

# “Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

Dr. José Luis García Aróstegui



Científico Titular del Instituto Geológico y Minero de España  
[j.arostegui@igme.es](mailto:j.arostegui@igme.es)



Profesor Asociado de Hidrología en la Universidad de Murcia. Dpto. Ecología e Hidrología  
[j.arostegui@um.es](mailto:j.arostegui@um.es)

**Jornada Técnica de Calidad y Tratamiento de Aguas Residuales y Subterráneas**

**Cochabamba (Bolivia), 27 de febrero de 2020**

## ¿Quiénes somos?

- El **Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (Geological Survey of Spain)** es un Organismo Público de Investigación, con el carácter de organismo autónomo, adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Primer centro creado en España (1849) para el estudio de la geología del territorio español, la elaboración del mapa geológico nacional, el reconocimiento de yacimientos minerales y el estudio de aguas subterráneas.
- Hoy es el principal **Centro de Investigación español en el campo de las Ciencias y Tecnologías de la Tierra.**
- Está especializado en diversos campos de actividad tales como la **geología**, el **medio ambiente**, la **hidrogeología**, los **recursos minerales**, los **riesgos geológicos**, el **patrimonio geológico** y la **planificación del territorio**.

**Misión:** Proporcionar a la Administración Central, Autonómica y local que lo soliciten, y a la sociedad en general, el conocimiento y la información precisa en relación con las Ciencias y Tecnologías de la Tierra para cualquier actuación sobre el territorio, dentro y fuera de España.

**Compatibilizar las funciones básicas del organismo como:**

- Organismo Público de Investigación (OPI)
- “Servicio Geológico Nacional”

**I**nfraestructura  
**I**nvestigación 

Las instalaciones del IGME, incluido el edificio que alberga su Sede Central y su espectacular Museo y la mejor biblioteca en Ciencias de la Tierra del país, sus oficinas de proyectos en diversos lugares del España, laboratorios, almacenes, litoteca, todos disponen los mejores equipos y los medios técnicos más avanzados.



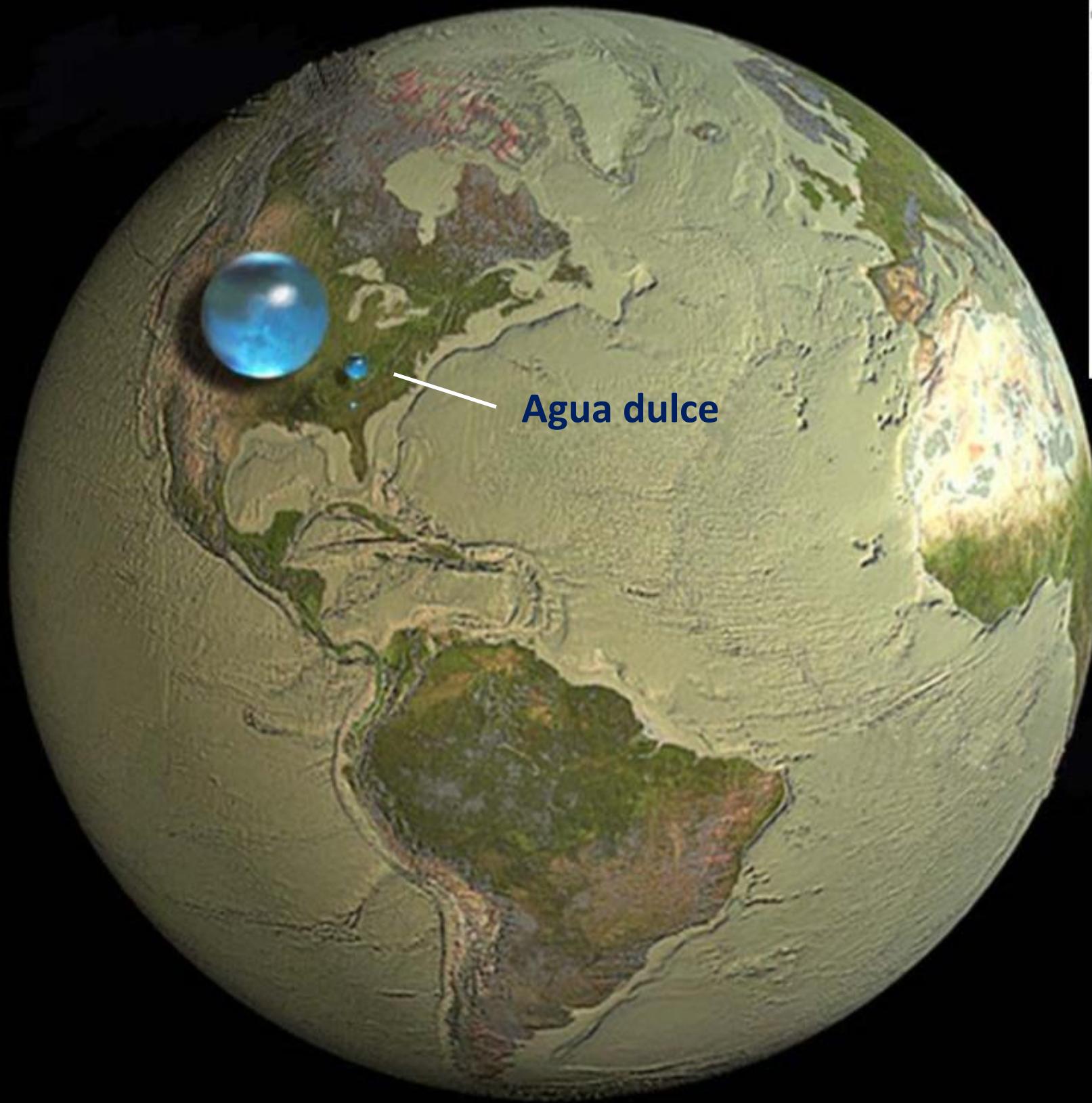
**Oficina Central: Madrid. Ríos Rosas 23**

**Laboratorios: Tres Cantos**

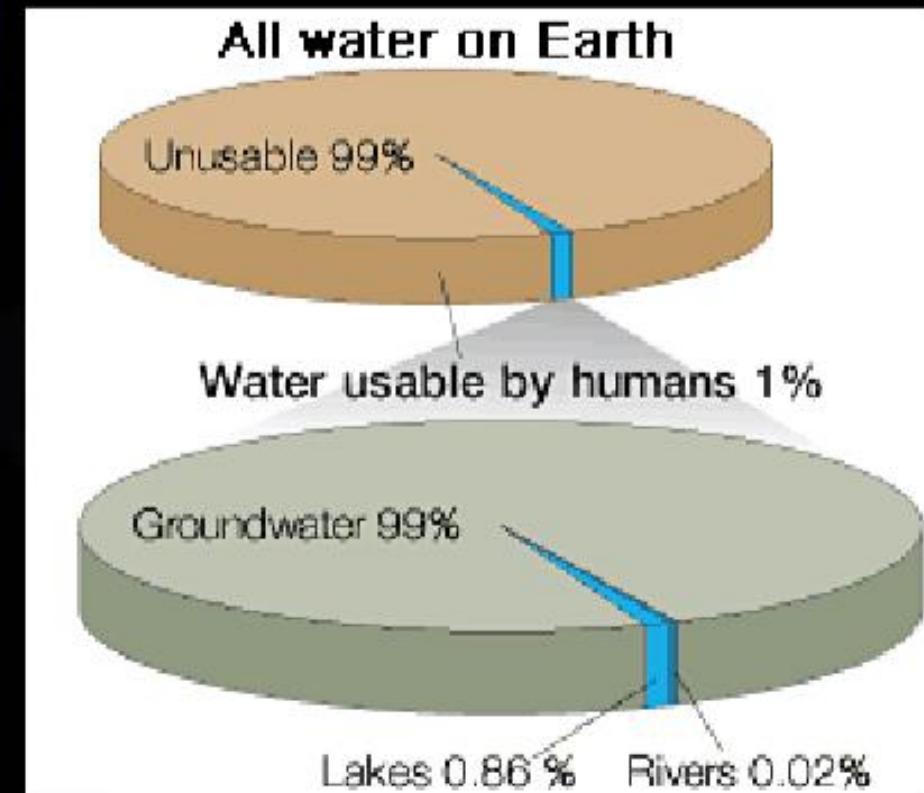
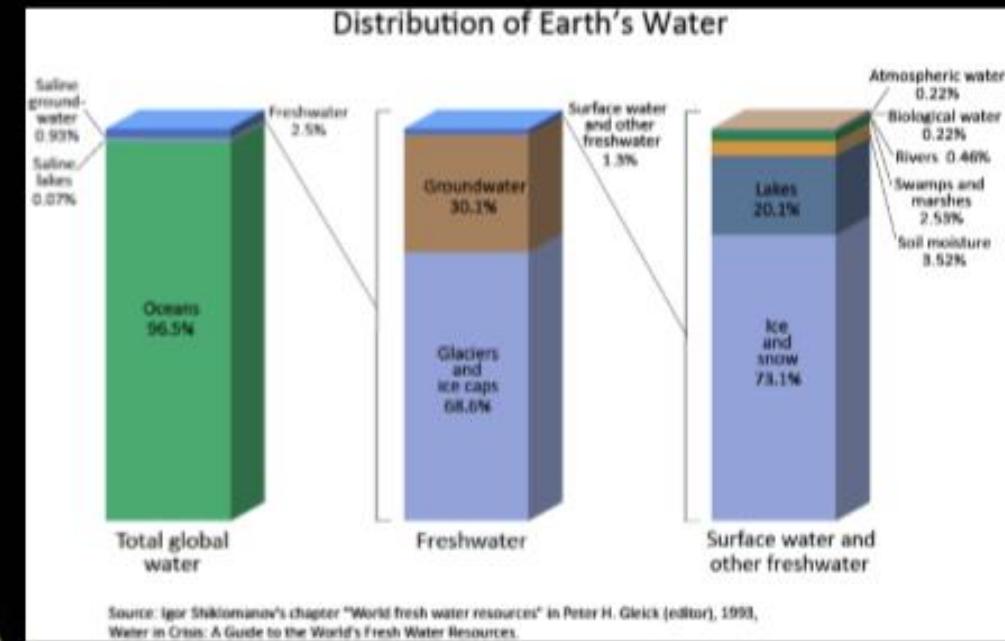
**Oficinas de proyectos : 12**



**IGME-MURCIA: Avda. Miguel de Cervantes, 45, 5ºA.  
Telf. 968245012-00 [murcia@igme.es](mailto:murcia@igme.es)**

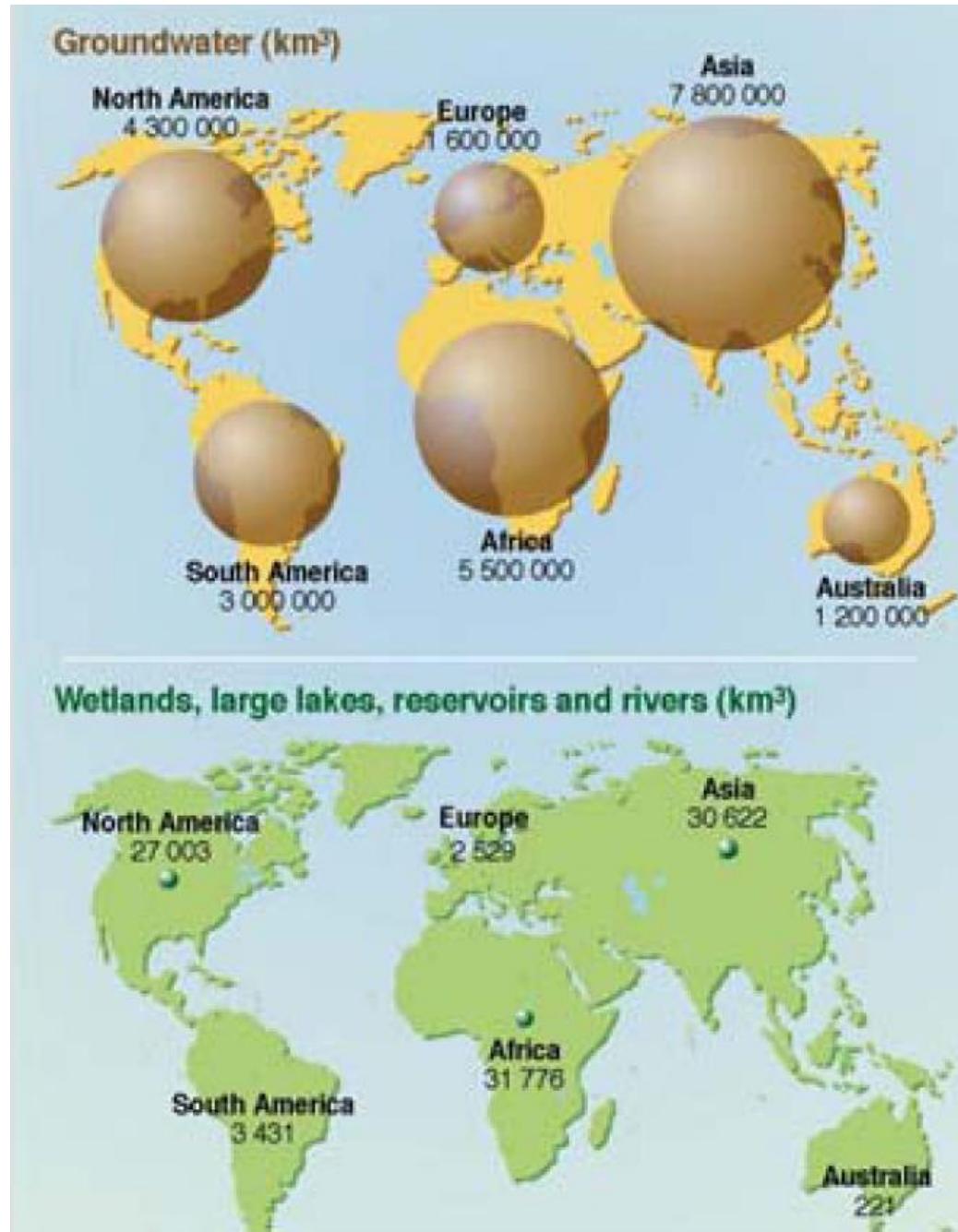


Agua dulce



- (1) All water (sphere over western U.S., 860 miles in diameter)
- (2) Fresh liquid water in the ground, lakes, swamps, and rivers (sphere over Kentucky, 169.5 miles in diameter), and
- (3) Fresh-water lakes and rivers (sphere over Georgia, 34.9 miles in diameter).

# Agua subterránea vs. Agua superficial



- Las reservas de agua subterránea superan más de 500 veces a los recursos en superficie
- Más del 50% de la población mundial se abastece con aguas subterráneas
- El regadío con aguas subterráneas, suele ser mucho más eficiente que el regadío con aguas superficiales.

