



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

## GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

### Abastecimiento de aguas

#### TEMA 2 Captación de aguas superficiales y subterráneas

Francisco Javier  
Pérez de la Cruz



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### ÍNDICE

#### 1. INTRODUCCIÓN

#### 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS CAPTACIONES SUPERFICIALES

#### 3. CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Aljibes

Superficies de recogida

Instalación tipo

#### 4. CAPTACIÓN EN ARROYOS, RÍOS Y CANALES

Toma directa

Toma sumergida

Toma con filtro de malla

Toma con obras transversales al río

#### 5. CAPTACIONES EN LAGOS Y EMBALSES

Tomas directas sumergidas en el fondo

Plataformas fijas

Plataformas flotantes

#### 6. GARANTÍA EN CAPTACIONES SUPERFICIALES

#### 7. ANTECEDENTES HISTÓRICOS CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### ÍNDICE

**8. CAPTACIÓN DE  
MANANTIALES**

**9. POZOS**

**10. SONDEOS**

**11. POZOS RADIALES**

**12. GALERÍAS FILTRANTES**

**13. EJERCICIOS**

**14. BIBLIOGRAFÍA**



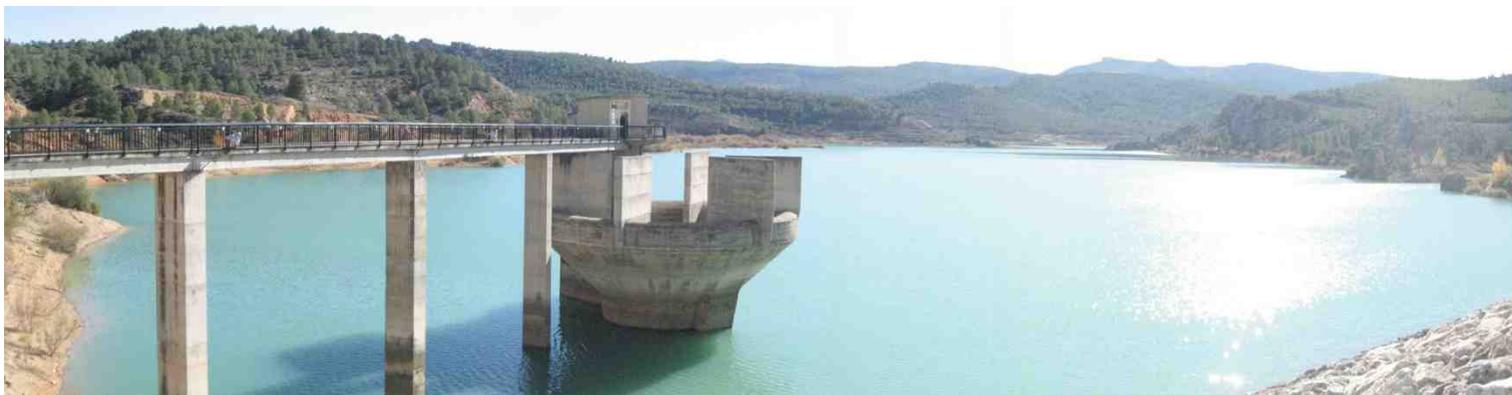


### 1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por captación el punto o puntos de origen de las aguas para un abastecimiento, así como las obras de diferente naturaleza que deben realizarse para su recogida.

Las captaciones de aguas superficiales pueden ser de agua de lluvia (pluviales), de arroyos y ríos, de lagos o de embalses.

Las captaciones de aguas subterráneas incluyen el aprovechamiento de manantiales y la realización de pozos, sondeos o galerías filtrantes



*Vista del embalse del Taibilla*



## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS CAPTACIONES SUPERFICIALES

Desde la antigüedad, el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso vía de transporte, estableciéndose en los valles de los ríos las primeras civilizaciones.

Sin embargo, el establecimiento en zonas áridas o semiáridas del planeta obligó al desarrollo de formas de captación de agua de lluvia, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

En el desierto del Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 2000 años a. C. consistentes en el desmonte de zonas para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas.

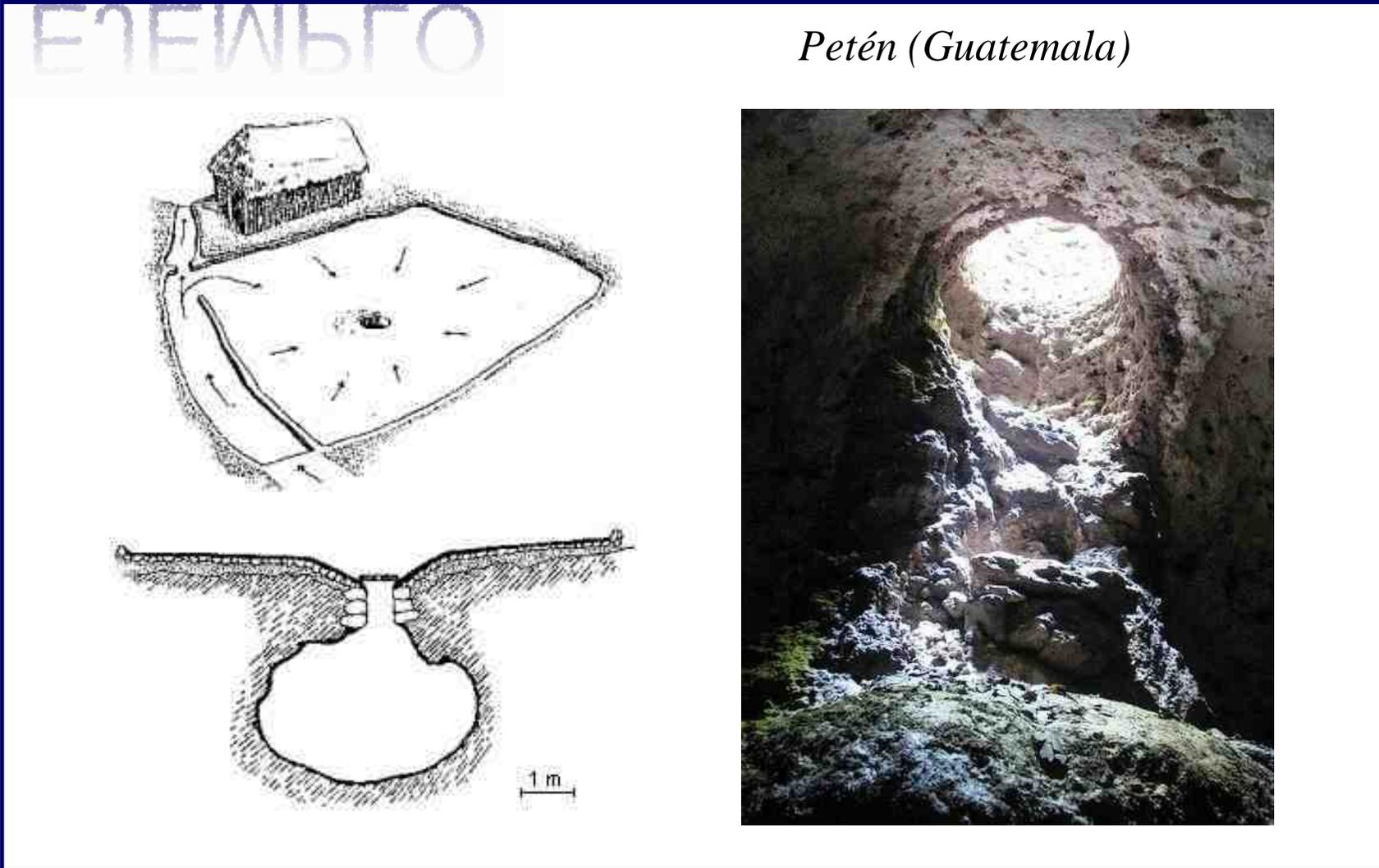
En la civilización maya (1000 a. C. – 1600 d. C) se desarrollaron los chultunes, que es un sistema de captación y almacenamiento pluvial compuesto de una cámara subterránea en forma de una botella, con sus entradas rodeadas por delantales enyesados que dirigían el agua de lluvia hacia su interior durante las estaciones lluviosas. Estas construcciones se daban en las zonas donde no existían cenotes (lagunas karsticas típicas de la península del Yucatán).



# EJEMPLO

## CHULTÚN DE NAKBÉ

*Petén (Guatemala)*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

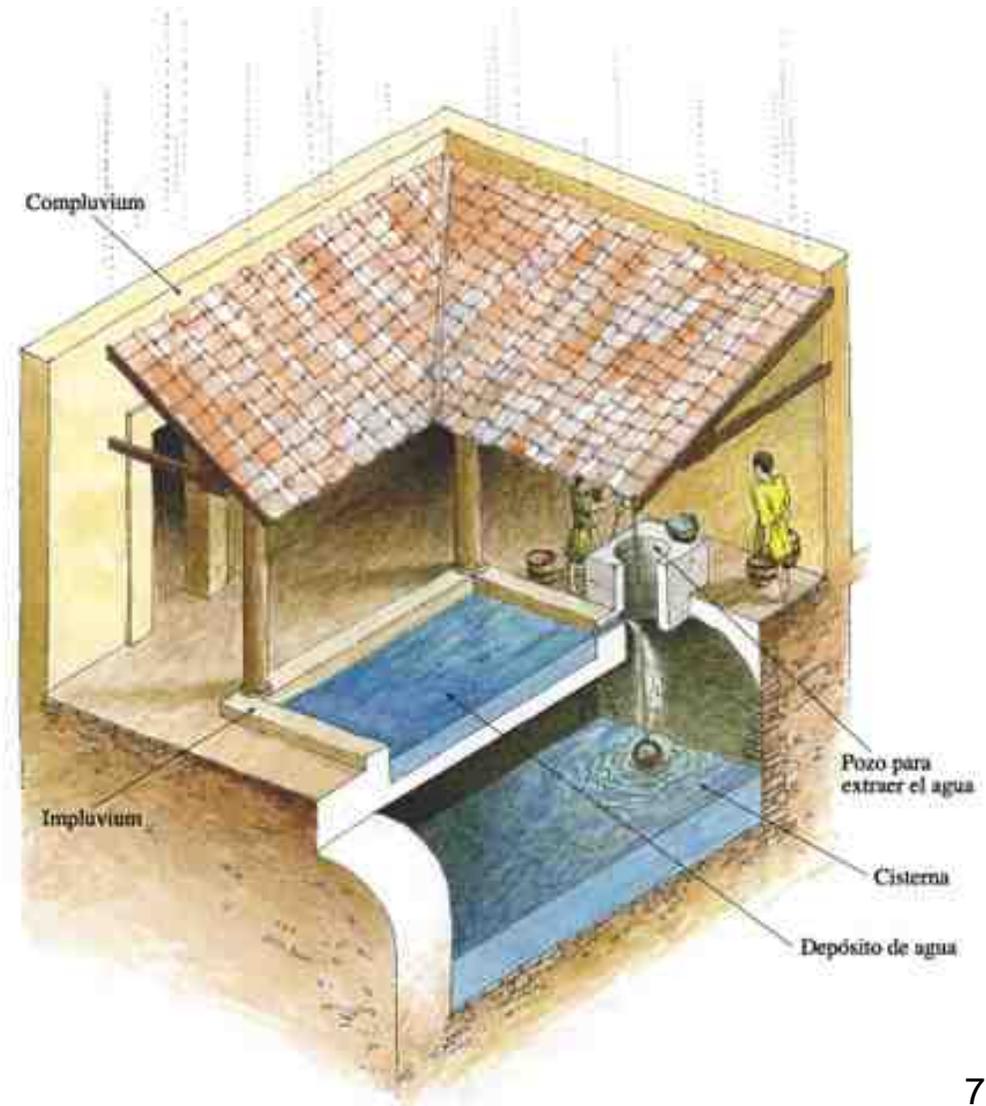


## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

En la época romana, la vivienda de las clases altas, conocida como *domus*, incorporaba un sistema para la captación de aguas de lluvia.

