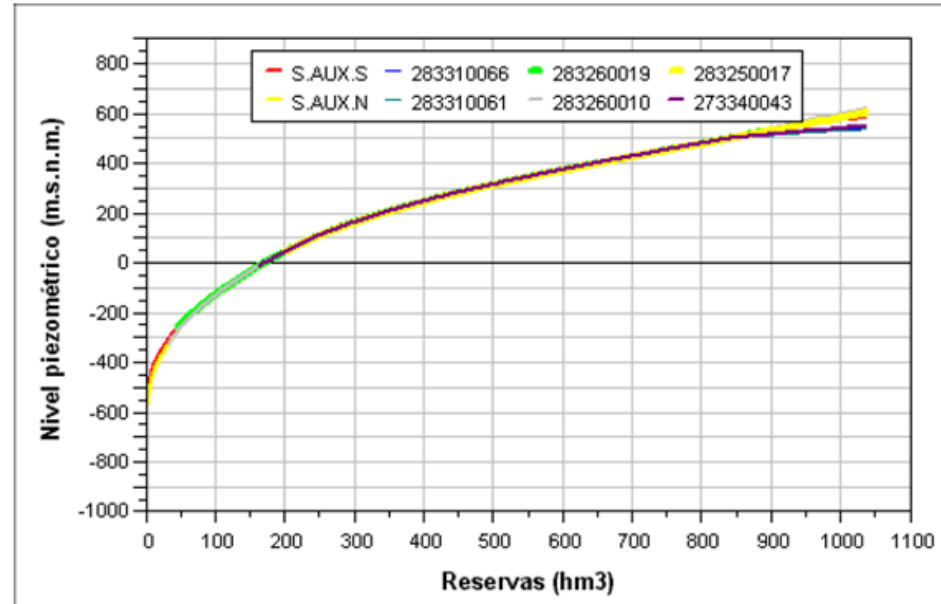
se obtengan a un costo asequible
 se mantenga la calidad
 tengan derecho a hacerlo
 y también sin derecho claro

Pagar las externalidades, pero en las mismas condiciones que los otros recursos de agua

Nivel piezométrico y reservas de agua subterránea

Acuífero de Solana (Villena–Beneixama)

Diputación de Alicante 2014– MASE



Proyectos de recopilación del conocimiento

Realización: Dpto. Ingeniería Terreno, Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

Apoyo económico: AQUALOGY

Supervisión : CETaqua

Objetivos: Analizar los aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, económicos, de gestión, sociales, ambientales y éticos de ciertos aspectos de los recursos de agua subterránea

Metodología: recopilación de información existente para su análisis crítico con amplia visión

→ no se busca aportar soluciones, aunque cabe la prospectiva

MASE: Minería del agua subterránea en España: 2013–2015 → concluido, en edición

Abarca: Levante Español (Sur de Alicante, Murcia y Almería) y Canarias: Gran Canaria y Tenerife

SASMIE: Salinización de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros mediterráneos e insulares españoles: 2015–2017 → en firma y a punto de iniciarse

Abarca: Costas peninsulares mediterráneas y las insulares

Prospectiva de gobernanza del agua subterránea

Nueva **Ley de Aguas** que:

- reconsidere los derechos de agua subterránea
- sea más **flexible** ante una realidad cambiante
- garantice **participación** de todos los interesados
- consiga la efectiva **involucración** de los usuarios
- tenga mayor **capacidad** de decisión, ejecutiva y sancionadora
- logre un equilibrio flexible entre **uso** y valores **ecológicos**
- explicita los aspectos **económico–sociales**
- asegure el adecuado **conocimiento, observación** y control
- regule el uso de **reservas** de agua subterránea , incluida su minería
- introduzca **conceptos éticos** en las evaluaciones y decisiones

Consolidar un “**pacto**” político sobre el agua

Se requiere

- cambio de paradigma en el uso del agua y del agua subterránea
- que la Sociedad Civil se recupere de la actual apatía
- integrar todos los recursos de agua
- utilizar a los acuíferos como seguro, control de sequías y para mitigación
- plantear, abordar y solucionar cada caso en su contexto propio

Aspectos que no se reflejan bien en la huella hídrica en relación con el uso de recursos de agua subterránea

Efectos diferidos a muy diferidos en relación con la calidad y la cantidad (incluyendo especialmente la salinidad y la contaminación por nitratos) del agua y con el medio ambiente que depende de las aguas subterráneas

Que las observaciones en que se basa la determinación de la huella hídrica y su componente gris pueden no reflejar el estado real del sistema acuífero y con frecuencia no lo reflejan si la red de observación y su operación no ha sido correctamente diseñada y construida de acuerdo con un modelo conceptual de funcionamiento validado de forma adecuada al valor del sistema. Con ello se pueden introducir errores importantes

La incertidumbre en el conocimiento

El efecto que tiene en la recarga a los acuíferos (agua movilizable o azul) las acciones que modifican el balance del agua en el suelo (afectan al agua edáfica y su devolución a la atmósfera y la generación de escorrentía directa, o sea al agua verde) → puede producir grandes cambios, por ejemplo por modificaciones y actuaciones o no actuaciones sobre la masa forestal, de matorral y cultivada