# ACUÍFEROS EN ESPAÑA

---

- **Unos 2/3 de España se consideran terrenos acuíferos**
- **La recarga estimada es del orden de 30.000 hm<sup>3</sup>/año**
- **El uso de aguas subterráneas: entre 5.000 y 6.000 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales el 80% se destina al regadío.**
- **Sólo un 22% del agua utilizada para los abastecimientos urbanos procede de aguas subterráneas. Es la proporción más baja de todos los países de la UE.**
- **El agua subterránea en España se aplica para regar el 30% de la superficie de riego (unos 3,5 millones de ha) con un crecimiento espectacular en los últimos 30 años (especialmente en zonas áridas o semiáridas).**

# ASPECTOS BÁSICOS DE LA HIDROGEOLOGÍA Y LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

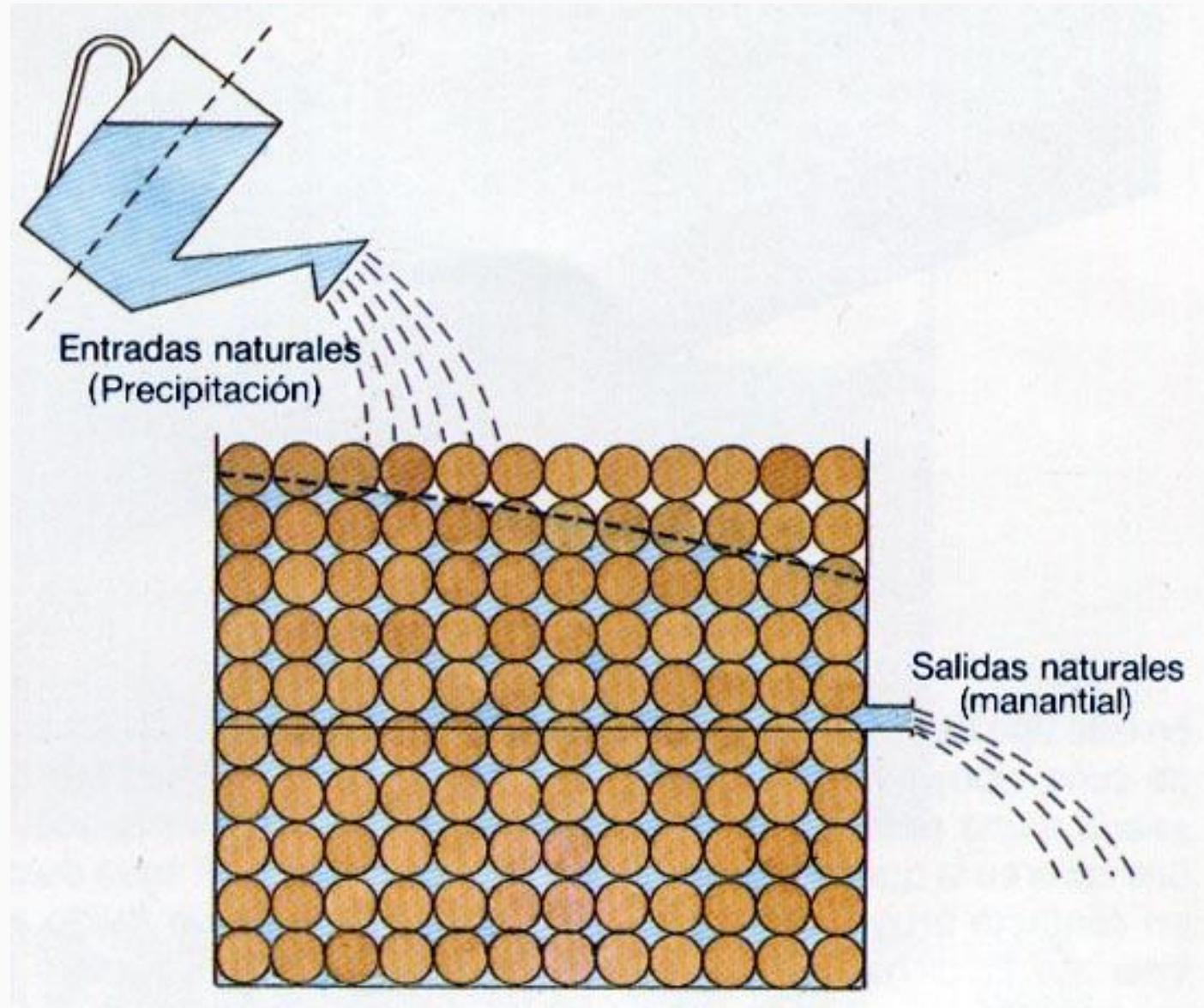


**Agua subterránea** es la que está por debajo de la superficie del terreno; es el agua que aparece en los **manantiales...** (**surgencias, humedales, etc.**)

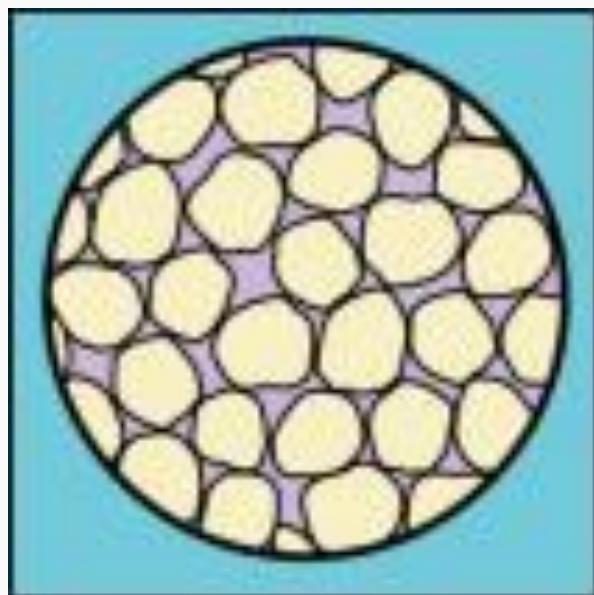


# LOS ACUÍFEROS ¿Qué son?

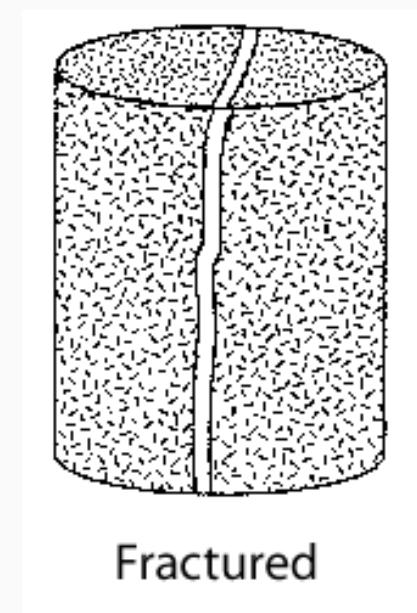
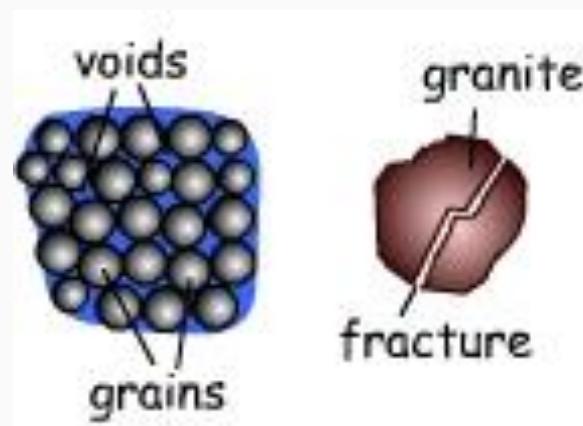
**Materiales geológicos capaces de almacenar agua y de transmitirla (hacia manantiales, captaciones, lagos, mar, ríos...)**



La propiedad de almacenar agua se denomina **POROSIDAD** y viene determinada por la existencia de **discontinuidades** (poros, fisuras, vacuolas...) dentro de las rocas. **Porosidad eficaz: sólo poros interconectados en los que circula el agua por gravedad**

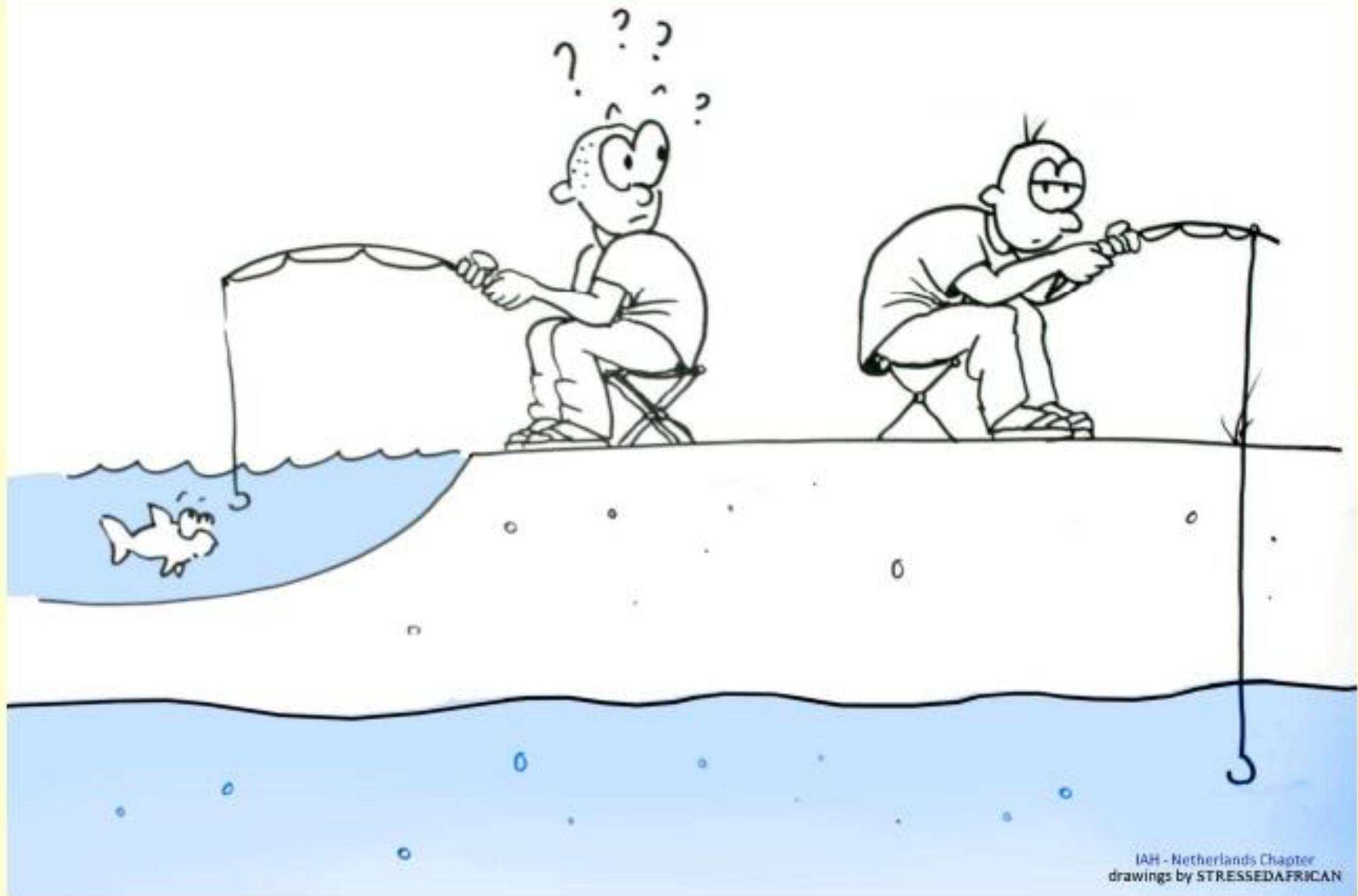


**Porosidad primaria  
(rocas sedimentarias)**



**Porosidad secundaria**

La **PERMEABILIDAD** determina la facilidad de transmitir el agua a través del medio poroso y las discontinuidades interconectadas.