La casa se articulaba alrededor de un patio interior (*atrium*) en el cual se disponía un estanque (*impluvium*) que almacenaba las aguas de lluvia que recogía el *compluvium*, zona de la cubierta con la pendiente de los faldones orientada hacia el interior.

Era habitual que el *impluvium* estuviera conectado con una cisterna dispuesta por debajo de él, que hacía las funciones de depósito cerrado.





# EJEMPLO

## *ATRIUM CON IMPLUVIUM*

*Pompeya (talia)*





Los árabes perfeccionaron el sistema de almacenamiento de pluviales con los aljibes (del árabe *al-yubb*, pozo).

Estos depósitos, la mayor parte de las veces enterrados o semienterrados, se alimentan de la lluvia que reconducían cubiertas, patios y canales.

Se construían con ladrillo y argamasa, y la cara interna se revestía de cal, arena, arcilla roja, óxido de hierro y resina de lentisco (arbusto presente en zonas mediterráneas áridas, muy resistente a la falta de agua) para evitar filtraciones y la putrefacción del agua.

Tal es la perfección técnica de estos sistemas que abastecían de agua a toda la ciudad, que siguieron en funcionamiento muchos siglos, hasta la implantación del sistema de agua potable de red.

Buenos ejemplos de ello son muchas ciudades de la península (Cáceres, Almería, Granada) donde se conservan un gran número de aljibes.

Aunque la gran mayoría de aljibes se dejaron de utilizar a mediados del siglo XX, criterios de sostenibilidad están provocando una revitalización de este tipo de sistemas en la actualidad.



En cuanto a los sistemas de captación de aguas superficiales, ya desde los romanos se empleaba el agua que fluía a la superficie a través de manantiales como fuente del abastecimiento a núcleos urbanos (Manantial de Tempul, Gades).

Pero sobre todo a la hora de aprovechar las aguas de ríos y arroyos como fuente de suministro de agua se han empleado a lo largo de la historia pequeñas presas (azudes, en su denominación árabe) que derivaban la totalidad o parte del caudal circulante hacia una conducción que permitía el transporte del agua (azud de la Acebeda, posible origen del acueducto de Segovia).

El empleo de grandes presas como elemento de un sistema de abastecimiento urbano no se generalizó hasta que no fue posible garantizar un adecuado tratamiento del agua almacenada, hecho que se produjo en el siglo XIX (presa del Pontón de la Oliva, origen del Canal de Isabel II, Madrid).

No es hasta comienzos del siglo XX cuando comienza la cloración continua del agua en Inglaterra, extendiéndose rápidamente, y terminando con muchas de las limitaciones que antes existían a la hora de captar el agua para el abastecimiento.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

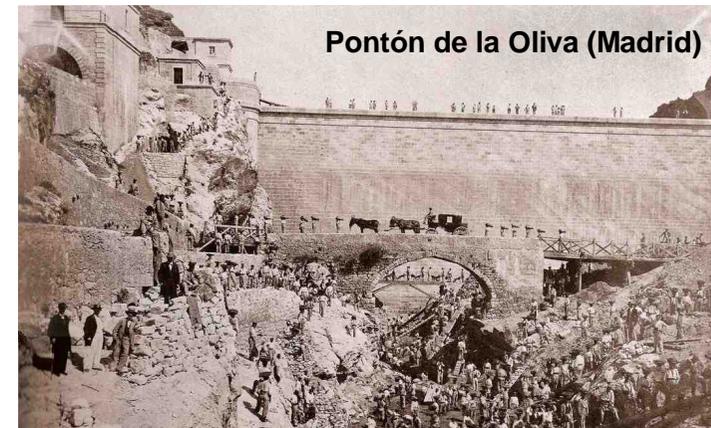
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## ANTIGUOS SISTEMAS

### DE CAPTACIÓN



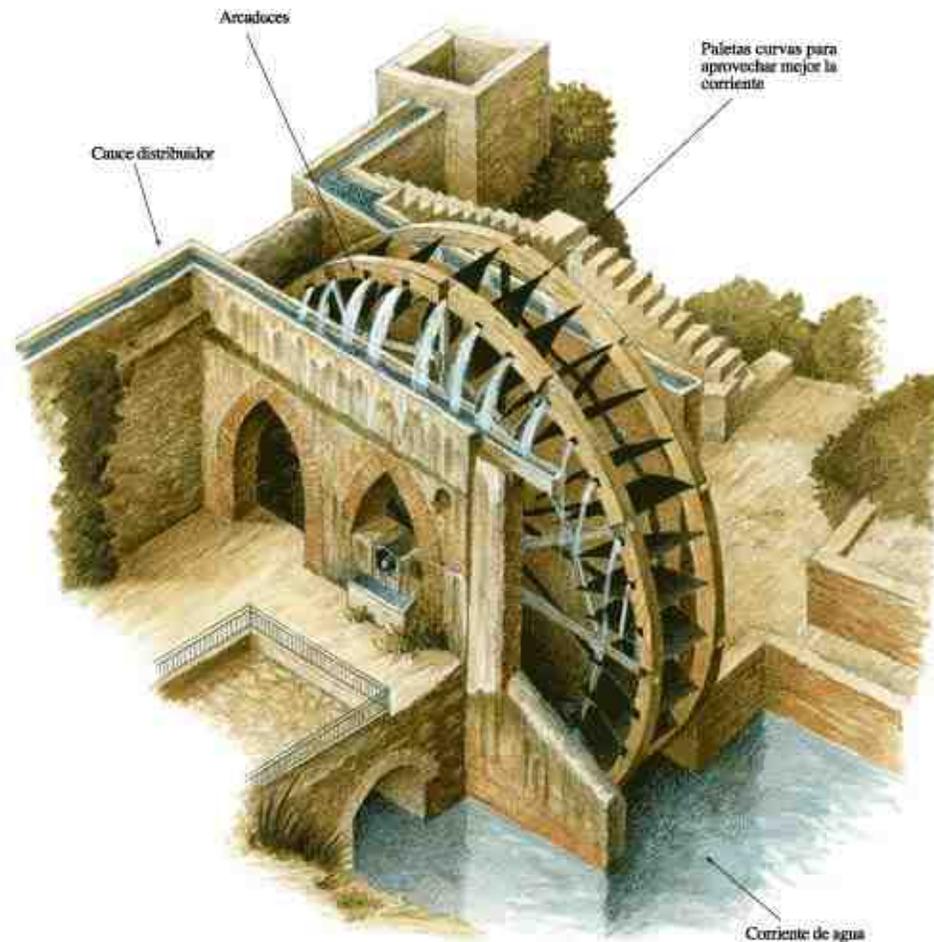


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Por último, destacaremos las norias, máquinas hidráulicas que permiten la obtención de agua de una corriente superficial mediante una gran rueda con aletas transversales que se coloca parcialmente sumergida en el curso de agua.



El agua se eleva mediante cangilones y se deposita en un conducto asociado a la noria que la distribuye.

Fue Arquímedes (siglo III a. C.) quien primero se refirió a esta forma de elevar el agua por medio de una rueda que moviese la propia corriente acuática, alcanzando su máximo desarrollo con los árabes, siendo exportadas a la Península Ibérica en tiempos de la invasión musulmana (siglo VIII), utilizándose principalmente para regadíos.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

*NORIA GRANDE*

*Abarán (Murcia)*





### 3. CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

#### Aljibes

Las cisternas o aljibes, conocidos desde la más remota antigüedad (especialmente en regiones de lluvias escasas e irregulares) pueden prestar interesantes servicios como reserva en pequeñas poblaciones.

La recogida de agua puede hacerse en los tejados o en eras especiales, debidamente dispuestas. El problema es que estas aguas arrastran las impurezas de estas superficies, por lo que para hacerlas potables es necesario filtrarlas, ubicándose el filtro en la propia cisterna.

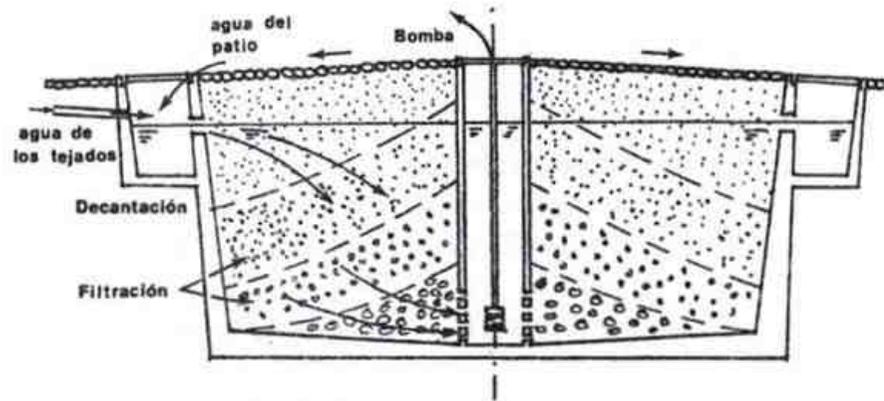
Todos los aljibes deben estar provistos de registros para limpieza, así como desagües de fondo y aliviaderos.

Las tipologías más importantes son la cisterna veneciano (tres o cuatro capas de granulometría diferente y capacidad útil del 30-40% del volumen total), el aljibe de filtro superior (capacidad de casi el 100% de su volumen), el aljibe americano (dispone antes de la salida del agua de un filtro de arena de granulometría creciente formado por cilindros concéntricos en torno al tubo de aspiración) y el aljibe alemán (integra un depósito de recogida, un filtro y un pozo de toma).