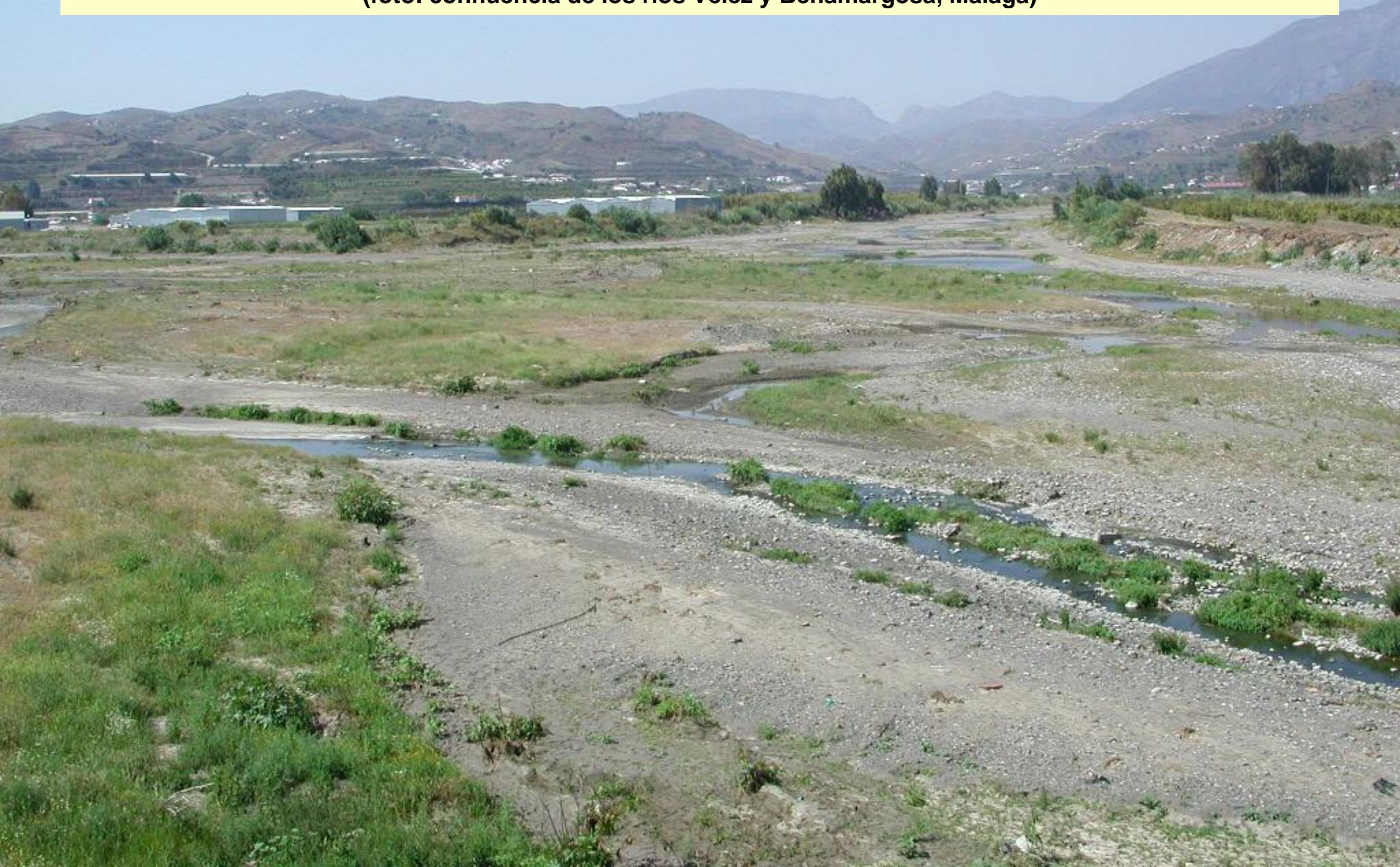


***Groundwater: not a lake under the ground***

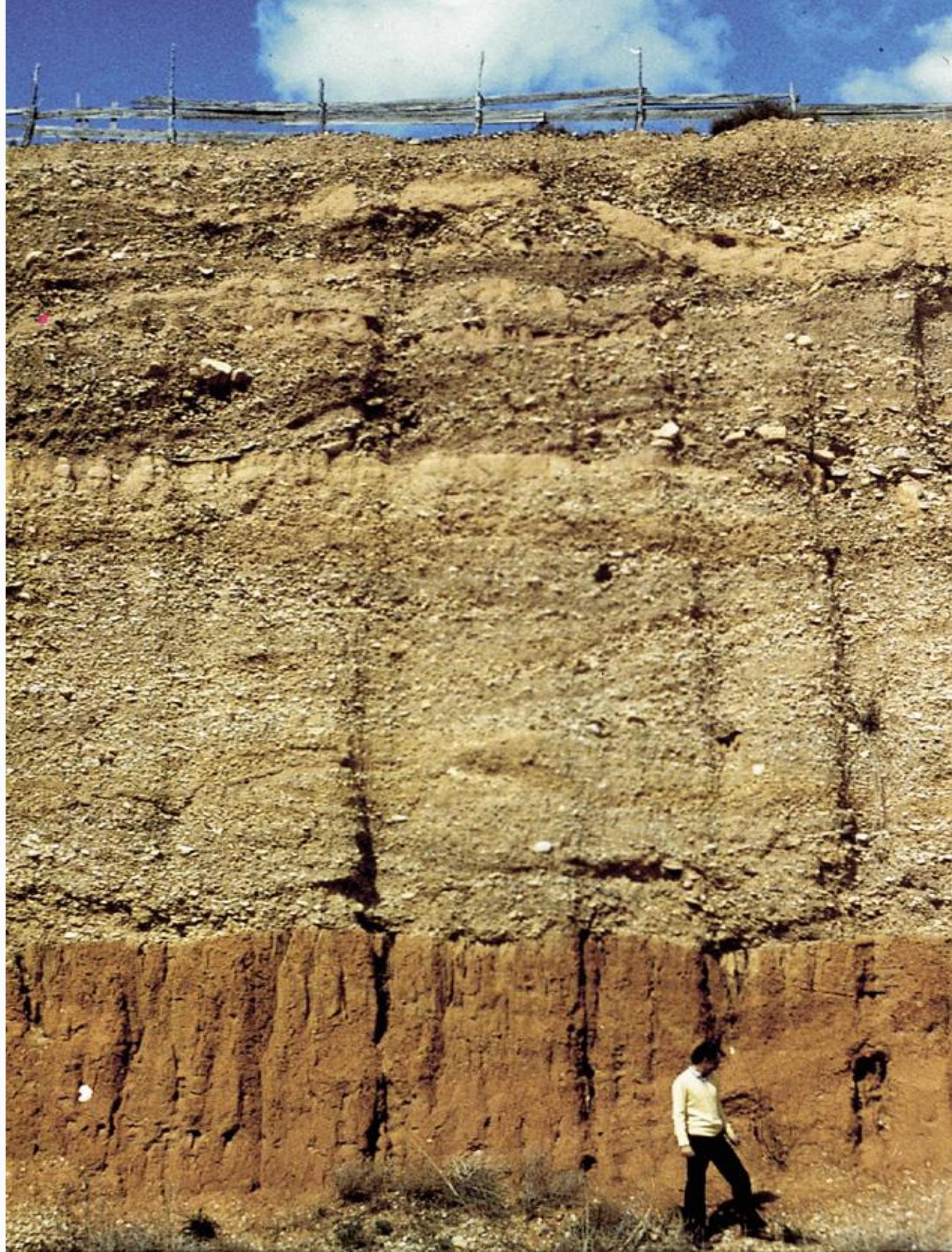
**El agua subterránea no debe imaginarse como “un lago bajo tierra”**

# **Ejemplo de materiales geológicos con porosidad intergranular : materiales aluviales (Cuaternario)**

**(foto: confluencia de los ríos Vélez y Benamargosa, Málaga)**

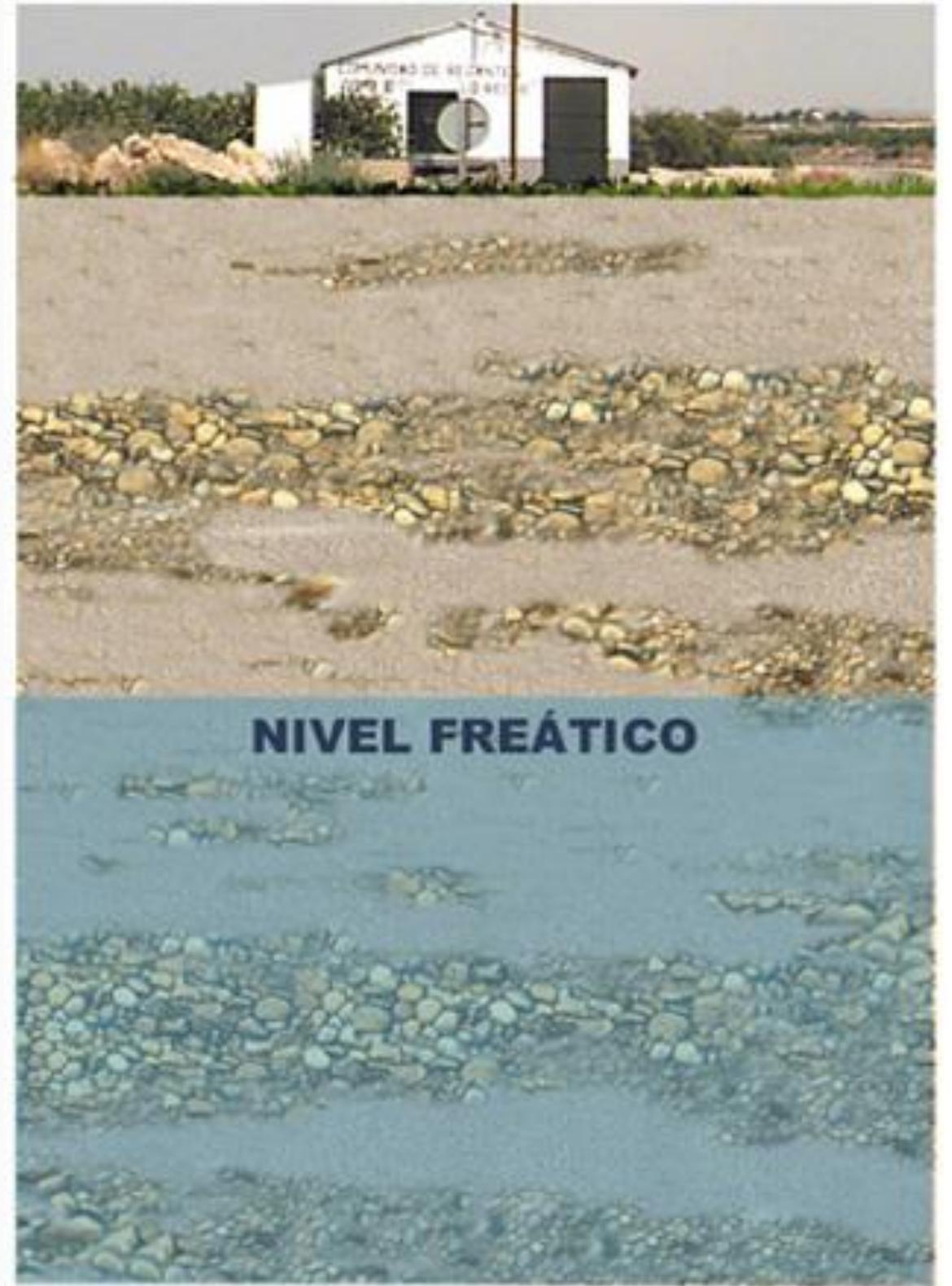


## Corte en materiales aluviales

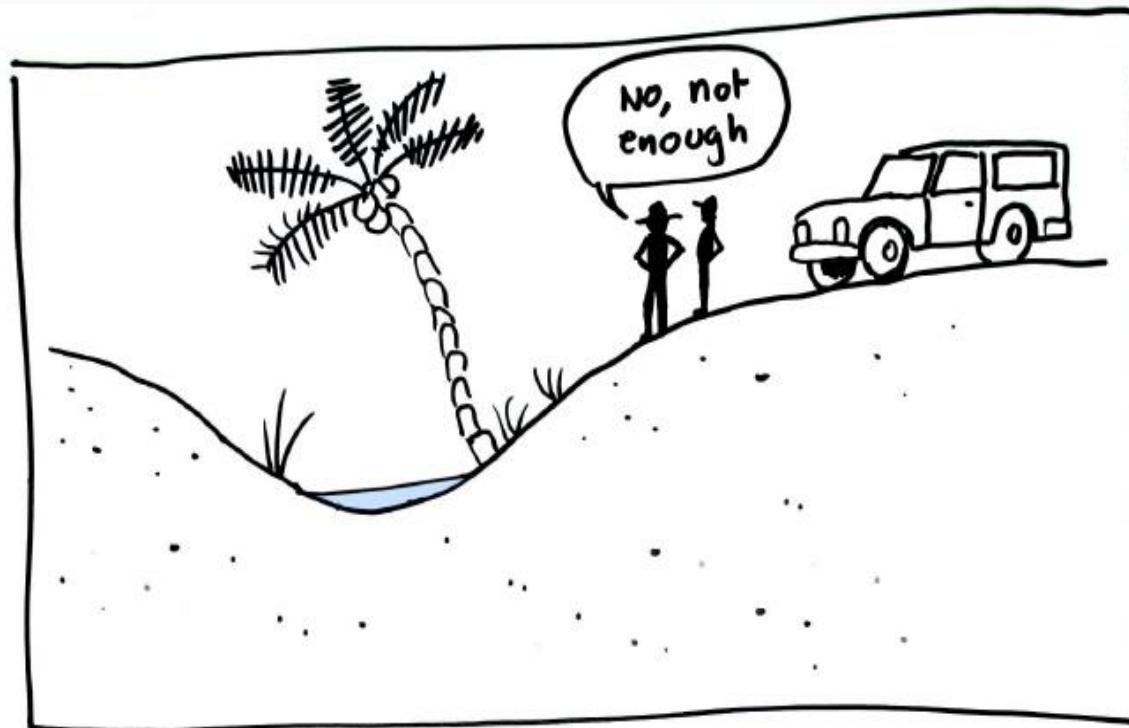




**Arenas eólicas en la costa de Huelva, España**

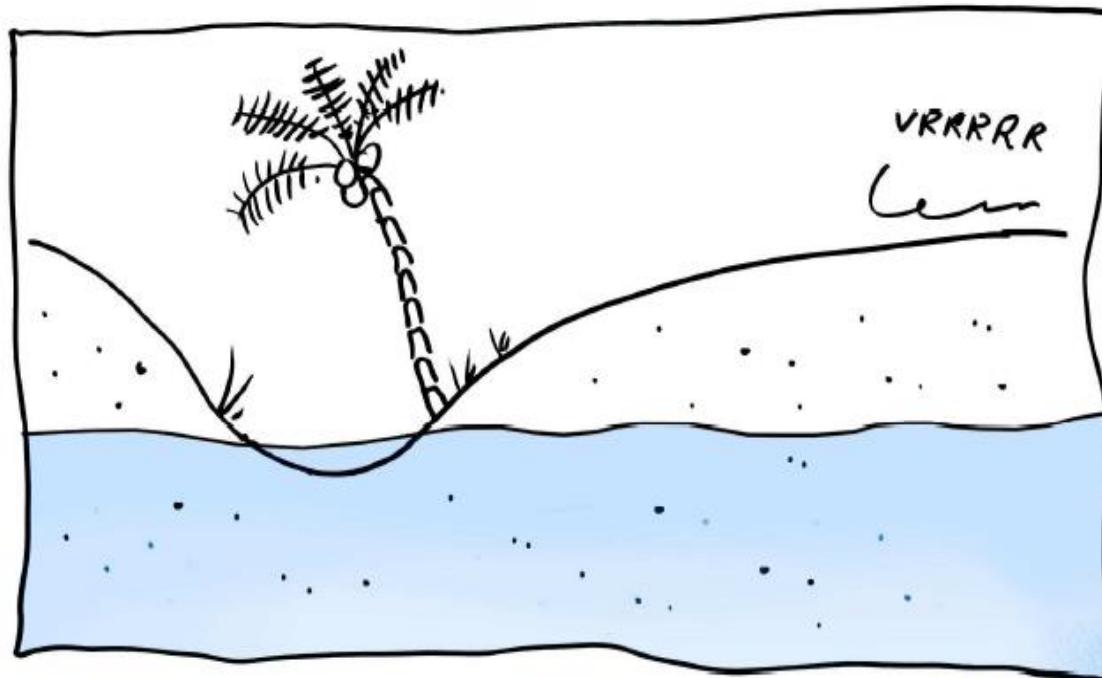


En acuíferos libres existe nivel freático (y coincide con nivel piezométrico)