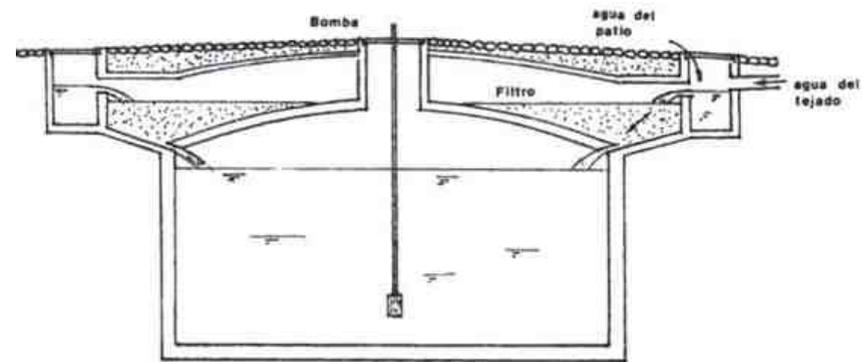


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

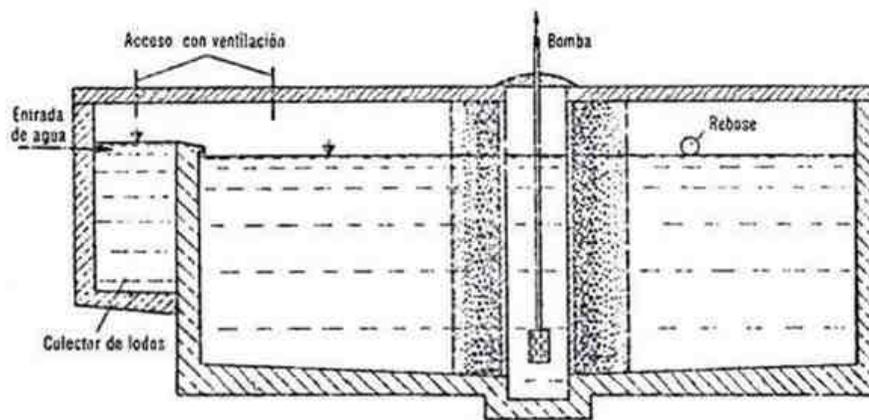
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



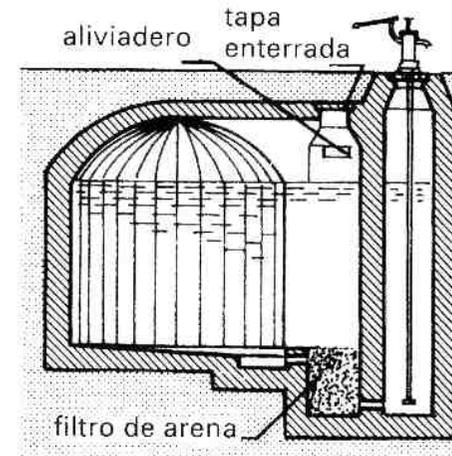
*Cisterna veneciana*



*Aljibe de filtro superior*



*Aljibe americano*



*Aljibe alemán*

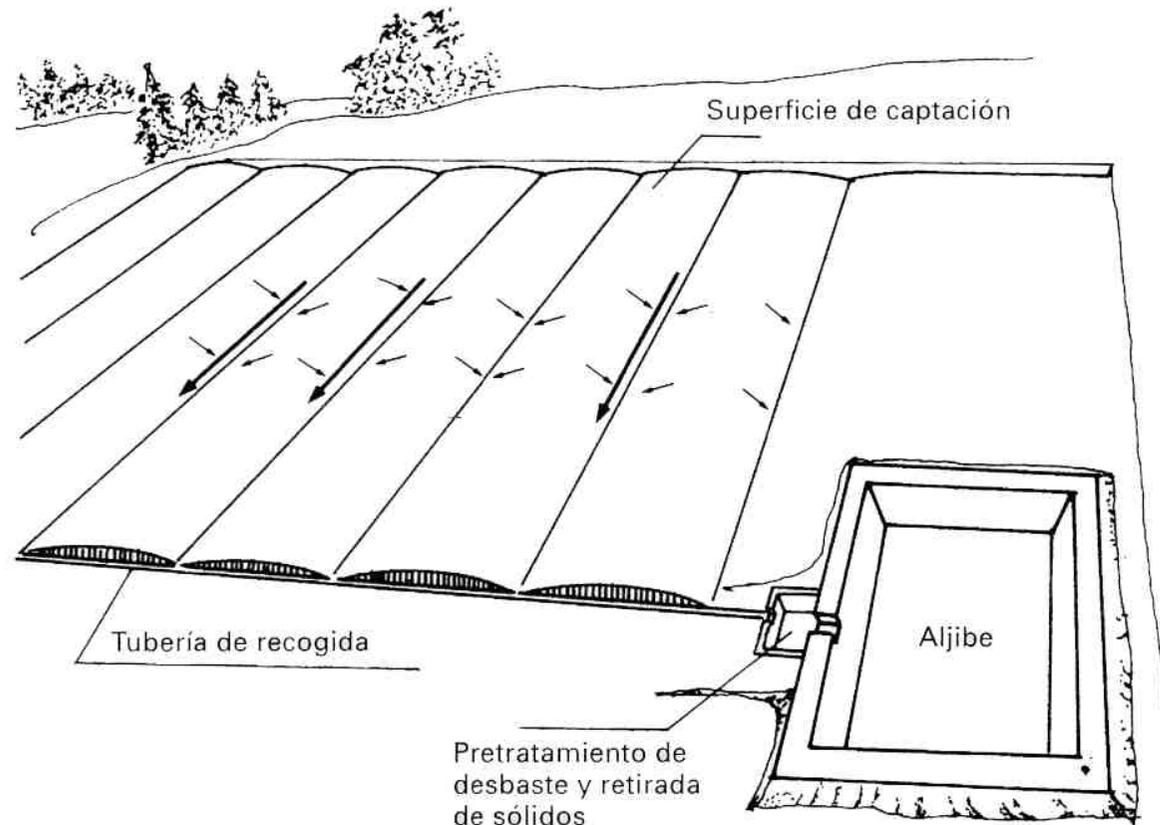


### Superficies de recogida

Las superficies de recogida (o eras) pueden ser de hormigón, empedrado o superficies naturales, construyéndose con cunetas de desagüe que converjan en la entrada de la cisterna.

Estas cunetas deben calcularse para poder conducir en un mes la cuarta parte de la precipitación anual.

Entre la era y el aljibe el agua circula por una tubería, pero con llave y desagüe previo a la entrada, con el fin de eliminar las primeras aguas de lluvia después de épocas de sequía.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



En zonas áridas, es el propio terreno el que constituye estas superficies de recogida.

En este caso, se disponen una serie de elementos de canalización (muros interceptores, conducciones, etc.) que guían el agua hasta el aljibe.

Antes de llegar al aljibe las aguas pasan al recibidor (decantador), donde quedan depositadas las impurezas.

Una vez que éstas han sido depositadas en el fondo del recibidor, el agua limpia llega al aljibe, donde queda lista para el consumo.

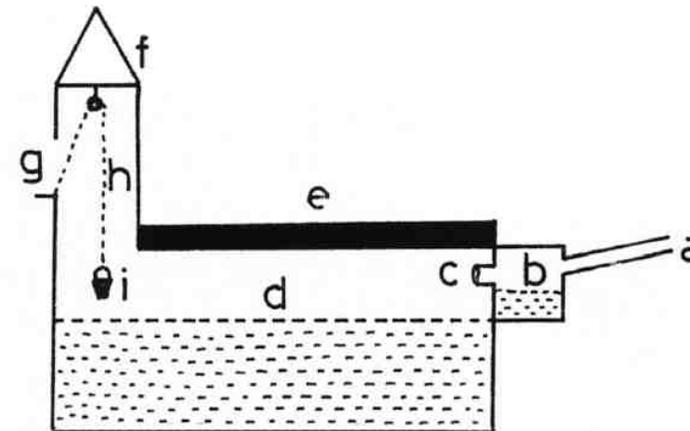
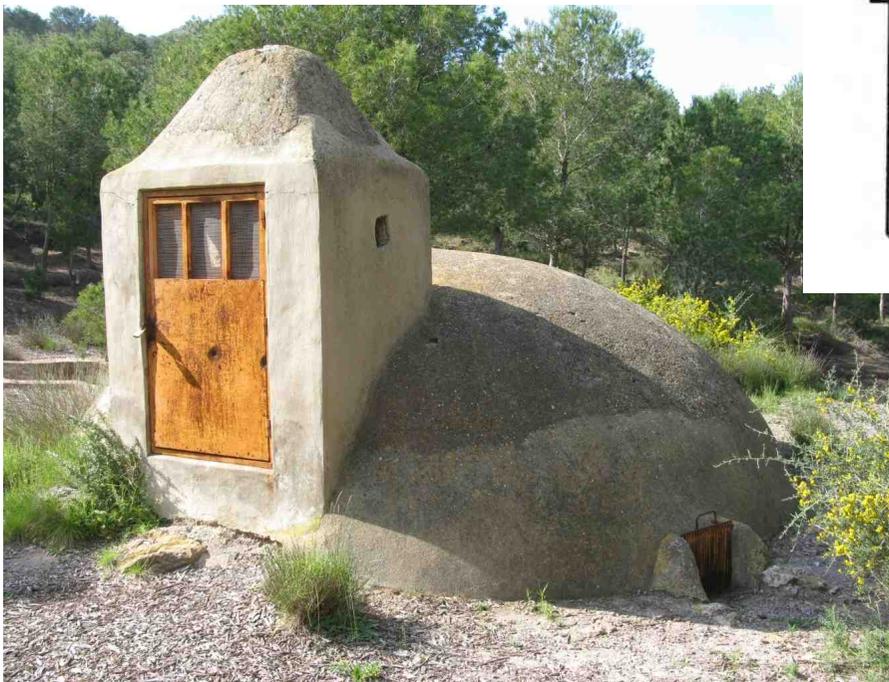




# EJEMPLO

## ALJIBE

*El Gorguel (Cartagena, Murcia)*



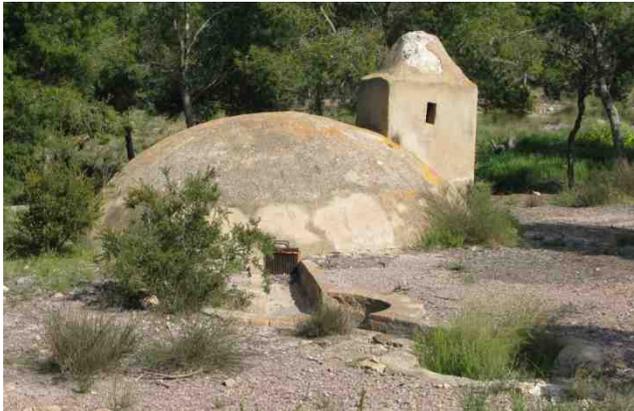
- a) Canal de entrada.
- b) Recibidor o poceta de decantación.
- c) Tubo de entrada.
- d) Vaso del aljibe.
- e) Bóveda. f) Caseta.
- g) Puerta de la caseta.
- h) Cadena o cuerda.
- i) Caldero o vasija metálica



# EJEMPLO

## ALJIBE

*El Gorguel (Cartagena, Murcia)*





### Instalación tipo

En estas instalaciones realizadas para el aprovechamiento del agua de lluvia, la calidad debe tener una consideración especial.

Se debe evitar el paso al depósito o aljibe de polvo, arenas, hojas, insectos y cualquier otro tipo de contaminante y debe efectuarse una desinfección de las aguas captadas cuando se destinen a consumo humano.

Un esquema tipo de instalación es el que se muestra en la figura:





- 1) La captación del agua de lluvia se realiza desde la cubierta, recogándose en el canalón, el cual deberá disponer de rejillas adecuadas para evitar que hojas y demás partículas pasen a las bajantes.
- 2) Un filtro que elimine partículas de mayor tamaño para así evitar que éstas se depositen en el aljibe. Debe disponer de tapa de registro para su limpieza periódica y estar conectado a la red de desagüe.
- 3) Depósito o aljibe para almacenar el agua ya filtrada. Dependiendo de los requerimientos será de un material u otro.

Existen modelos compactos que ya incorporan el filtro.

Otros elementos importantes del sistema de captación de agua de lluvia son los sensores de nivel.