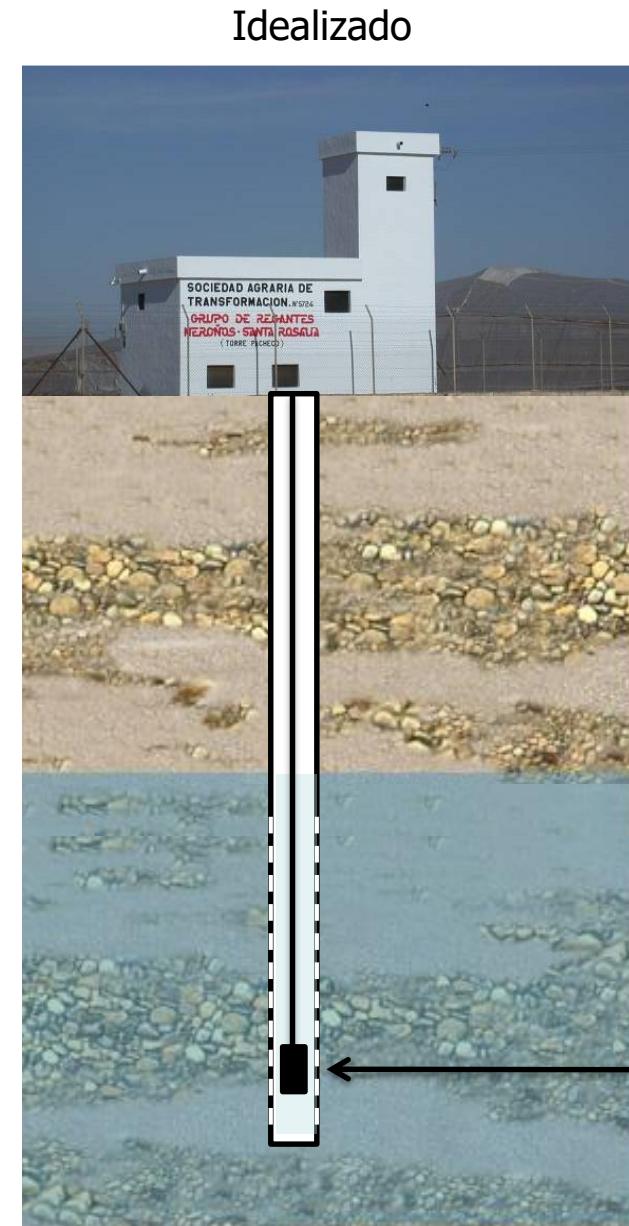
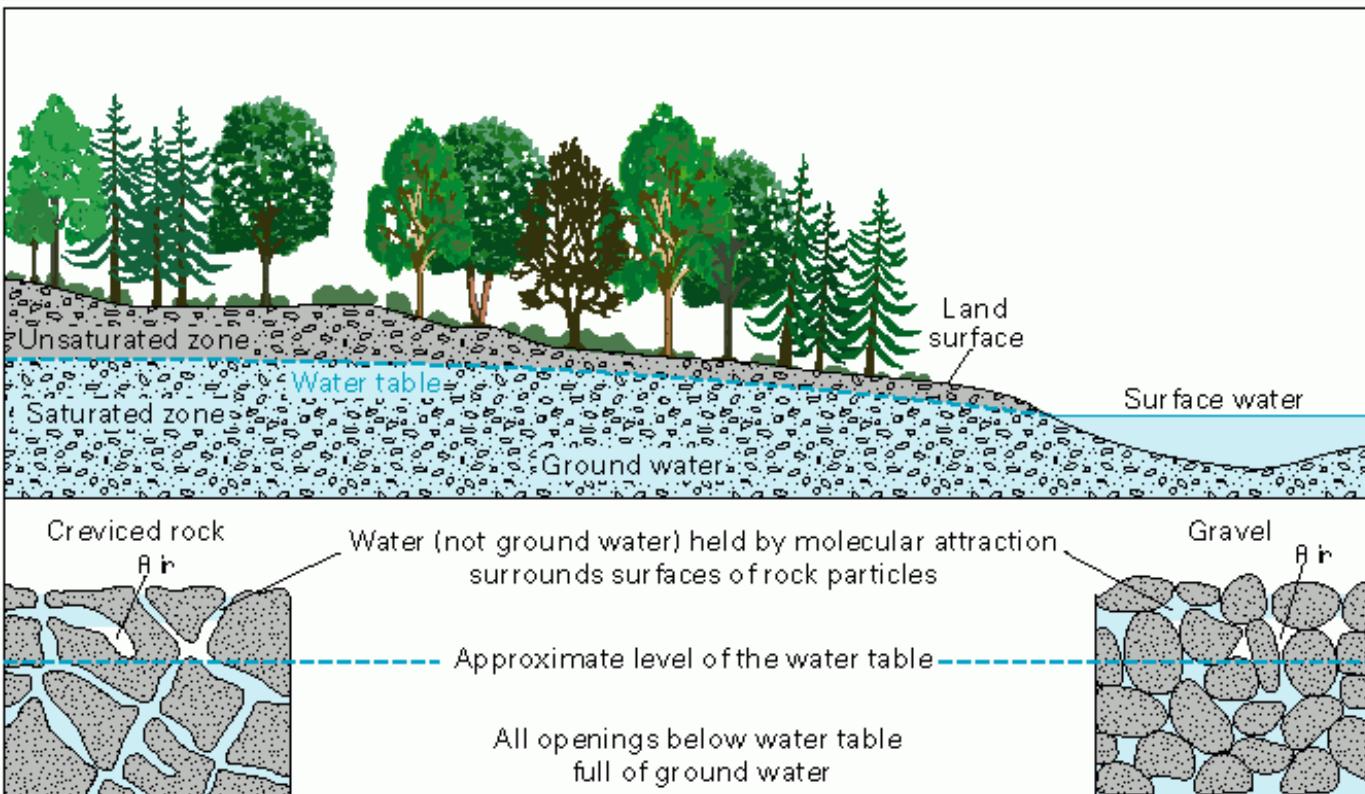
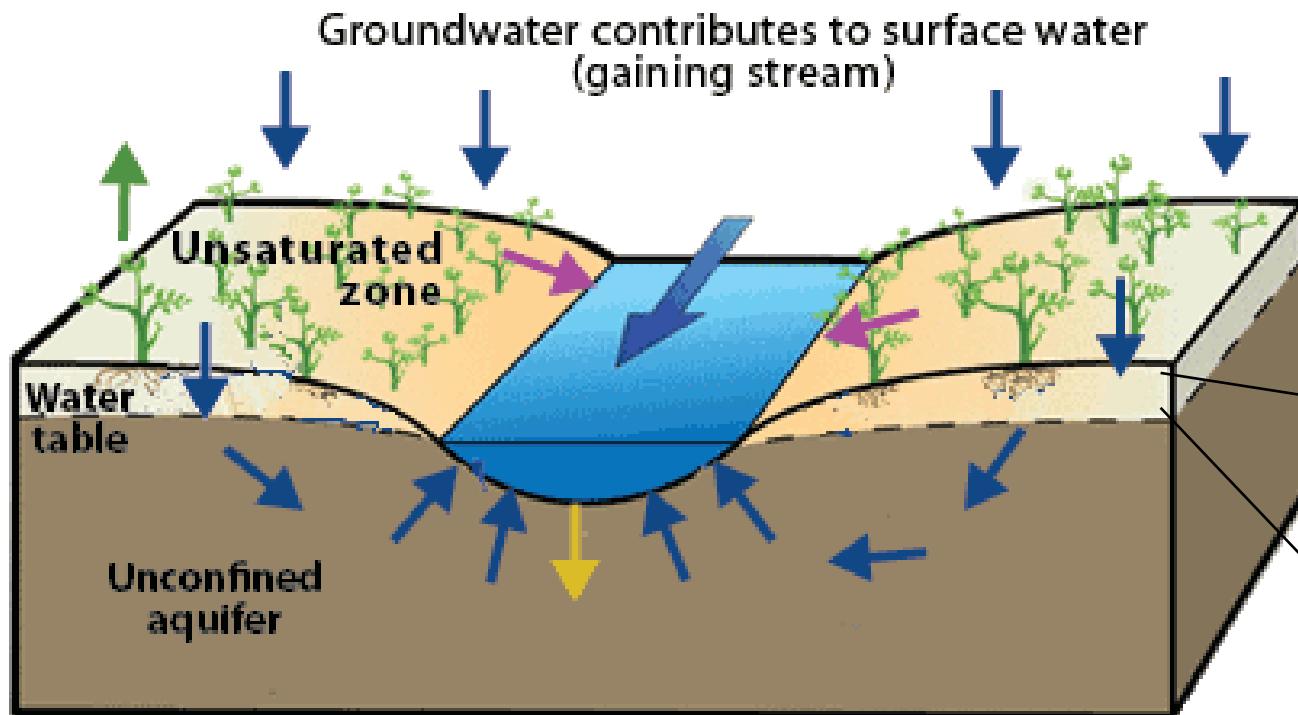


Probablemente es común la idea de que el agua que circula por un cauce viene de la escorrentía derivada de la precipitación y eventualmente de retorno de riego.

Esto es PARCIALMENTE verdad

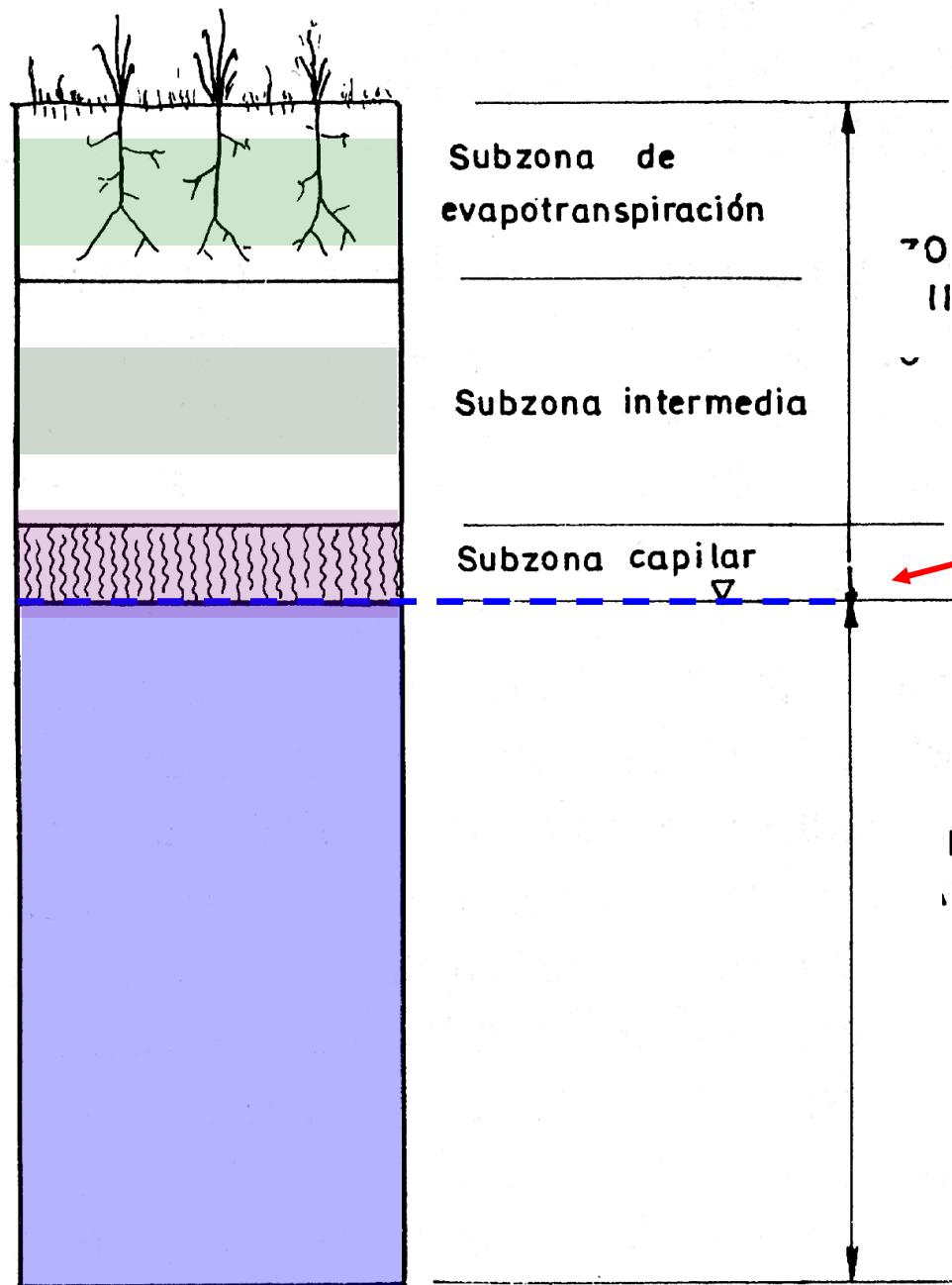


El agua subterránea contribuye al caudal de los ríos en multitud de situaciones climáticas y fisiográficas del mundo. La proporción viene determinada por muchos factores: geografía, geología, tipo de suelo, saturación, clima, etc.



**La velocidad del flujo subterráneo puede alcanzar varios metros/día**

# ZONACIÓN VERTICAL DE UN ACUÍFERO LIBRE



Zona no saturada, vadosa o de aireación  
VADOSA

## Superficie Piezométrica:

“Lugar geométrico de todos los puntos en los que el agua que satura los poros está a presión atmosférica”

NA DE  
SATURACION

Zona saturada

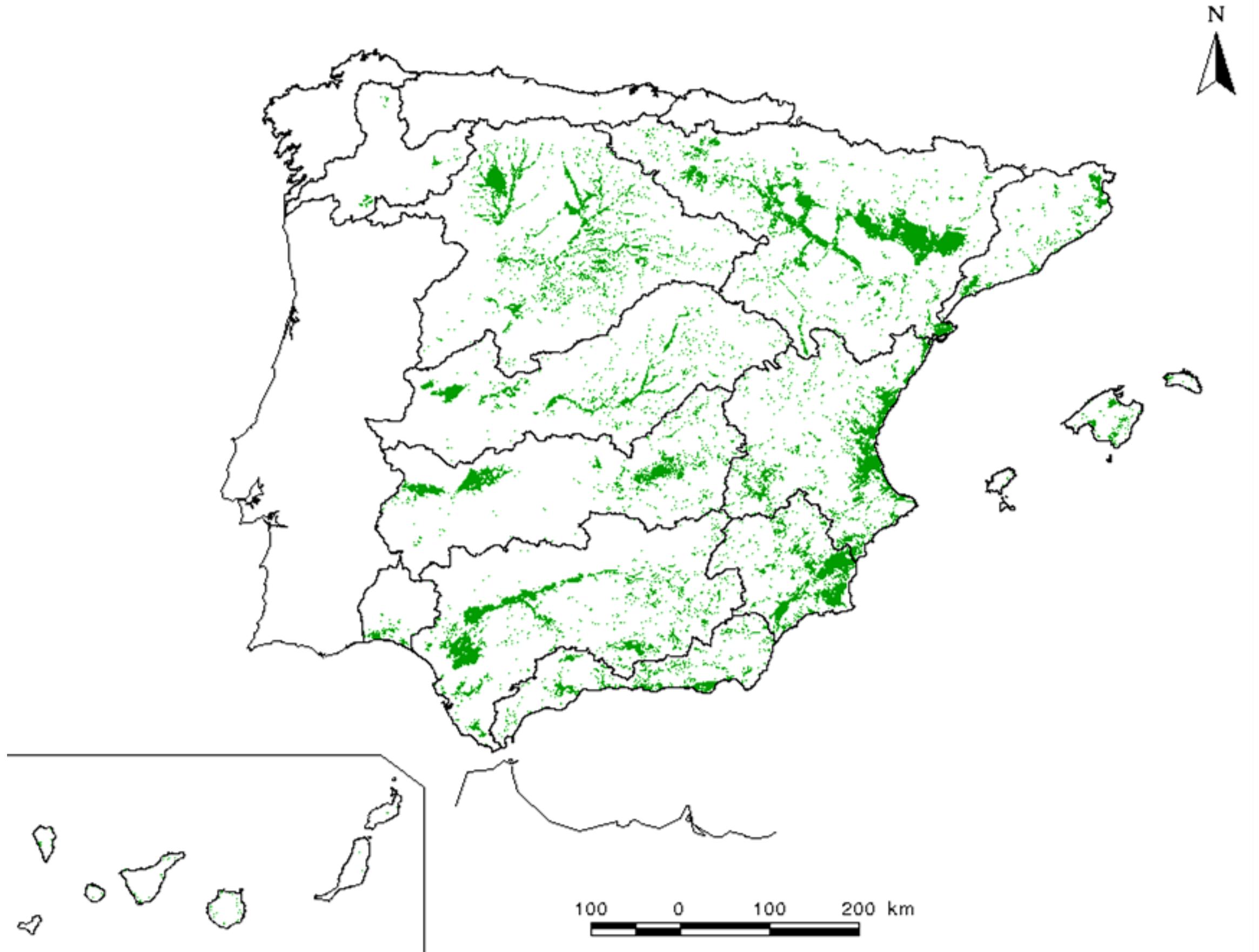
## Ejemplos de medidas en piezómetros



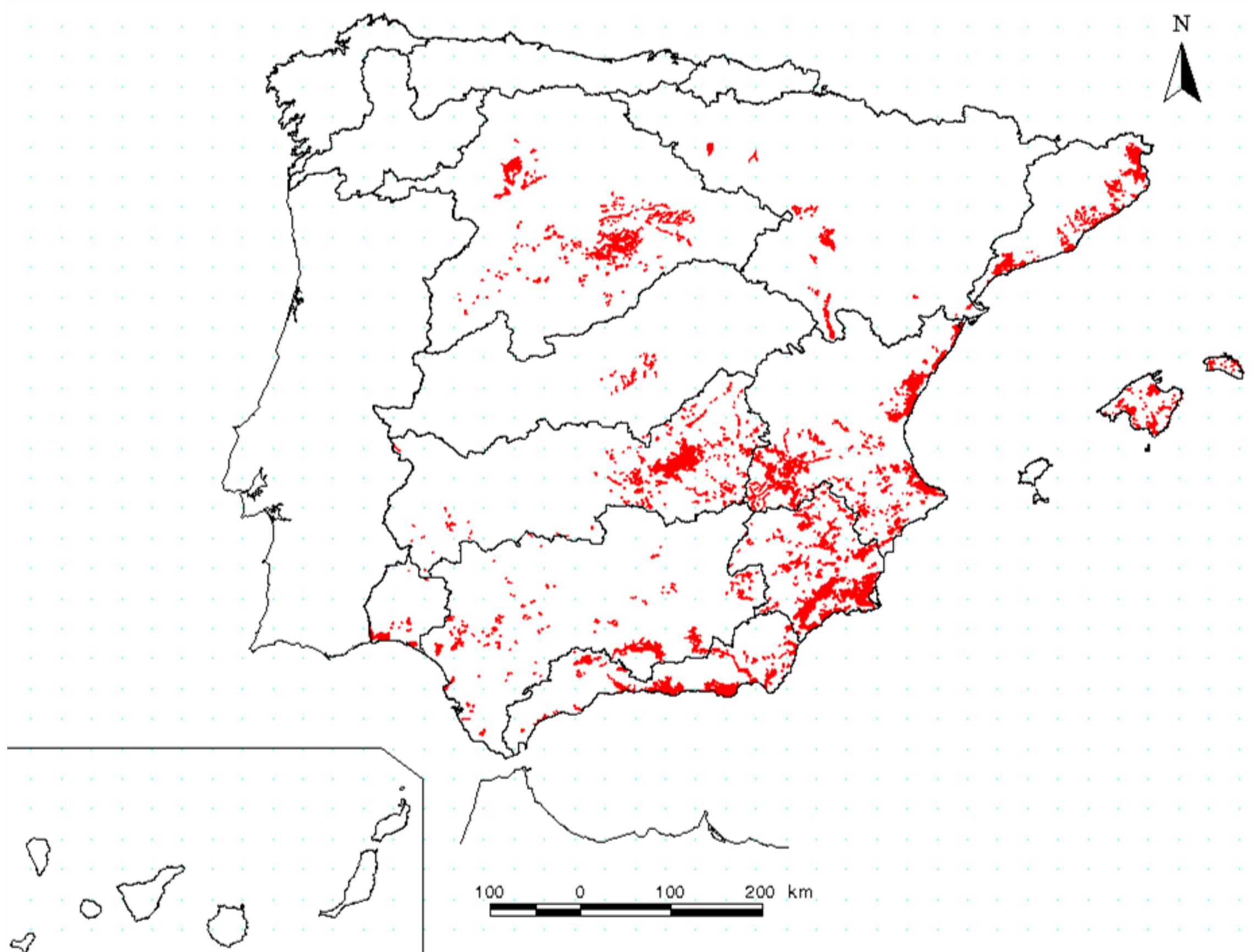
La instalaciones básicas para caracterizar el flujo (dirección y sentido) en los acuíferos son los sondeos piezométricos (o, simplemente, “piezómetros”)



# Mapa de regadíos



# Regadíos con aguas subterráneas



# Demarcaciones Hidrográficas de la península, Baleares, Ceuta y Melilla y la delimitación de sus MASub.

Andreu y Fernández-Mejuto (2019)



**762 MASub**

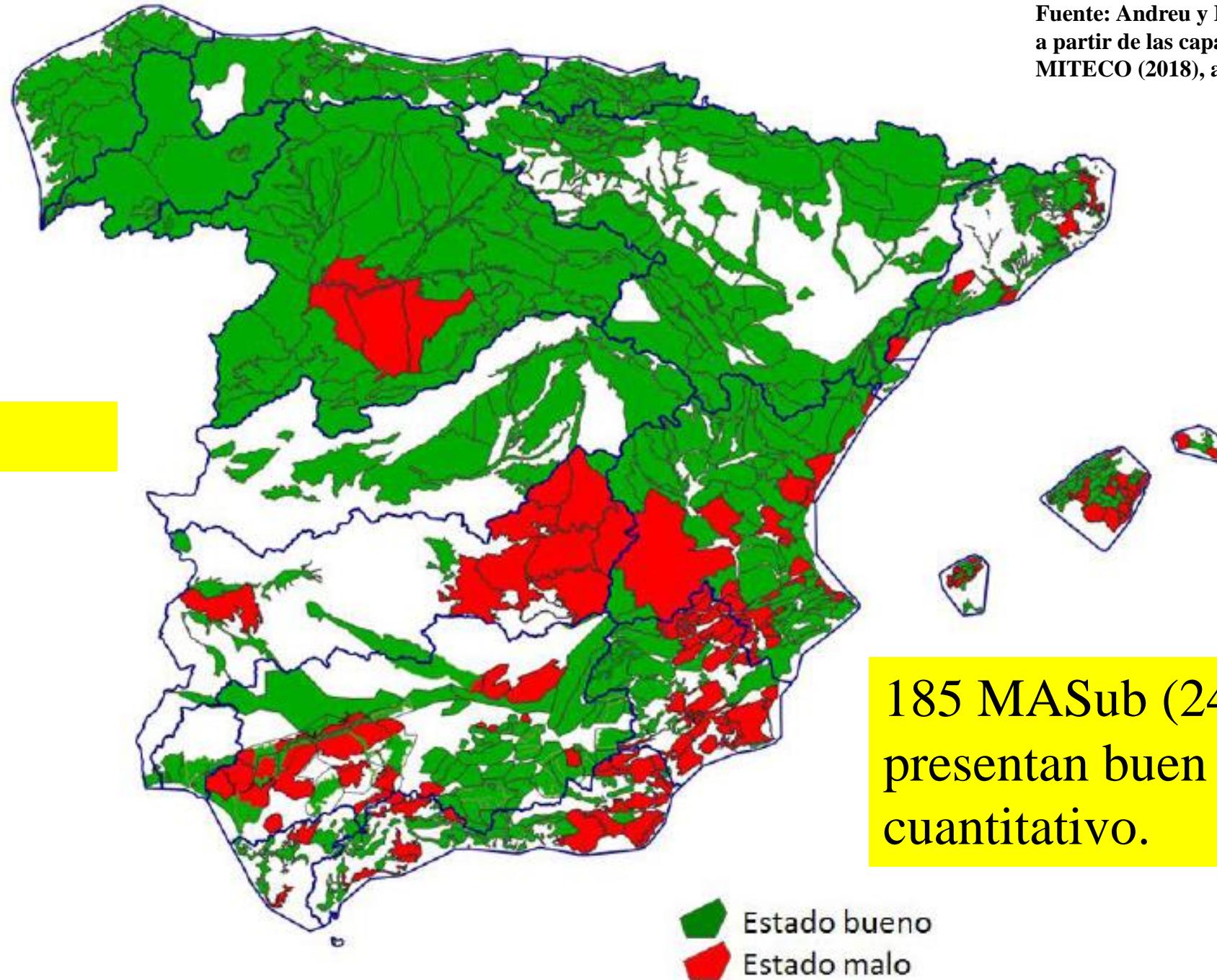
Recursos disponibles > 28.000 hm<sup>3</sup>/año

(una vez detraídos los recursos ambientales)

“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Estado cuantitativo de las MASub de la península, Baleares, Ceuta y Melilla en el horizonte de planificación 2015-2021.

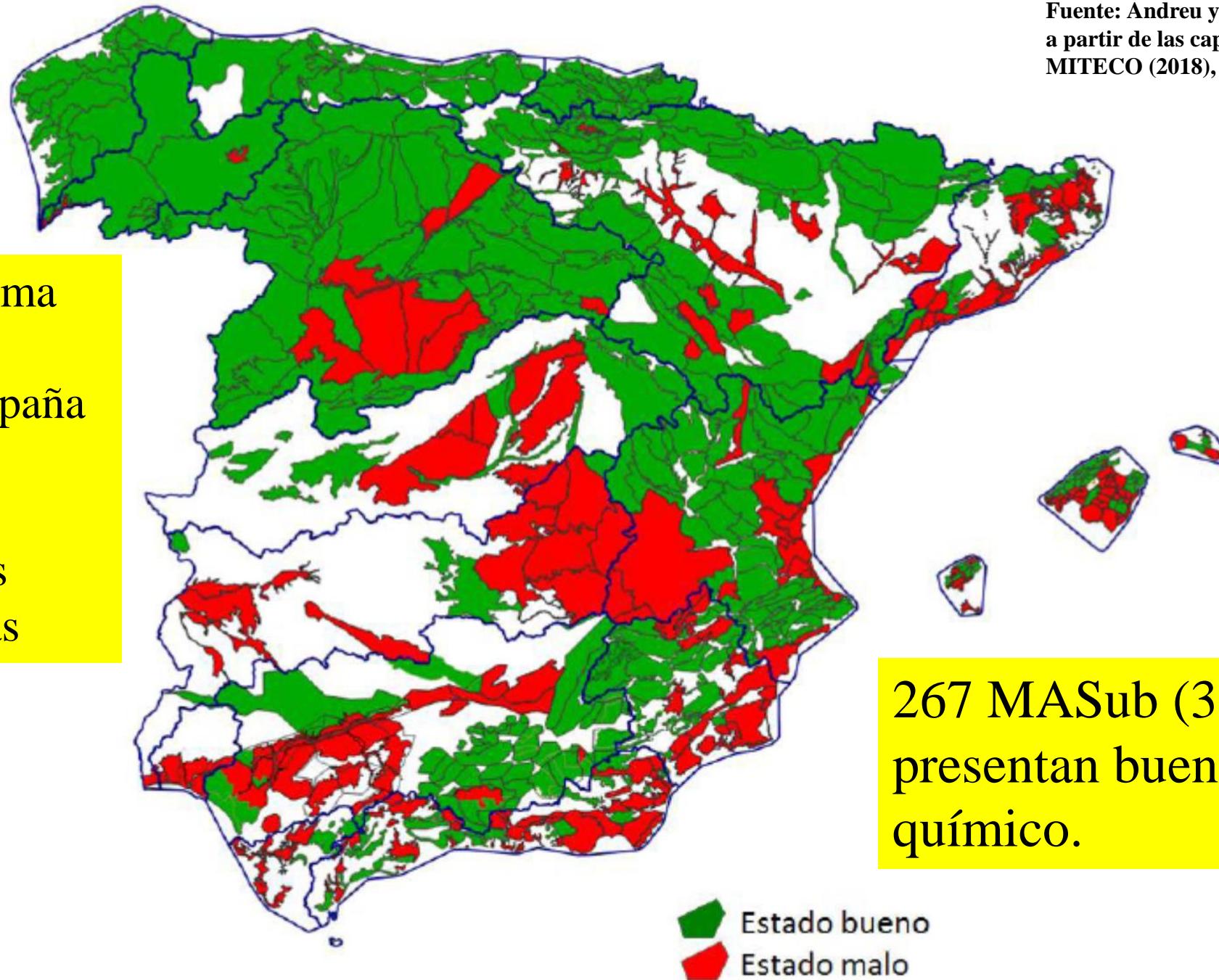
Fuente: Andreu y Fernández-Mejuto (2019), a partir de las capas cartográficas del MITECO (2018), actualizadas a julio de 2015.



“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Estado cualitativo de las MASub de la península, Baleares, Ceuta y Melilla en el horizonte de planificación 2015-2021.

Fuente: Andreu y Fernández-Mejuto (2019), a partir de las capas cartográficas del MITECO (2018), actualizadas a julio de 2015.



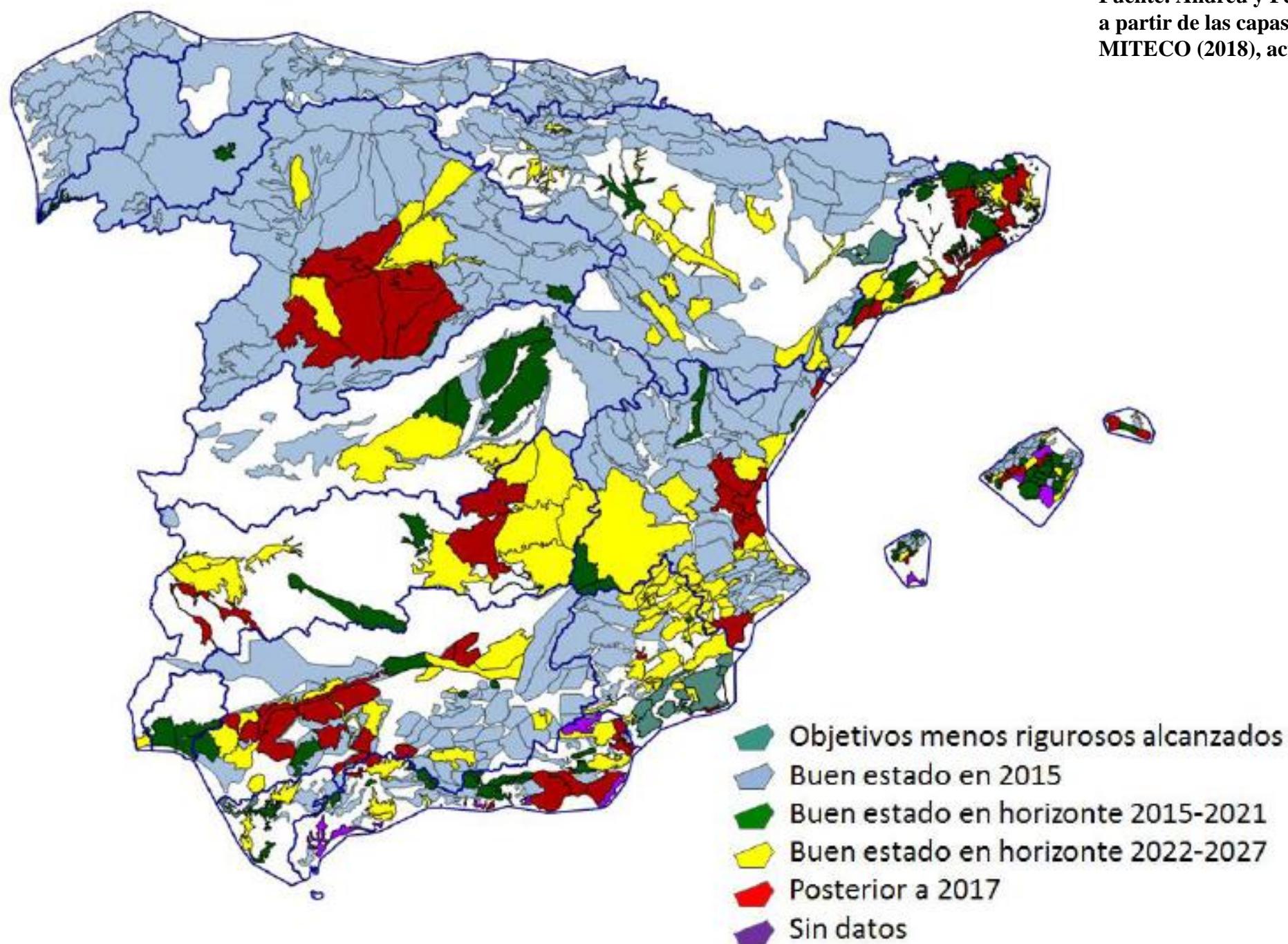
El principal problema de las aguas subterráneas en España se debe a la contaminación relacionada con las actividades agrarias

267 MASub (35%) no presentan buen estado químico.

“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Horizontes previstos para lograr el buen estado (cuantitativo y cualitativo) de las MASub de la península, Baleares, Ceuta y Melilla.