- 4) Bomba de impulsión para la distribución del agua por la vivienda, hecha con materiales adecuados para el agua de lluvia, silenciosa y de alta eficiencia.
- 5) Sistema de gestión y control. Este aparato es imprescindible cuando tenemos dos tipos de agua. Nos dará información de la reserva de agua de lluvia existente en el depósito y conmutará con el agua de la red cuando sea necesario.



# EJEMPLO

## *DIFERENTES MODELOS DE ALJIBE*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### EJEMPLO

### *SALÓN CON ALJIBE INCORPORADO*

*Paul Morgan Architects*





### 4. CAPTACIÓN EN ARROYOS, RÍOS Y CANALES

Las captaciones se realizarán por medio de obras de toma en el cauce o en las márgenes de las corrientes de agua, previo estudio hidrológico que justifique los caudales utilizables en el río o el arroyo.

El estudio hidrológico debe ser completo, comprendiendo la pluviometría, realización de aforos, coeficientes de escorrentía, regulación del río, garantías y cualquier otro estudio que fuera necesario.

Se realizará un estudio completo de las captaciones, de forma que se garantice su explotación en lo que se refiere a máximas avenidas, máximo estiaje, erosión, sedimentación, atarquinamientos, entrada de cuerpos extraños, facilidad de explotación y limpieza, garantía de acceso, desagüe, garantía de suministro de energía eléctrica, etc.

En caso de tomas directas de canales, en los que se prevean interrupciones en el suministro para la conservación de los mismos, se tendrán en cuenta los posibles cortes por limpieza.

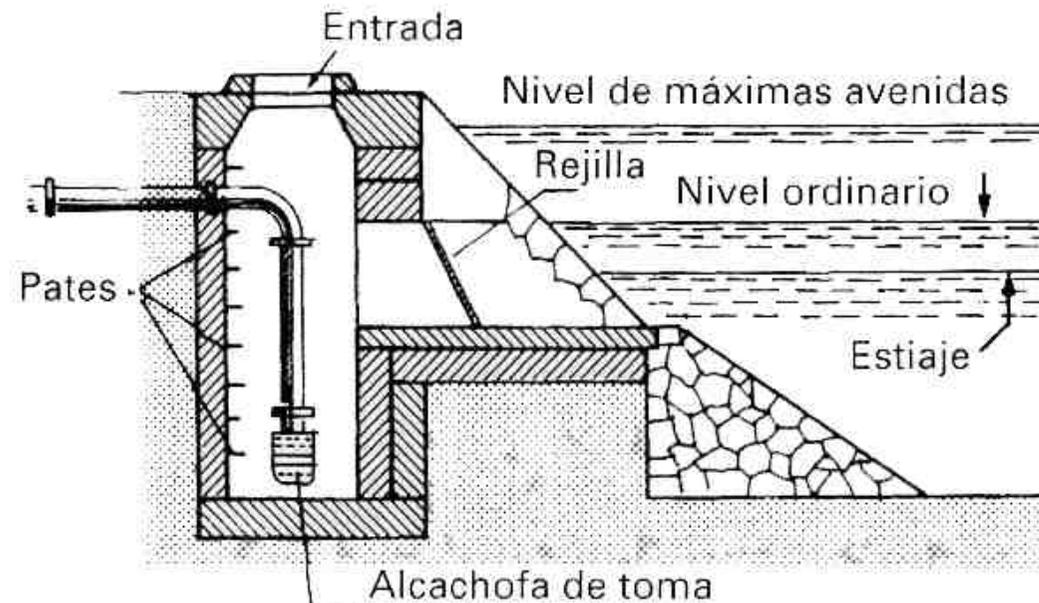


### Toma directa

Si el nivel de la corriente es apreciable, basta con hacer un pozo en el margen, dándole entrada por encima del nivel de máximas avenidas, bien mediante una simple tapa, bien por una caseta debidamente protegida por un terraplén periférico.

Es necesario situar una rejilla en el canal o galería de enlace con el río, con el fin de evitar la entrada de cuerpos flotantes (0,5 – 5 cm de separación).

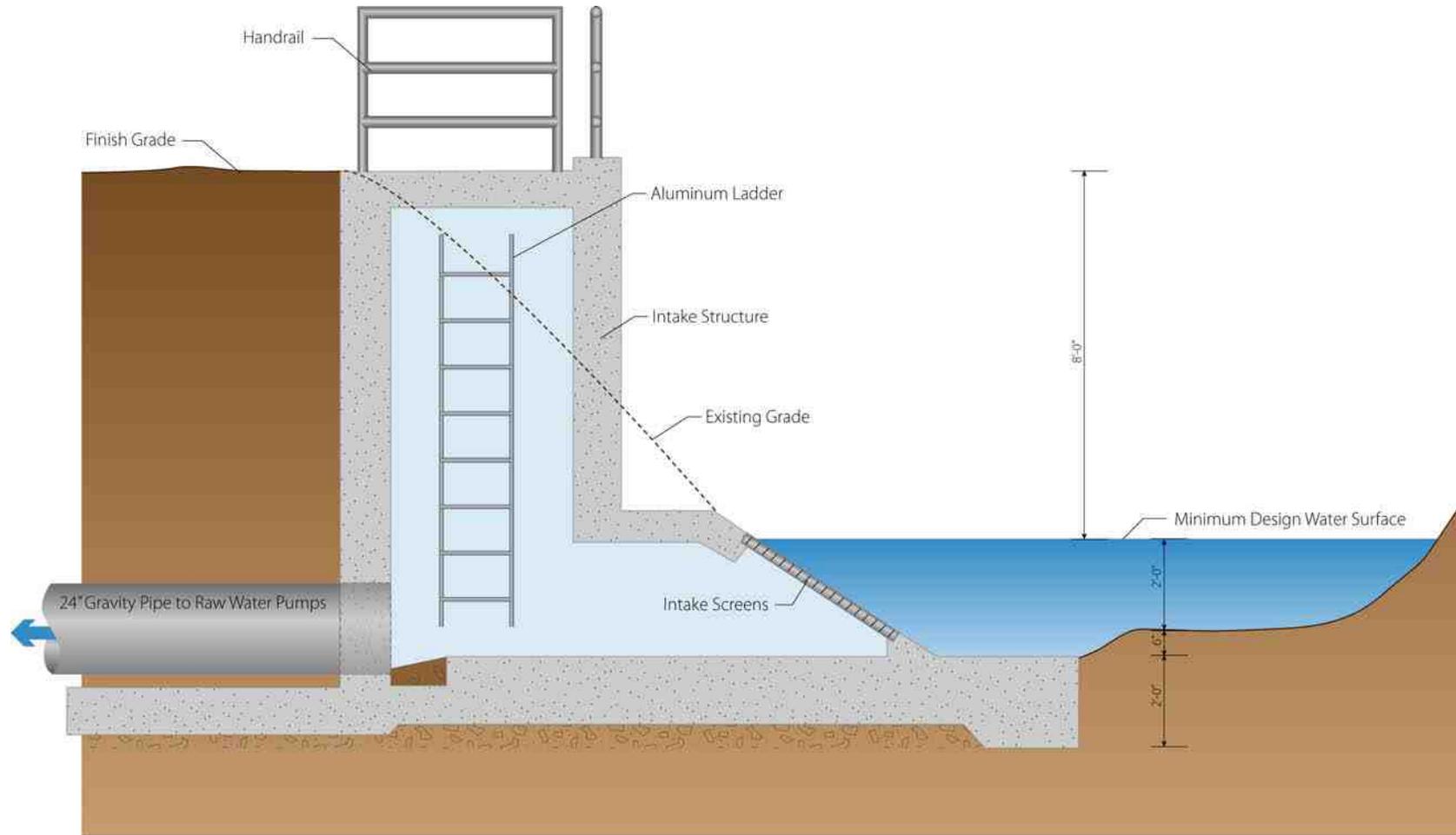
En el pozo puede ir el tubo de toma con su alcachofa, o el de salida a la conducción por gravedad con llave de paso para el aislamiento en caso necesario.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



Section  
Approx 1" = 3.5'

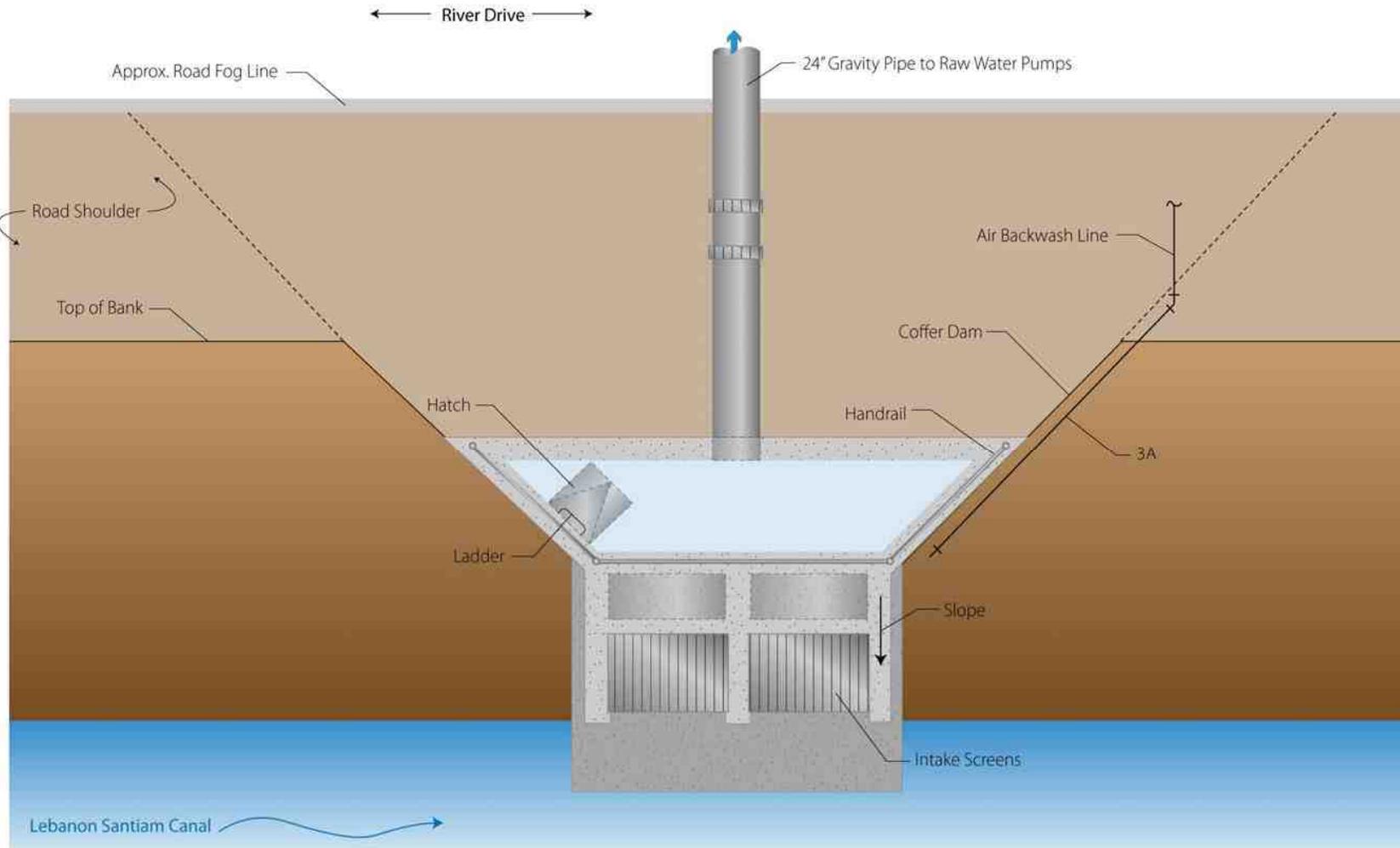
WB122008001CVO-LWI\_100\_CanalSection\_03