Fuente: Andreu y Fernández-Mejuto (2019), a partir de las capas cartográficas del MITECO (2018), actualizadas a julio de 2015.



“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# LA IMPORTANCIA DE LAS REDES DE CONTROL



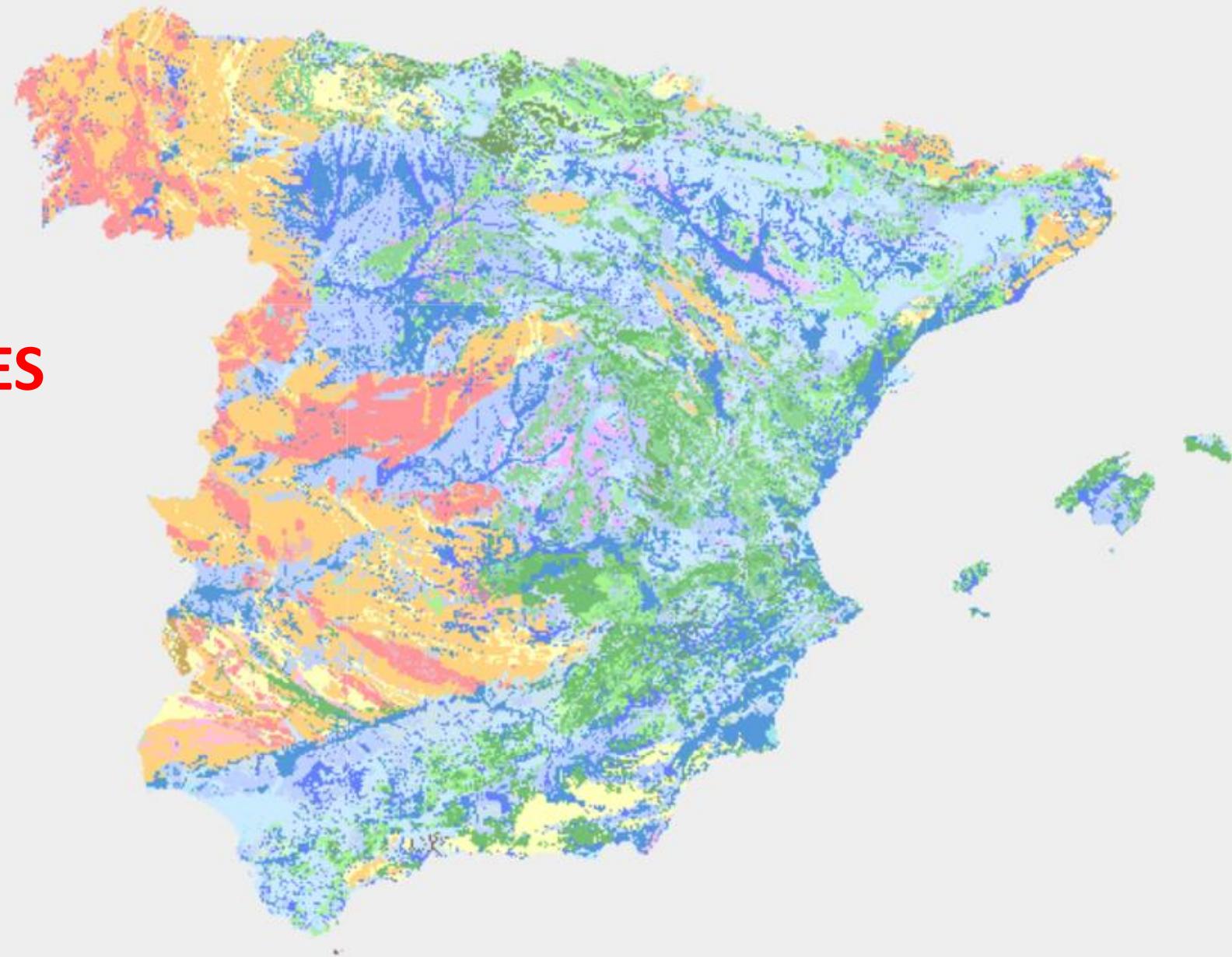
**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**

# Redes de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica

<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>



## MAPA DE PERMEABILIDADES



“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Redes de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica

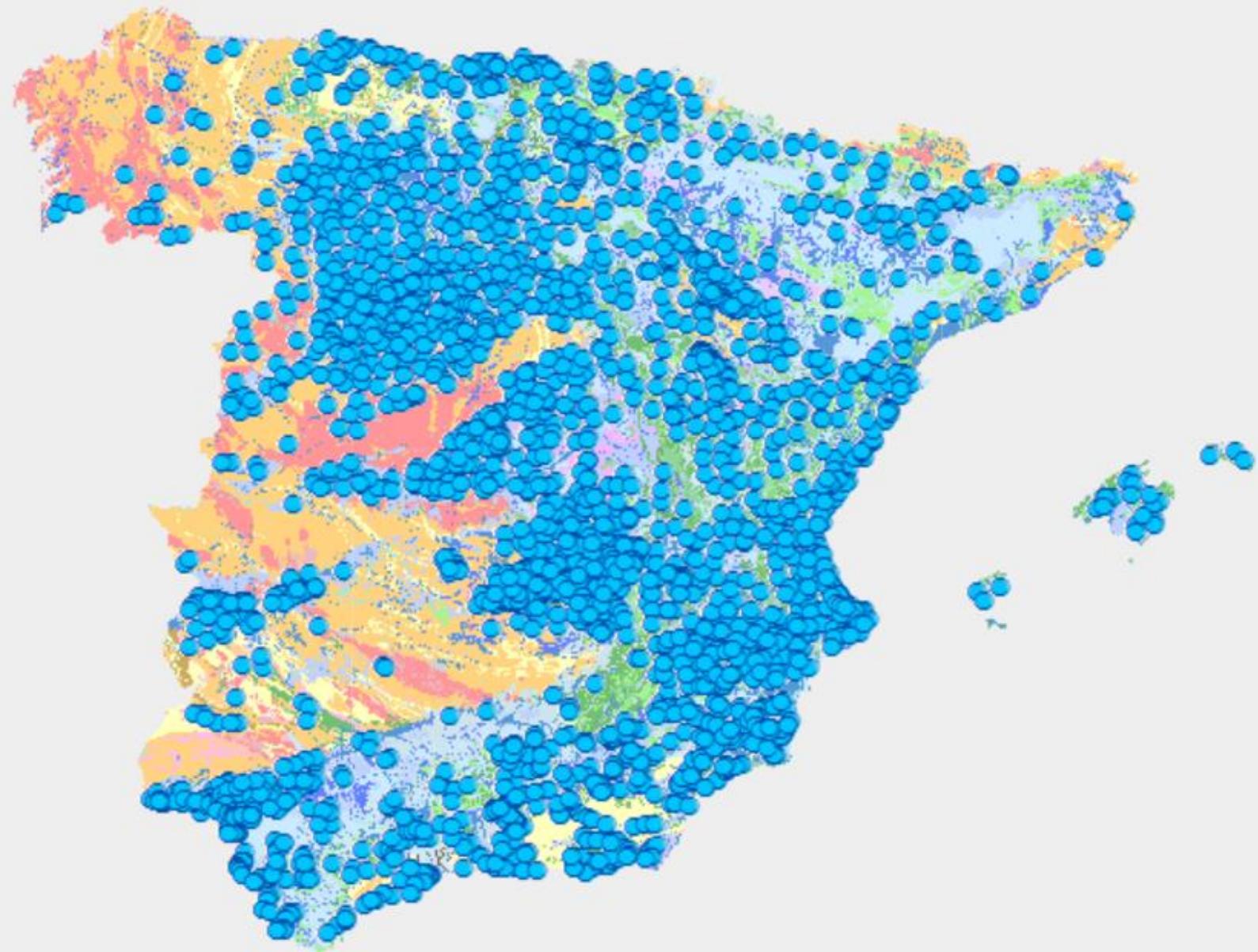
<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>



REDES DE SEGUIMIENTO



## RED PIEZOMÉTRICA



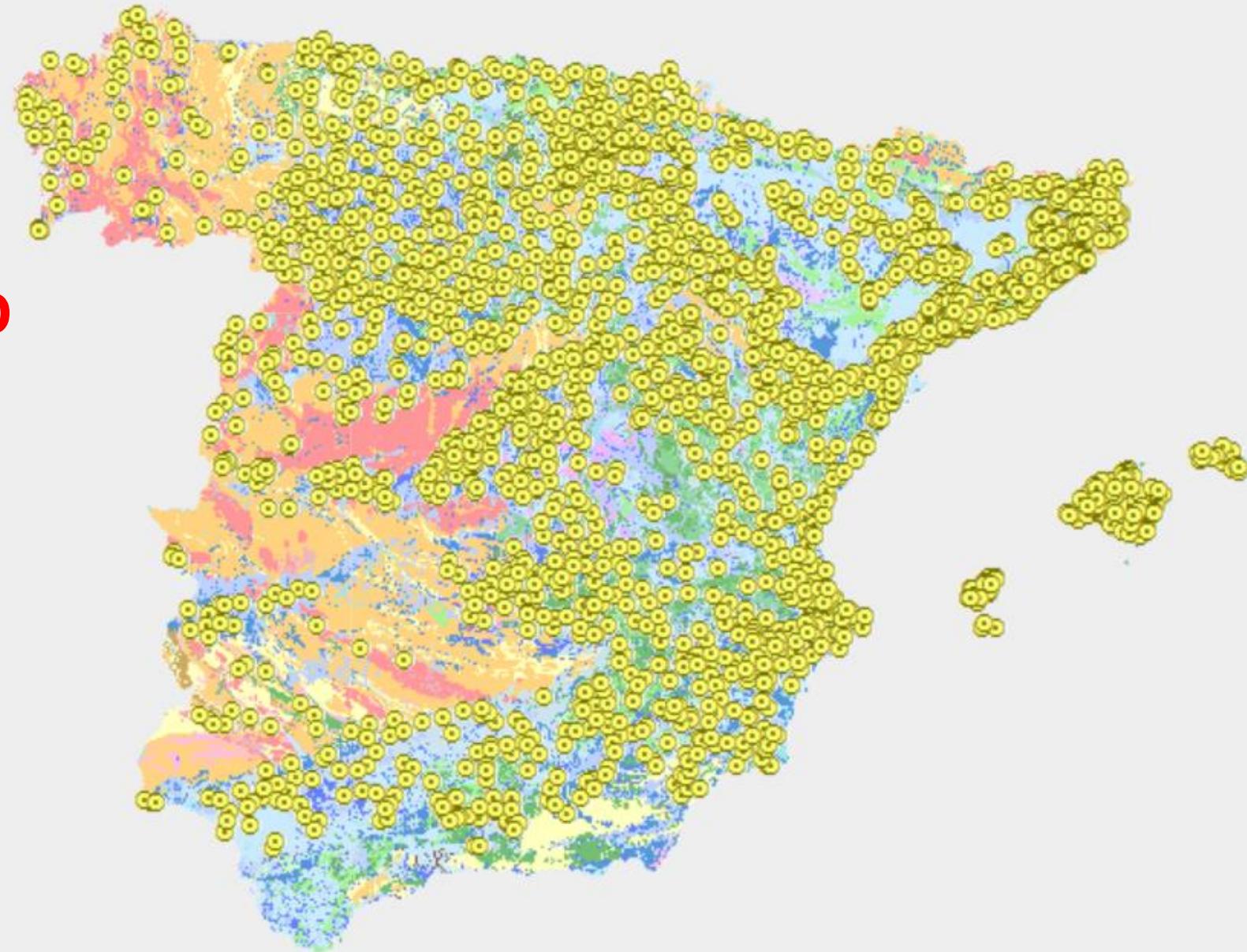
“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Redes de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica

<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>



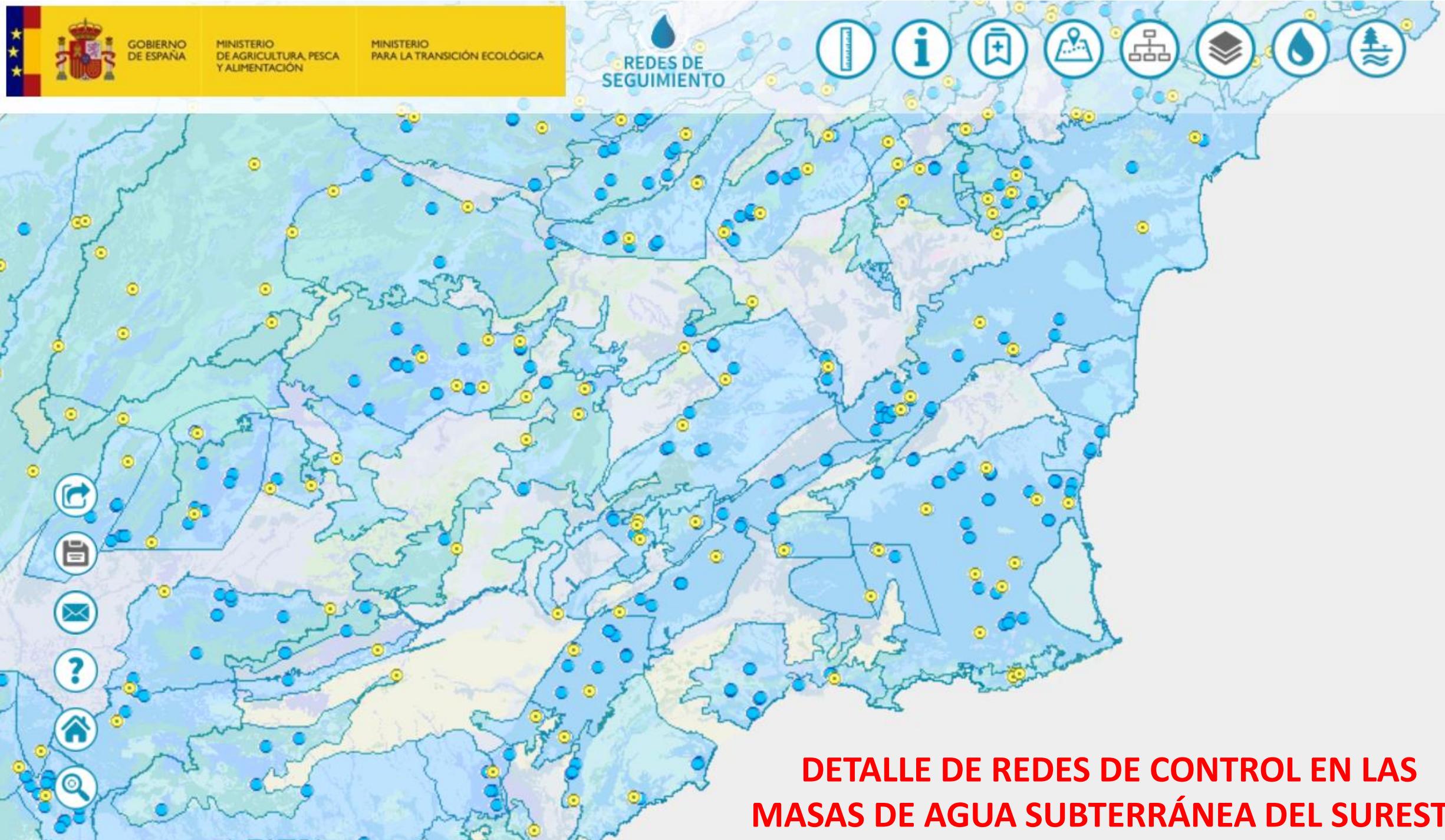
## RED DE CALIDAD



“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Redes de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica

<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>



**DETALLE DE REDES DE CONTROL EN LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL SURESTE**

**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**



Vista de uno de los sondeos de abastecimiento a la localidad de Cazalla de la Sierra



Caseta que alberga el sondeo de abastecimiento a Almadén de la Plata. Está emplazado en la zona oriental del Cerro de los Covachos, tiene 350 m de profundidad y está perforado totalmente en calizas marmóreas y mármoles, como los que se ven en el primer plano de la foto

Guías didácticas de los acuíferos del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla / J.A. López Geta, M. Martín Machuca, C. Mediavilla Laso, A. Cosano Prieto, J.L. Girón Méndez, coords - Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, Diputación de Sevilla, 2011

**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**

# Importancia del agua subterránea en Bolivia

---

- El agua subterránea constituye el principal recurso para satisfacer las demandas de agua de consumo humano en Bolivia.
- De las 50 ciudades más pobladas de Bolivia, el 76% dependen del agua subterránea, y 23 de ellas lo hacen de forma exclusiva.
- En términos de calidad, en muchos casos las analíticas disponibles incluyen sólo parámetros microbiológicos y elementos mayoritarios. Apenas existe información sobre presencia de elementos tóxicos tales como el arsénico o metales traza.
- El uso agrícola y ganadero del agua subterránea es más reciente y con gran potencial.