*Sección de la toma directa en el canal de Santiam (Lebanon, Pennsylvania. EE.UU.)*



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



Plan  
Approx 1" = 6'

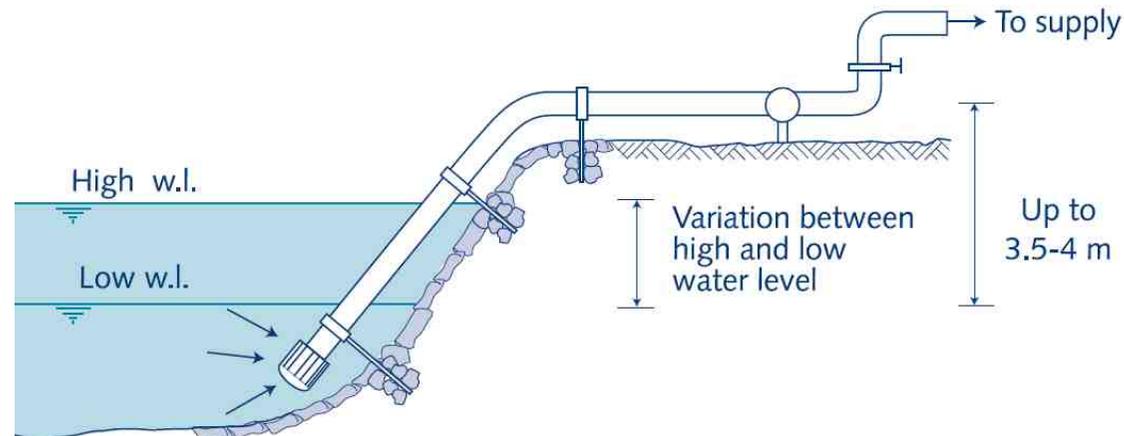
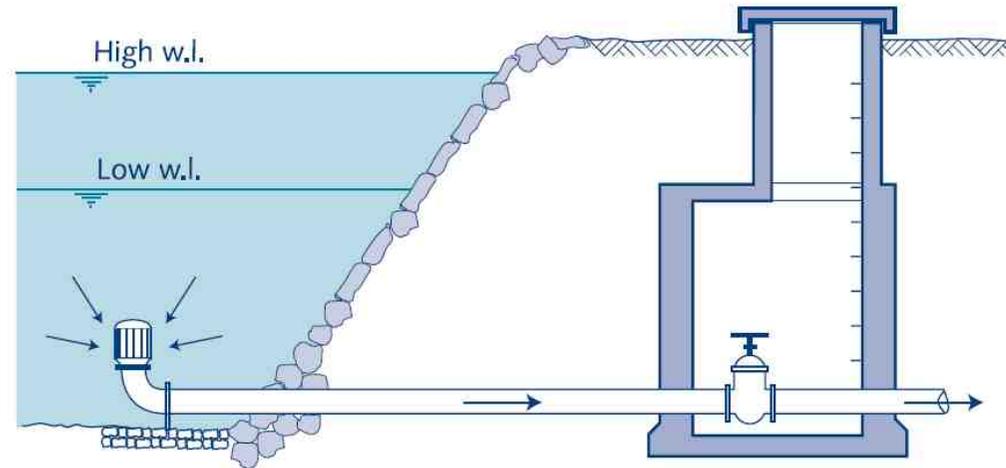
WB122008001CVO-LWI\_101\_CanalPlan\_03

*Planta de la toma directa en el canal de Santiam (Lebanon, Pennsylvania. EE.UU.)*



### Toma sumergida

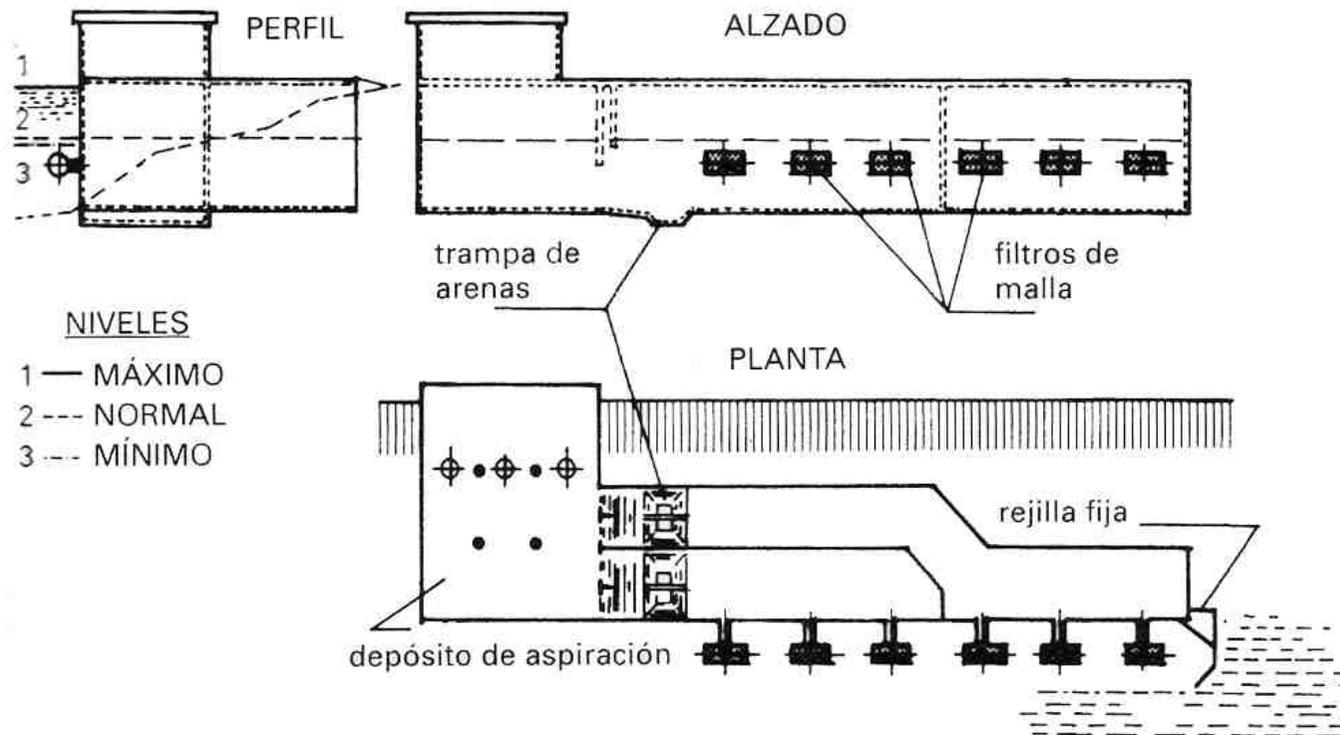
En lugar del canal de toma puede adaptarse un sistema constituido por tuberías sumergidas en el fondo del río, protegidas en su entrada por rejillas y dotadas de equipos de descolmatado con aire a presión.





### Toma con filtro de malla

Igualmente pueden utilizarse filtros de malla en la toma, dimensionados para que la velocidad del agua a la entrada sea de  $< 0,1 \text{ m/s}$  y autolimpiables por la corriente del agua.



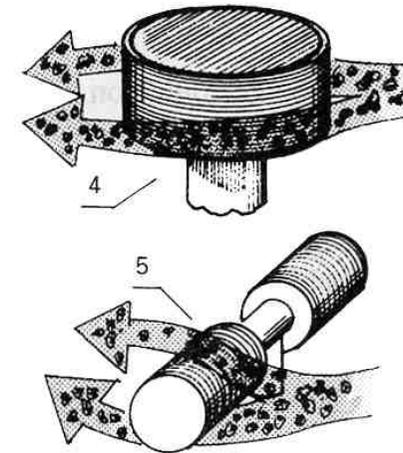
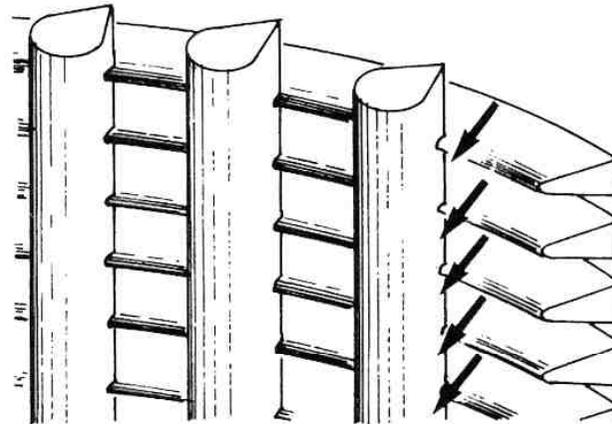
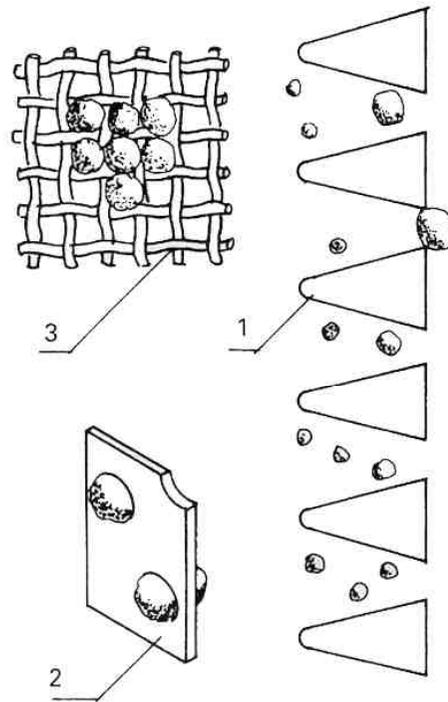


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



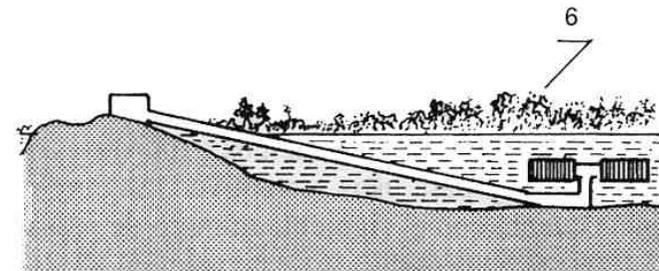
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Los filtros de malla son cilíndricos, con separaciones uniformes que por la limitación de velocidad del agua de entrada garantizan la protección de la fauna piscícola y pequeñas pérdidas de carga.



### FORMAS DE COLMATADO

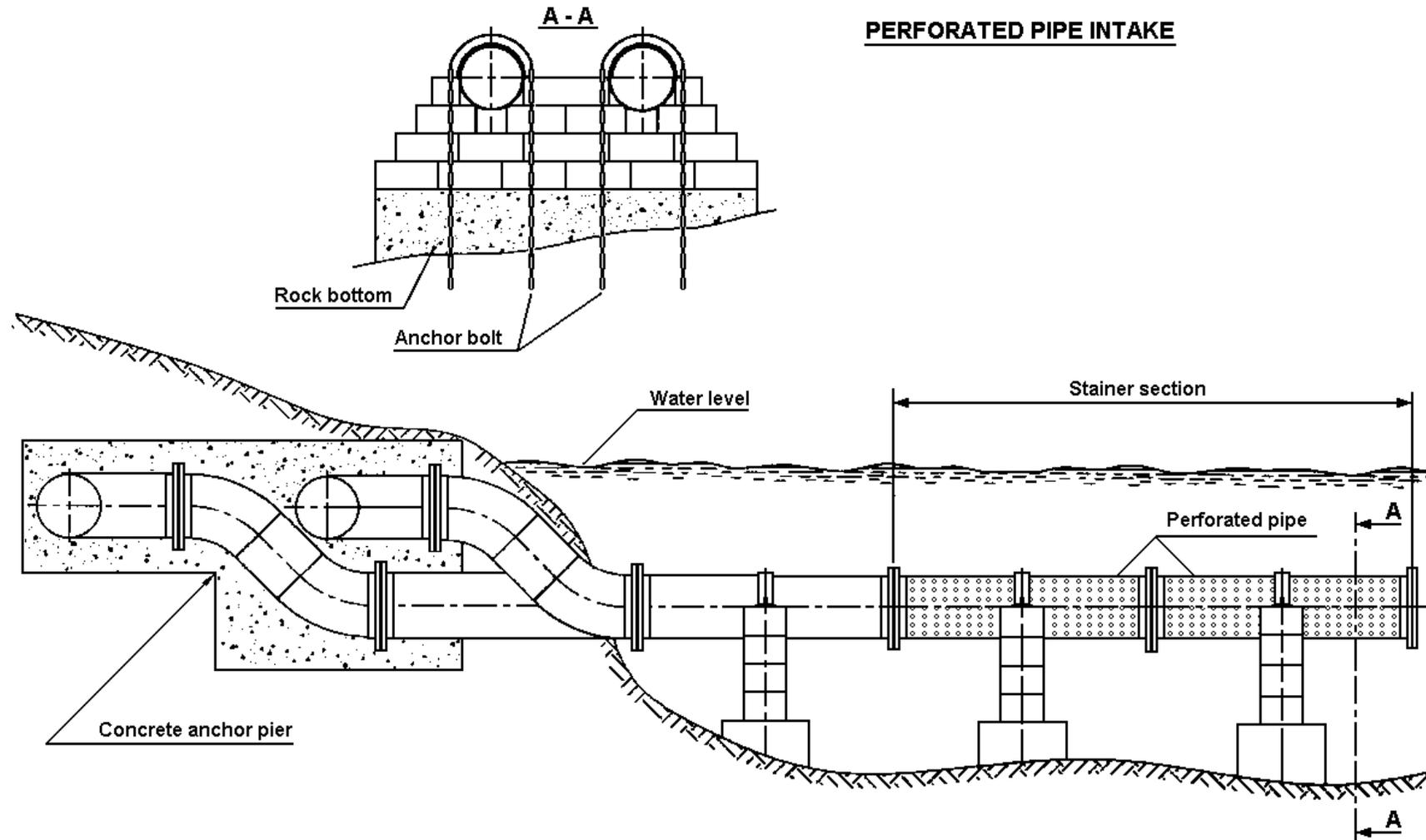
1. Malla tipo Johnson en forma de V.
2. Chapa perforada.
3. Tela metálica.
- 4 y 5. Líneas de corriente alrededor del filtro de malla Johnson.
6. Esquema de toma.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

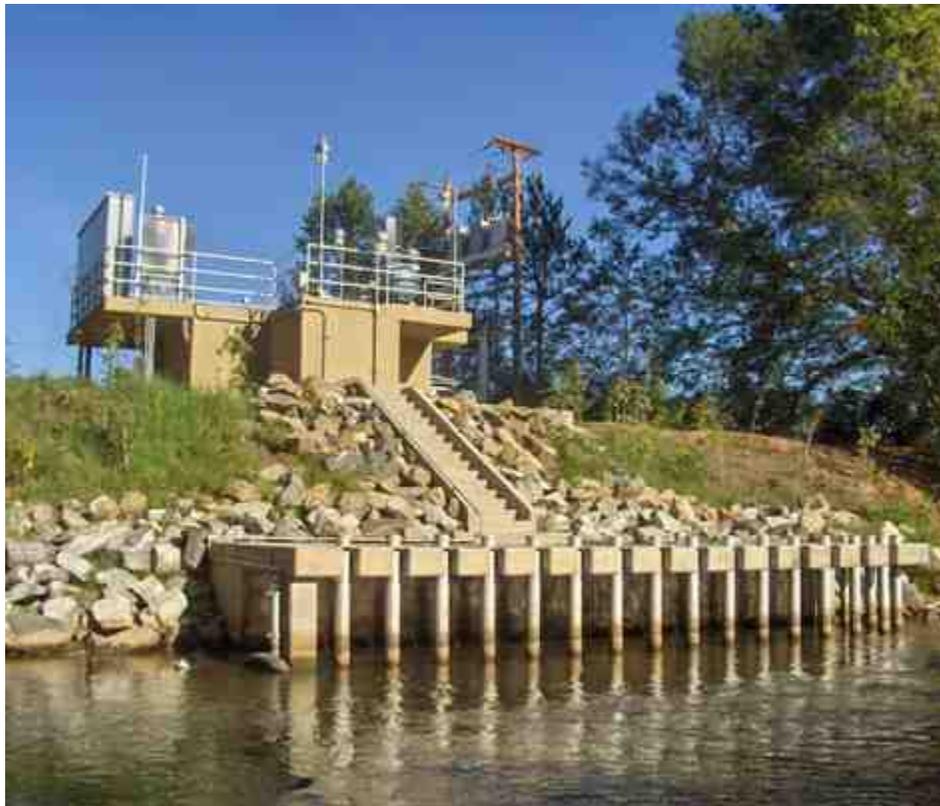




# EJEMPLO

## *TOMA CON FILTRO DE MALLA*

*Río Etowah (Dawson, Georgia. EE.UU.)*

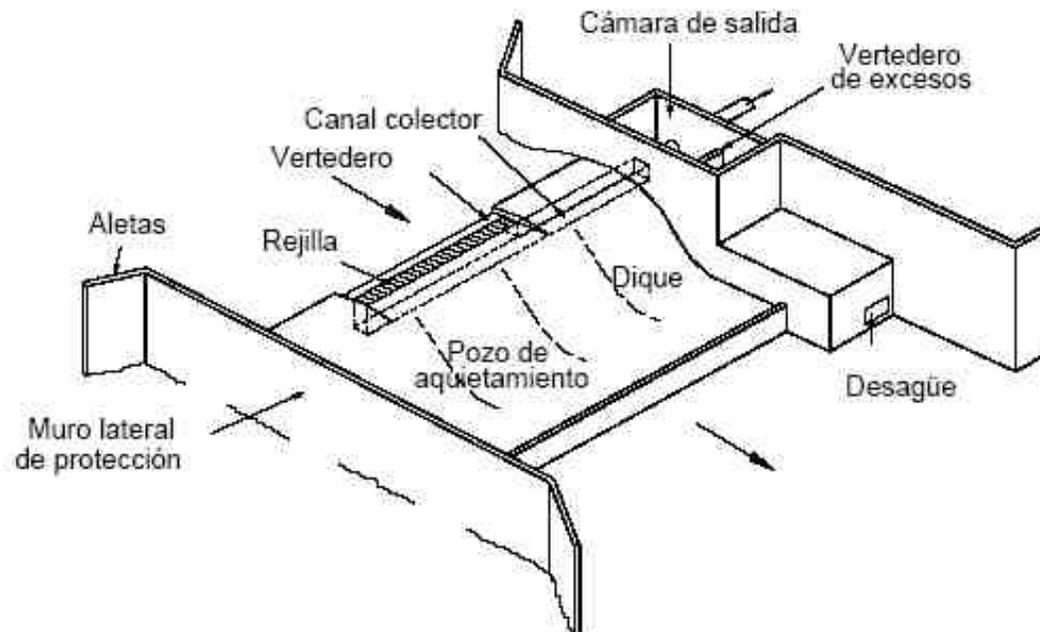




### Toma con obras transversales al río

1) Toma con rejas → Son recomendables para zonas montañosas, cuando se cuenta con buena cimentación y en el caso de grandes variaciones de caudal en pequeños cursos de agua.

Consisten en un pequeño muro transversal a la corriente, con reja superior de captación que permita el ingreso de las aguas y limite la entrada de los materiales sólidos.





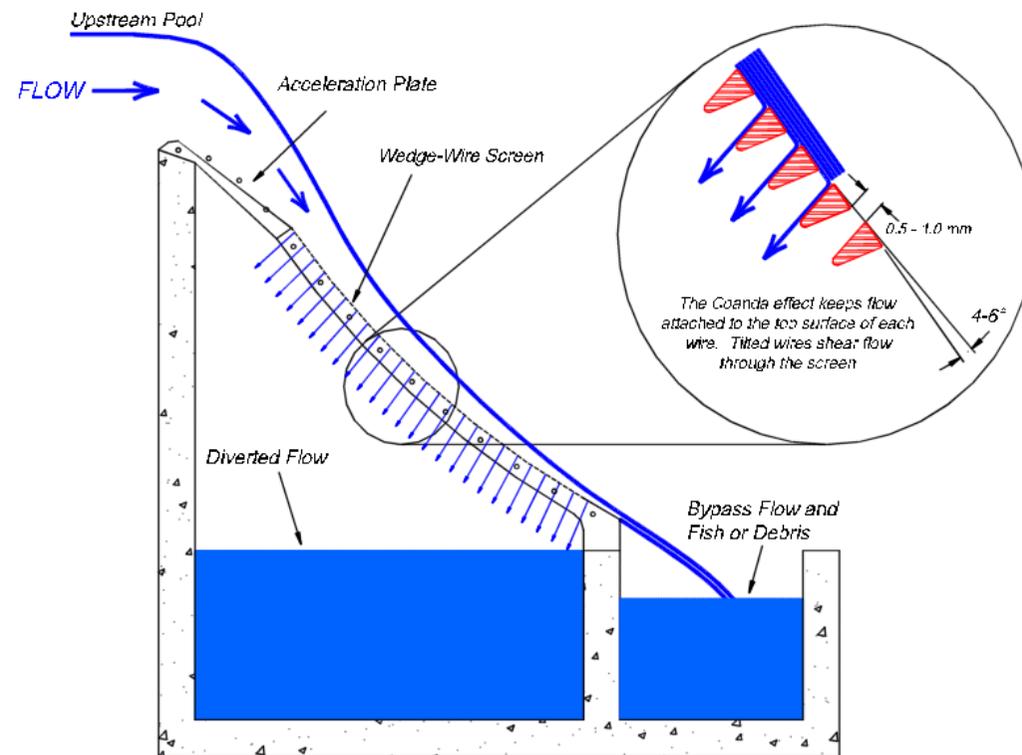
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA



Features and Typical Arrangement of a Coanda-Effect Screen



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA*

*Brandywine Creek (Canada)*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA*