# Importancia del agua subterránea en Bolivia

---

- Se requeriría un Plan Estatal de Investigación de Aguas Subterráneas, con una sistematización de los acuíferos del país.
- Muchos acuíferos se encuentran en régimen próximo al natural. Se conseguirá la sostenibilidad cuando se tenga la capacidad de utilizar a largo plazo el agua subterránea sin causar efectos adversos (sobreexplotación, la intrusión salina, contaminación o el deterioro de la calidad del agua, entre otros).

# Importancia del agua subterránea en Bolivia



Pailón SC



San Pedro SC



Loreto (Beni)



Cochabamba



Warnes SC



Sajuba SC

**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**

---

# PROYECTOS COMPETITIVOS I+D+I REALIZADOS CON FINANCIACIÓN DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA



**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**

---

**Ayudas de Convocatoria Abierta y Permanente para  
actividades de cooperación y ayuda al desarrollo  
(CAP). Año 2011.  
Segundo procedimiento**

**LÍNEA 8: Programa de Investigación y Estudios  
sobre el Desarrollo (PIED),**

Se trataba de una convocatoria destinada a la Investigación Científica,  
siendo necesaria la participación de organismos de investigación



# Investigación del arsénico natural en las aguas subterráneas de abastecimiento humano en el Altiplano Central de Bolivia (sector sur del lago Poopó): fuentes, mecanismos de movilización y métodos de remoción (Dic/2011- Nov/2013; 24 meses)

## OBJETIVOS:

- Comprensión básica de los mecanismos de movilización de arsénico desde las fuentes geológicas naturales hacia los acuíferos y aguas superficiales: Caracterización de medios geológicos, hidrogeológicos, usos y demandas de agua.
- Plantear metodologías de remoción de arsénico efectivas y de bajo coste, especialmente para aguas de consumo humano, empleando técnicas combinadas de adsorción y fotooxidación solar.
- Análisis de las posibles soluciones del problema incluyendo alternativas de reubicación de captaciones de aguas de consumo, dentro del marco general de una correcta ordenación del territorio y supeditado a fortalecer aquellos aspectos que están relacionados con mejorar la calidad de vida de la población receptora de los recursos hídricos.
- Formación y transferencia

## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

- **IGME:** José Luis García Aróstegui (IP y coord.), Loreto Fernández Ruiz, Enrique Díaz Martínez, Jorge Hornero Díaz, Claus Reimer Kohfahl
- **UGR:** José Benavente Herrera, Virginia Robles Arenas
- **UJA:** M<sup>a</sup> Carmen Hidalgo Estévez
- **UMSA:** M<sup>a</sup> Eugenia García Moreno (coord.), Mauricio Rodolfo Ormachea Muñoz (coord.), Jorge Quintanilla Aguirre, Marcelo Cabero Caballero, Hugo Solíz Flores, Lizangela Huallpara Lliully

Financiado por AECID en el marco de la LÍNEA 8 (Investigación y Estudios sobre el Desarrollo, Programa PIED), SEGUNDO PROCEDIMIENTO DE LA CONVOCATORIA AYUDAS CAP 2011.

Nº Ref. 11-CAP2\_1282.

Entidad solicitante: IGME

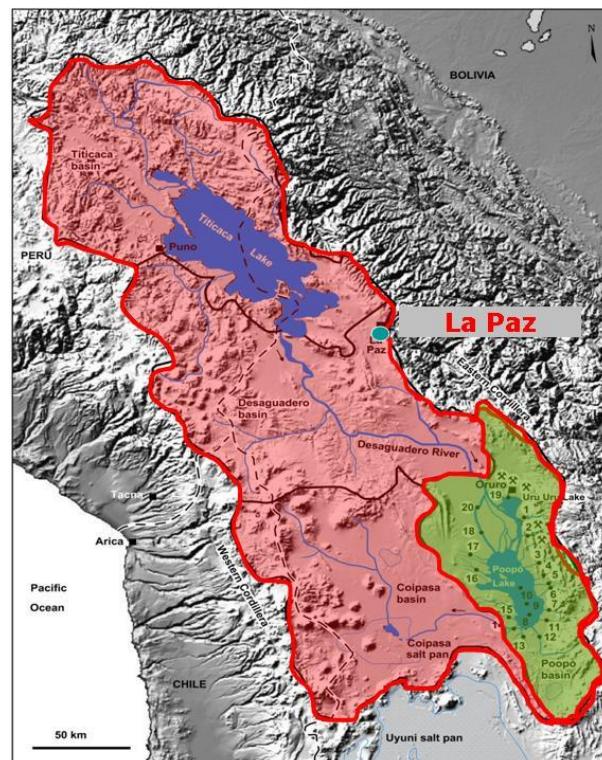
Coste total: 195.349 euros.

Subvención AECID: 82.720 euros.



## Investigación del arsénico natural en las aguas subterráneas de abastecimiento humano en el Altiplano Central de Bolivia (sector sur del lago Poopó): fuentes, mecanismos de movilización y métodos de remoción (2012-2013)

- Campañas de reconocimiento geológico e hidrogeológico, y muestreos hidrogeoquímicos (diciembre de 2012 y abril de 2013). Ejecución de sondeos de investigación.
- Visita de campo contraparte española (Abril-Mayo de 2013).
- Impulso de convenios de colaboración (SERGEOTECMIN, UMSA y ALT), en materias de interés común
- Búsqueda de posibilidades de financiación de nuevos proyectos con especial atención a las temáticas de recursos hídricos, aguas subterráneas, geología e hidrogeología. Contactos con el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) de la cooperación española.



---

# Convocatoria de Acciones de Cooperación para el Desarrollo correspondientes para la realización de proyectos de innovación para el desarrollo

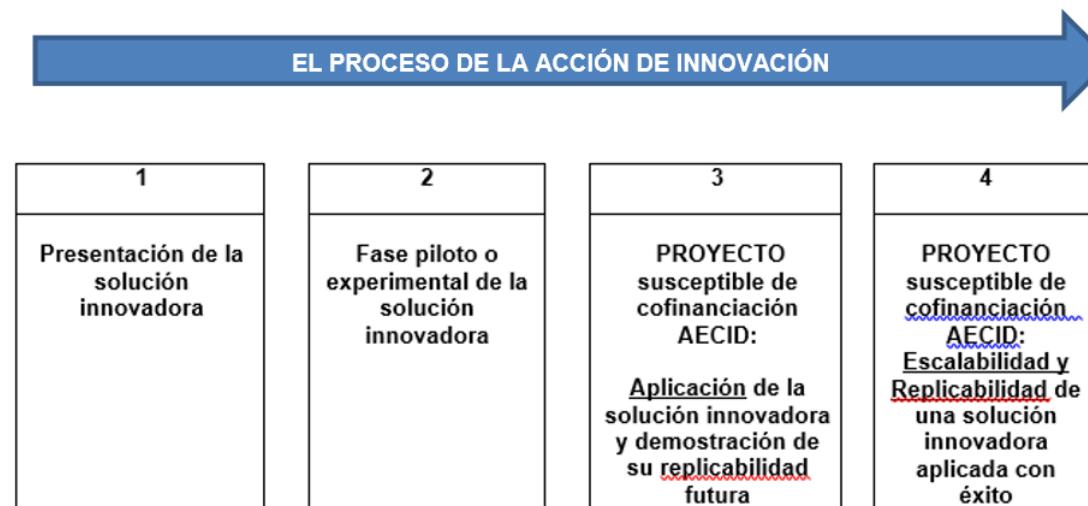
Se trataba de una convocatoria destinada a la Innovación basada en la investigación Científica previa

**“Agua subterránea como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”**

# Objetivos de las convocatorias de Innovación

Cofinanciación de proyectos que impulsen soluciones innovadoras (1), ya desarrolladas y testadas exitosamente a nivel piloto (2), **con el fin de aplicarlas y demostrar la posibilidad de replicarlas a mayor escala (3)**. Así mismo, se podrá cofinanciar la **escalabilidad y replicabilidad (4)** de aquellas soluciones innovadoras ya aplicadas con éxito en los países socios de la Cooperación Española.

Los proyectos abordarán problemas sociales, económicos, medioambientales y de desarrollo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de forma integrada y con un enfoque innovador en términos de producto, servicio, proceso o estrategia. Además, los proyectos deberán mejorar la cohesión social y las condiciones de vida de las personas más desfavorecidas que forman parte de la base de la pirámide en los países de asociación de la CE.



“Agua subterránea como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Convocatoria Innovación 2016 (ámbito académico e investigación)

ENTIDADES ÁMBITO ACADÉMICO Y DE LA INVESTIGACIÓN					
Nº Expediente	Nombre Entidad Solicitante	Título proyecto	País	Importe Propuesto	Puntuación
2016/ACDE/002314	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	Formación de médicos especialistas de la universidad de Zambeze – Mozambique	Mozambique	65.700,00 €	948
2016/ACDE/002590	Fundación para la Investigación del Clima	Desarrollo de sistemas de alerta temprana meteorológicos en Nicaragua	Nicaragua	200.000,00 €	922
2016/ACDE/002728	Campus de Excelencia Internacional Del Valle Del Ebro	Mejora de la resiliencia de la agricultura familiar de la zona andina de Colombia ante el cambio climático mediante riego localizado	Colombia	89.618,00 €	889
2016/ACDE/001442	Instituto Geológico y Minero de España	Detección y remoción de arsénico natural en áreas desfavorecidas con abastecimientos de aguas subterráneas (Bolivia)	Bolivia	71.968,00 €	884
2016/ACDE/002733	Centre Internacional de Metodes Numerics en Enginyeria	Sistema de Información Energética de Edificios en Ecuador (SIE3)	Ecuador	124.950,00 €	875
2016/ACDE/001953	Universidad Complutense De Madrid	Tecnologías apropiadas para la perforación de pozos de bajo coste en el sur de Mali	Mali	157.800,00 €	863
2016/ACDE/003472	Universitat Politècnica de València	Mejorar los medios de vida sostenibles de la población rural del cantón de Quinindé en la provincia de Esmeraldas, Ecuador	Ecuador	140.000,00 €	846
2016/ACDE/003277	Universitat de Girona	Proyecto de dinamización de los Centros de Educación y Cultura de los campamentos de refugiados saharauis de Tindouf, como recurso educativo	Argelia	0,00 €	844
2016/ACDE/001970	Universidad Nacional de Educación a Distancia	Desarrollo de la cultura colaborativa y del liderazgo en red para la mejora de la docencia en las universidades, organizaciones y comunidad	Ecuador	0,00 €	797
2016/ACDE/003276	Universidad De Jaén	Uso de la patente ?árbol de lluvia? para solventar problemas alimentarios derivados del cambio climático en el Corredor seco de Guatemala	Guatemala	0,00 €	777
	Instituto Tecnológico y de	Fortalecimiento del sistema de alerta temprana volcánica			

**4º puesto**  
de 21 proyectos  
presentados;  
(sólo 7 financiados)

“Agua subterránea como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”



## Detección y remoción de arsénico natural en áreas desfavorecidas con abastecimientos de aguas subterráneas (Bolivia). (Oct/2017-Dic/2019; 27 meses) (2016/ACDE/1442)

### OBJETIVOS:

- Mejora de las condiciones de vida de la población mediante sistemas de remoción del arsénico presente en aguas subterráneas empleadas para consumo humano.
- Construcción de infraestructuras (fotoreactores en Quillacas y Cochabamba), que permitan disponer de agua de buena calidad.
- Verificación de la extensión del problema, mediante muestreos en zonas del Altiplano, Cochabamba y llanura Chaco-Beniana.
- Transferencia a las autoridades y la población de los resultados obtenidos
- Estrategia para la replicabilidad de los fotoreactores en las áreas con problemas de arsénico,
- Identificación de problemas sociales, económicos, ambientales y sanitarios que inciden colateralmente en las condiciones de vida de las personas.
- Impulsar el desarrollo de tecnologías innovadoras desarrollados sobre la base de investigación previa realizada en Bolivia.

### EQUIPO DE TRABAJO:

- **IGME:** José Luis García Aróstegui (Responsable y coord.), Jorge Hornero Díaz, José Manuel Murillo Díaz
- **UMSA:** Mauricio Rodolfo Ormachea Muñoz, M<sup>º</sup> Eugenia García Moreno, Lizángela-Sofía Huallpara Lliully
- **UPB:** Ramiro Escalera Vásquez, Omar Ormachea Muñoz, Óscar Fernández, Micaela Flores, Ana Zelaya
- **Geólogos del Mundo:** José Abril Hurtado, Jesús M<sup>º</sup> Suso Llamas, Fernando Pérez Méndez, Gema Balbuena, José Zacarías
- Colabora: Paul Baudron (Polytechnique de Montréal, Canadá)

Financiado por AECID en el marco de la Convocatoria de Acciones de Cooperación para el Desarrollo correspondientes al año 2016 para la realización de proyectos de innovación para el desarrollo (BOE nº123/2016 de 21 de mayo)

Nº Ref. 2016/ACDE/1442

Entidad solicitante: IGME

Coste total: 103.868 euros.

Subvención AECID: 71.968 euros.