*Brandywine Creek (Canada)*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

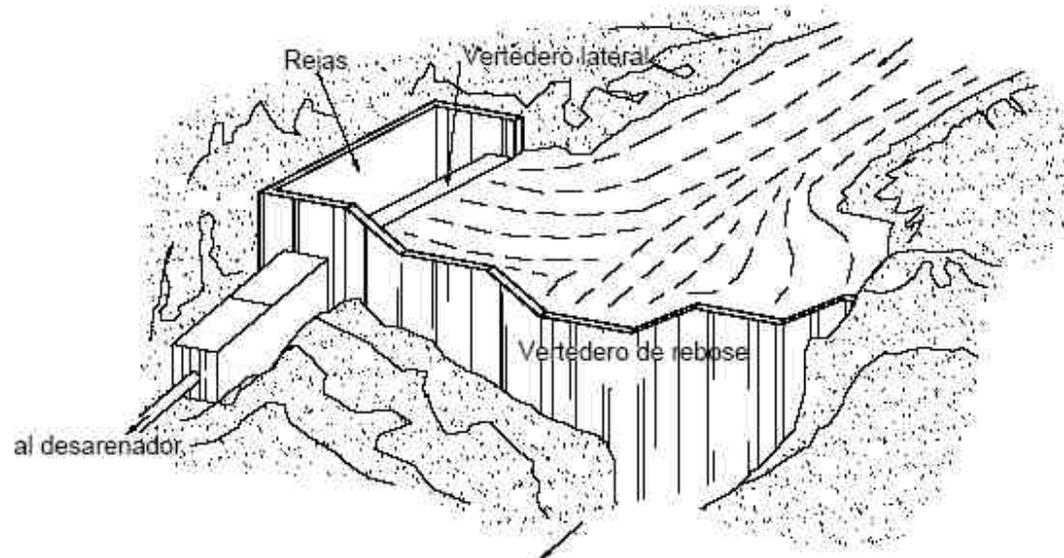


## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

2) Toma lateral con presa de derivación → Son recomendables, por economía, en el caso de cursos de agua angostos y cuando se presenten épocas de estiaje prolongadas.

La presa tiene la finalidad de elevar la cota de agua de modo que ésta alcance una altura adecuada y constante sobre la boca de captación, que se dispondrá lateralmente.

Aguas abajo de la presa se dispondrán elementos disipadores de energía que eviten las posibles erosiones en el cauce.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

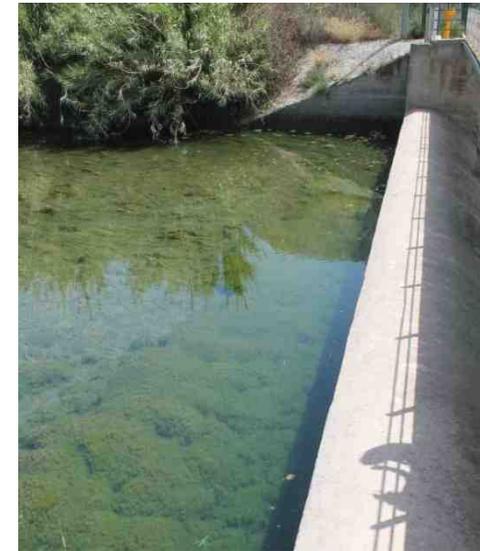
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *TOMA LATERAL RÍO ALGAR*

*Consorcio de Aguas de la Marina Baja*





### 5. CAPTACIONES EN LAGOS Y EMBALSES

La toma de aguas en lagos o embalses se realizará mediante el establecimiento de torres de toma o mediante tuberías, a más o menos profundidad, unidas directamente a la impulsión.

Con el fin de realizar la captación con las mayores garantías conviene hacer la toma a suficiente profundidad y lejanía de la orilla o, en su caso, tomar las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua a utilizar.

El primer concepto que debe considerarse es el de la garantía, es decir, hay que conocer el agua que se necesita y de la que se dispone, tanto en calidad como en cantidad.

En el caso de los embalses de abastecimiento, el número y capacidad de las tomas de agua dependen esencialmente del volumen embalsado, de la profundidad del embalse y de los caudales a servir.

La solución óptima para realizar la captación es que las tomas sean varias en vertical y, al menos, pareadas en horizontal.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

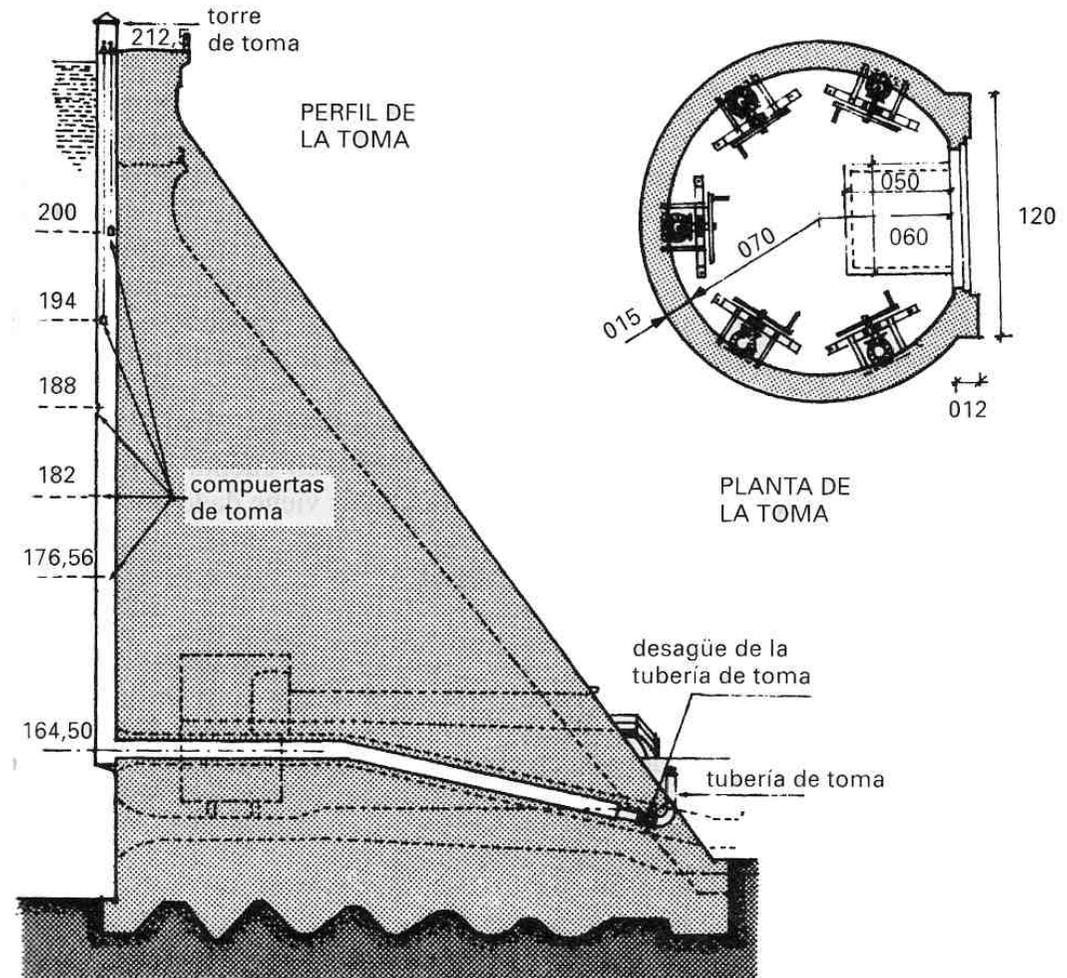


## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Se establecen dispositivos para variar a voluntad el nivel de toma del agua, seleccionando las características del agua tomada.

El punto de ubicación deberá tener en cuenta el movimiento de las aguas por la dirección de los vientos, el arrastre de la contaminación, etc.

También se pueden emplear dispositivos que, en función del nivel existente en el punto de toma, regulen la cantidad de agua que se extrae como, por ejemplo, las torres de toma con plumas móviles

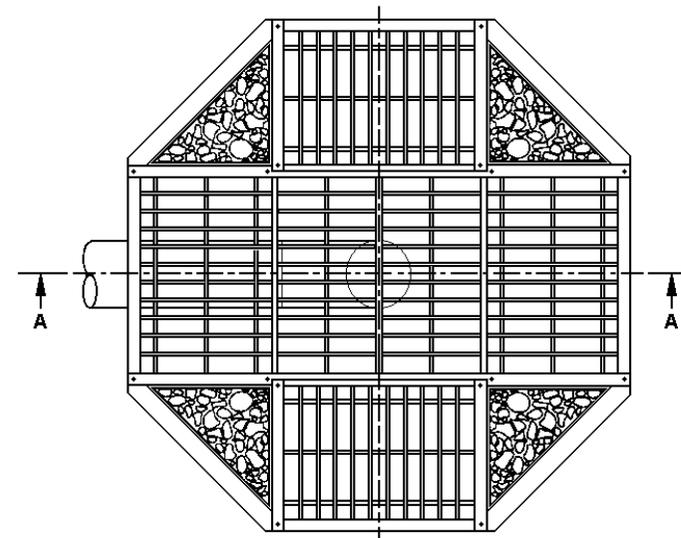
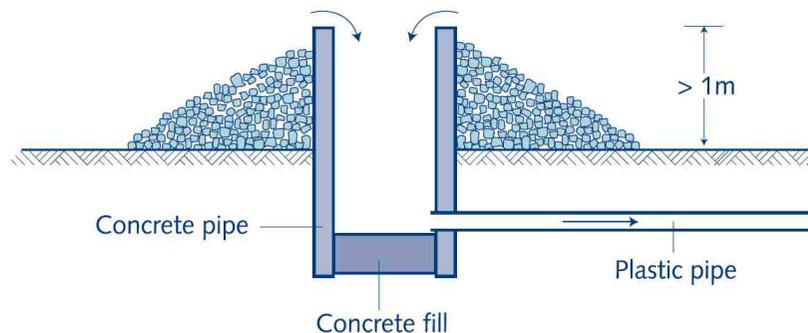
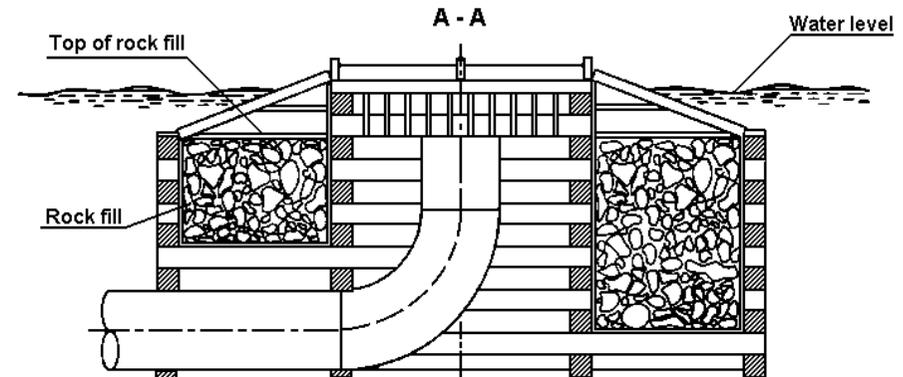




### Tomas directas sumergidas en el fondo

Para embalses, lagos, ríos de llanura no navegables y relativamente libres de material de arrastre durante todo el año, o bien ríos con navegación pero que por sus características posibiliten la instalación la toma (calado mínimo).

La velocidad de aproximación del agua a la boca de toma debe ser inferior a 0,15 m/s para no atraer sólidos y peces.