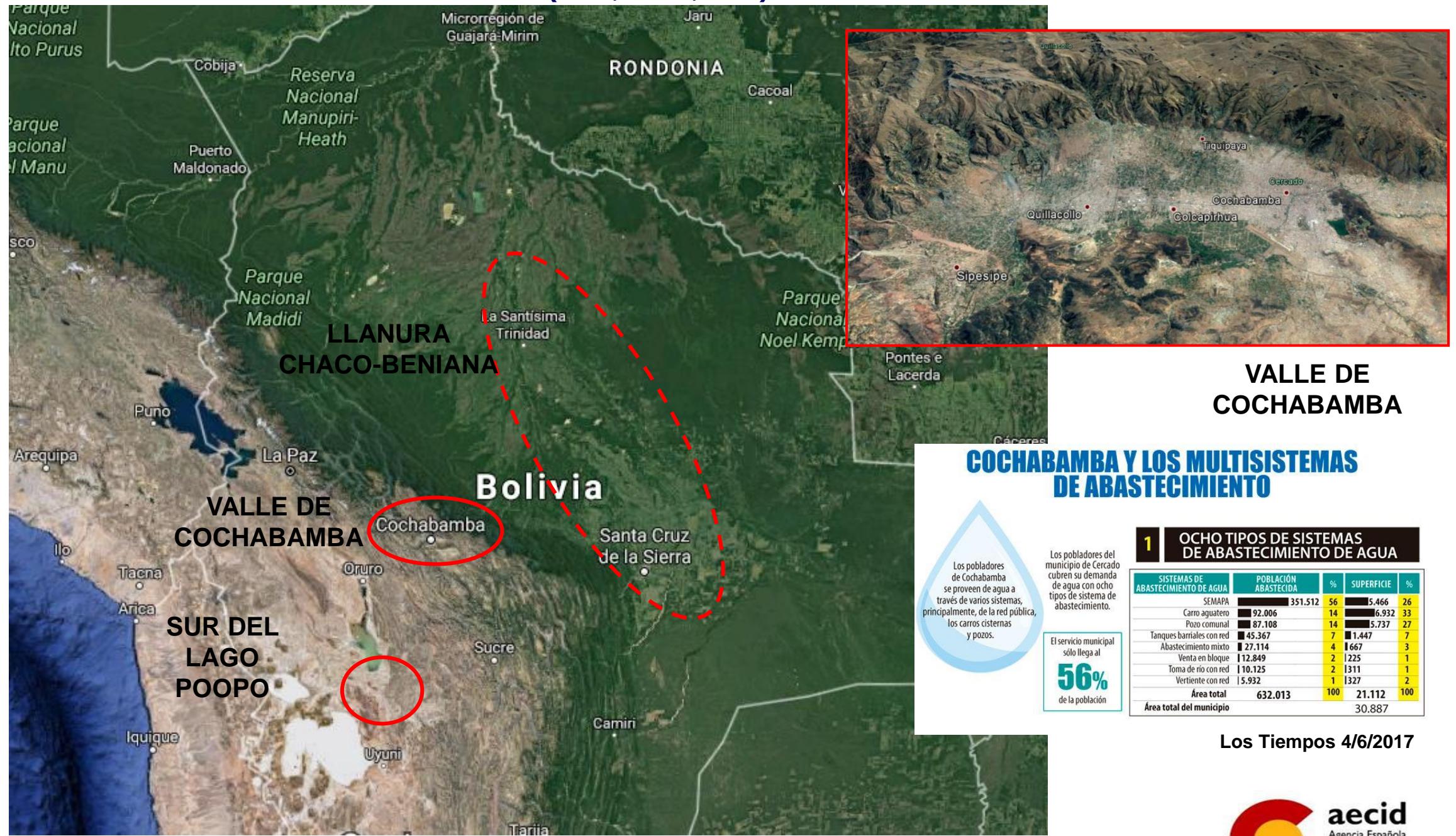
Duración: 27 meses (1-October-2017 a 31-Diciembre-2019)



**aecid**  
Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

Más información: [j.arostegui@igme.es](mailto:j.arostegui@igme.es)

# Detección y remoción de arsénico natural en áreas desfavorecidas con abastecimientos de aguas subterráneas (Bolivia). 2017-2019 (2016/ACDE/1442)



## VALLE DE COCHABAMBA

### COCHABAMBA Y LOS MULTISISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

Los pobladores de Cochabamba se proveen de agua a través de varios sistemas, principalmente, de la red pública, los carros sistemas y pozos.

Los pobladores del municipio de Cercado cubren su demanda de agua con ocho tipos de sistema de abastecimiento.

El servicio municipal sólo llega al **56%** de la población

1 OCHO TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	POBLACION ABASTECIDA	%	SUPERFICIE	%
SEMAPA	351.512	56	5.466	26
Carro aguatero	92.006	14	6.932	33
Pozo comunal	87.108	14	5.737	27
Tanques barriales con red	45.367	7	1.447	7
Abastecimiento mixto	27.114	4	667	3
Venta en bloque	12.849	2	225	1
Toma de río con red	10.125	2	1311	1
Vertiente con red	5.932	1	1327	2
<b>Área total</b>	<b>632.013</b>	<b>100</b>	<b>21.112</b>	<b>100</b>
Área total del municipio			30.887	

Los Tiempos 4/6/2017

## Detección y remoción de arsénico natural en áreas desfavorecidas con abastecimientos de aguas subterráneas (Bolivia). 2017-2019 (2016/ACDE/1442)

Resultado	Actividad	Entidad
<b>R1 Implementación de fotoreactores para la remoción de arsénico en aguas subterráneas</b>	R1A1 Robustecimiento del fotoreactor y remoción de arsénico en el Valle de Cochabamba	UPB
	R1A2 Implantación y seguimiento de fotoreactores en el sur del Lago Poopó (Altiplano de Bolivia)	UPB
	R1A3_Análíticas de seguimiento de fotoreactores, campo y laboratorio	UMSA
	R1A4 Supervisión de la puesta a punto e implantación de los fotoreactores	IGME
	R1A5 Capacitación, seguimiento y mantenimiento de la infraestructura	GM
<b>R2 Identificación y caracterización del alcance del problema de la presencia de arsénico</b>	R2A1 Muestreo de campo en el Valle de Cochabamba	UMSA
	R2A2 Muestreo en el sur del Lago Poopó (Quillacas, Altiplano central)	UMSA
	R2A3_Muestreos e hidrogeología en el sector Santa Cruz-Trinidad (Llanura Chaco-Beniana)	IGME
	R2A4 Apoyo a la visualización de los aspectos socioeconómicos, ambientales y sanitarios	GM
	R2A5 Seguimiento de fotoreactores e hidrogeología, y segundo muestreo en la llanura Chaco-Beniana	IGME
<b>R3 Análisis de la replicabilidad de la solución innovadora del problema</b>	R3A1 Análisis y mecanismos para la replicabilidad de los fotoreactores	UPB
	R3A2 Análisis de posibilidades de implantación nacional, y procedimientos de derechos de propiedad	IGME
<b>R4 Capacitación y transferencia tecnológica, y talleres de concienciación y divulgación</b>	R4A1 Divulgación y transferencia sobre recursos hídricos subterráneos y agua-saneamiento	GM
	R4A2 Transferencia tecnológica, talleres y capacitación de los fotoreactores y problemática Arsénico	UPB
<b>R5 Síntesis de resultados e informe final</b>	R5A1 Interpretación general, apoyo a la divulgación, transferencia e Informe final	IGME

**Subvención AECID:  
71.968 euros  
(70%)**

## Detección y remoción de arsénico natural en áreas desfavorecidas con abastecimientos de aguas subterráneas (Bolivia). 2017-2019 (2016/ACDE/1442)

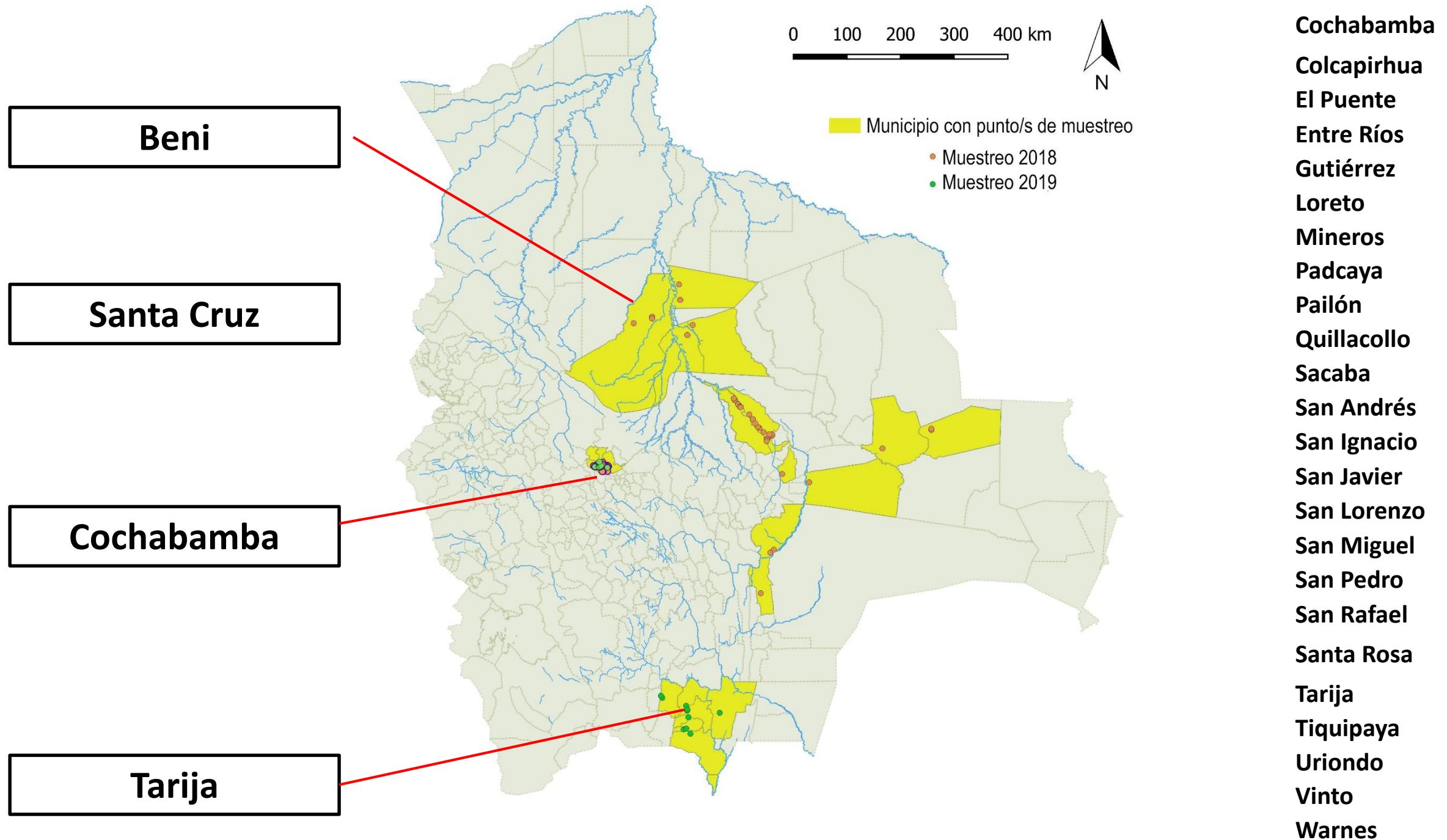
Fotoreactor para remoción de arsénico localizado en comedor Universitario UPB-Cochabamba



Octubre 2017

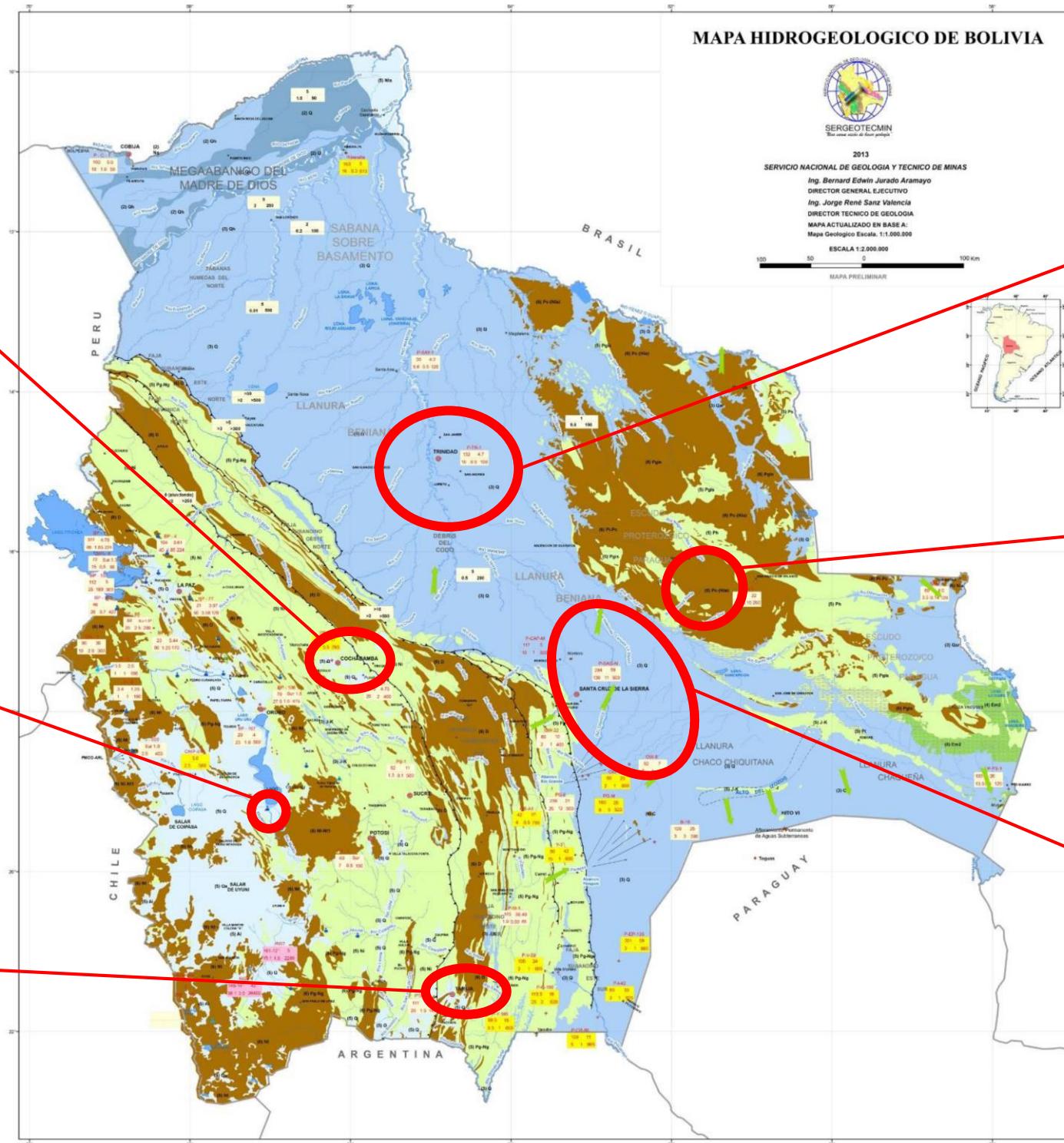
# Municipios muestreados

26 municipios



“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

# Problemas detectados



## Valle de Cochabamba

- Salinidades variables
- Presencia de arsénico
- Contaminación microbiológica
- Descenso de niveles en sectores

## Sur Lago Poopó

- Salinidades altas (boro)
- Fuerte presencia de arsénico

## Tarija

- Salinidades bajas
- Calidad pendiente de evaluación

## Entorno de Trinidad

- Salinidades muy elevadas
- Empleo de aguas de lluvia (noques)

## Chiquitanía

- Uso de aguas superficiales

## Entorno de Santa Cruz

- Salinidades variables,
- Elevadas concentraciones de flúor en San Pedro.
- Presencia de arsénico (en San Pedro)

“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación financiada por la Cooperación Española”

**Gracias por su  
atención**

**“Aguas subterráneas como recurso esencial, e innovación  
financiada por la Cooperación Española”**