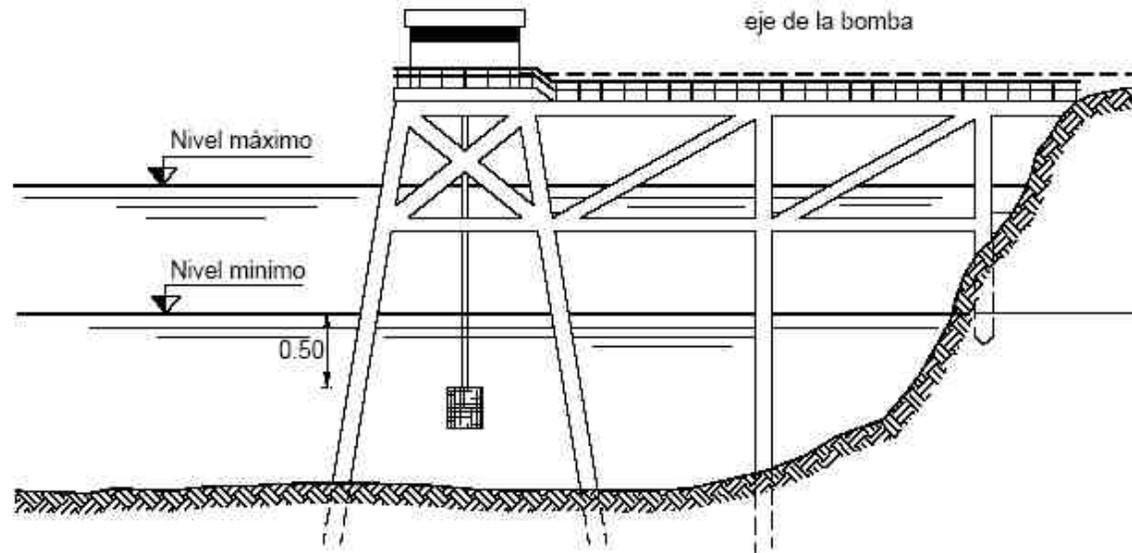




### Plataformas fijas

1) Muelle de toma → Para el caso de existir fuertes variaciones de nivel, especialmente si son aprovechables obras ya existentes tales como muelles, puentes, etc. En caso de no existir, pueden construirse muelles de toma.

Consiste en una estructura que, apoyada en el fondo, sirve de soporte a la conducción de toma hasta la orilla, que puede actuar como tubería de aspiración o impulsión, dependiendo de si las bombas son sumergibles o no.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

### *MUELLE DE TOMA*

### *Barranqueras (Argentina)*



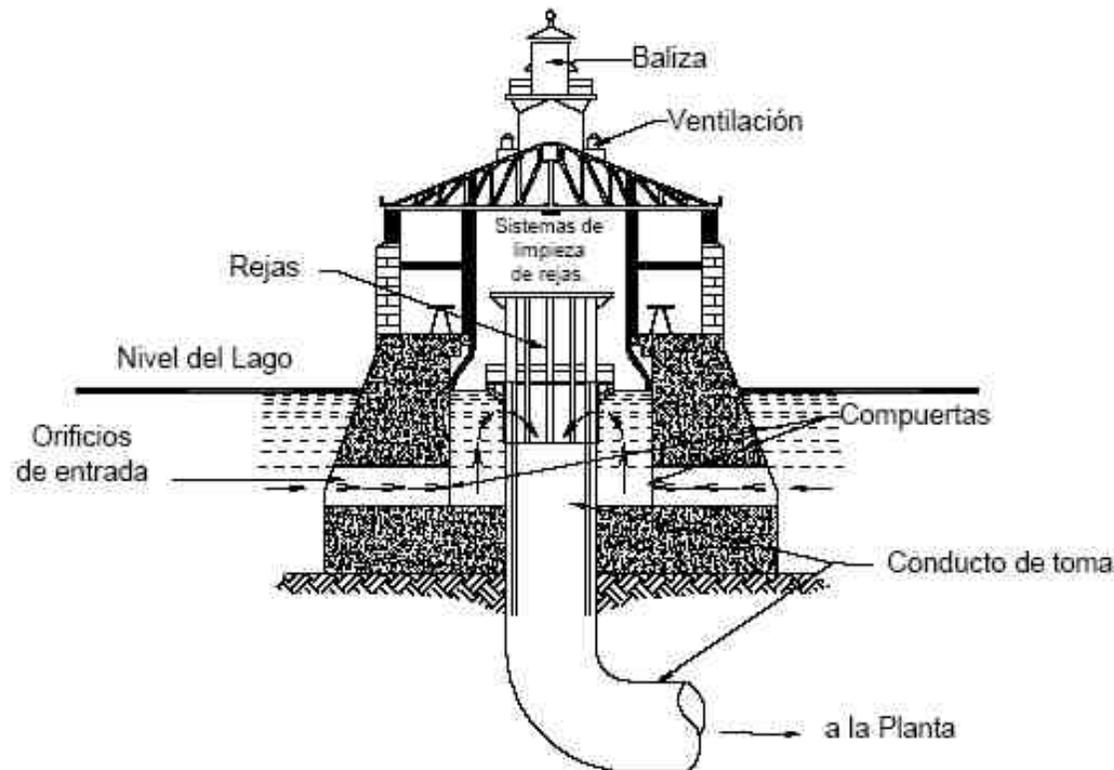


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

2) Torre de toma → Para sistemas de abastecimiento de envergadura que capten agua en ríos importantes, lagos o embalses, en los cuales se busque obtener una mejor calidad de agua alejando la toma de la orilla.



En general están constituidas por una estructura elevada y cerrada apoyada en el lecho del río, en las que el agua ingresa para ser derivada a la cañería de aducción, aún en época de aguas bajas.

Los orificios (que pueden disponerse a diferentes niveles) deben contar con rejas, compuertas y dispositivos de limpieza y accionamiento.



# EJEMPLO

## *TORRE DE TOMA*

*Embalse Fco. Abellán (La Peza, Granada)*

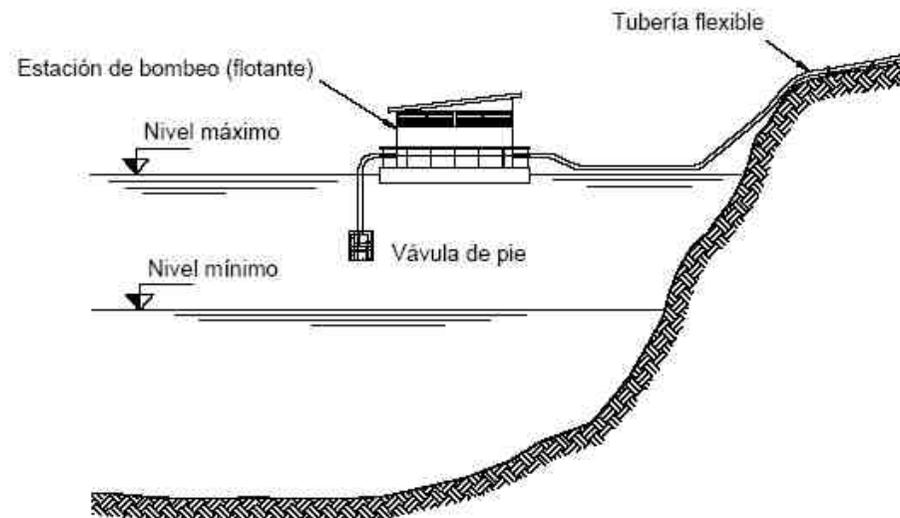




### Plataformas flotantes

Esta alternativa permite ejecutar la toma cuando se presentan dificultades como:

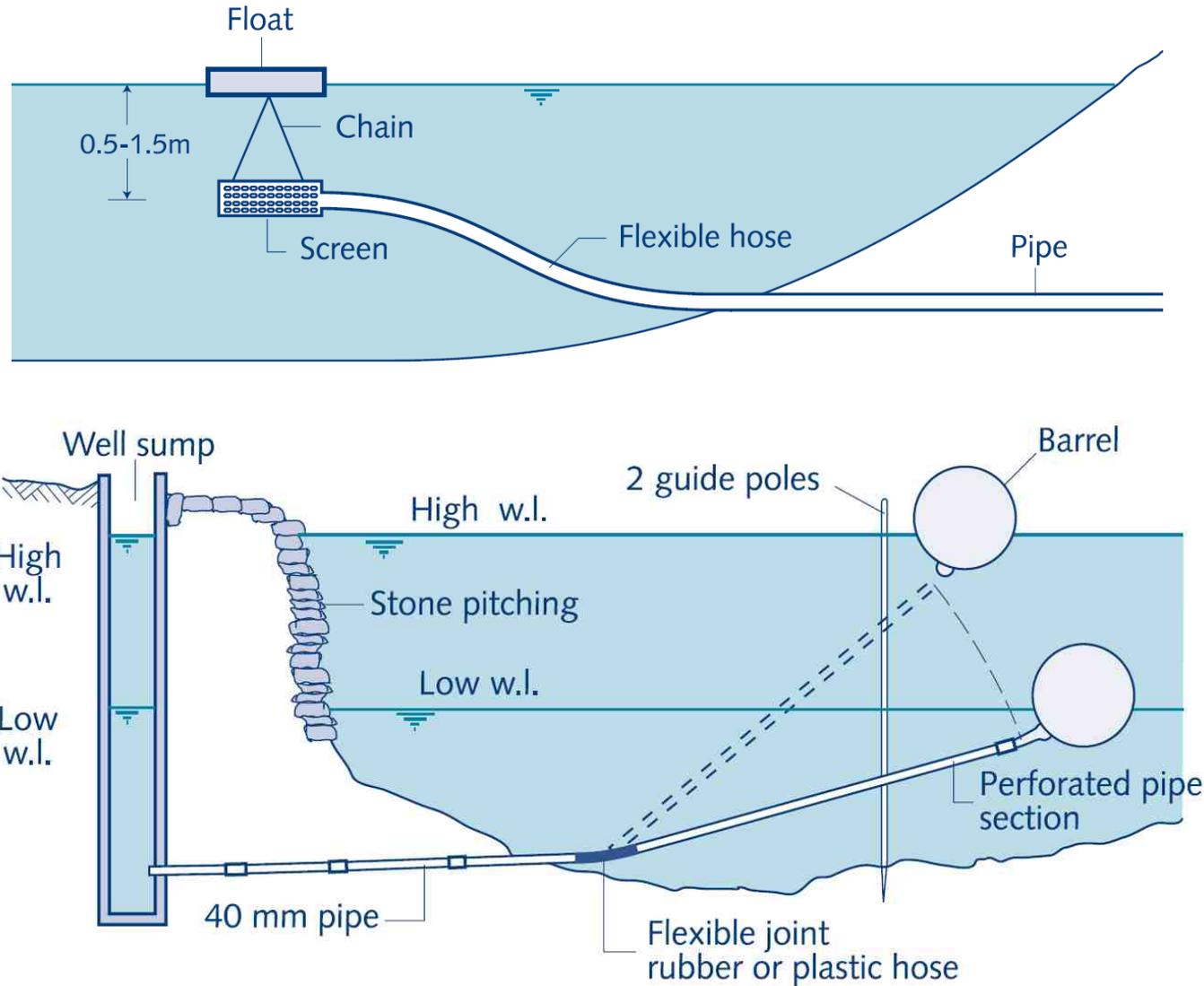
- 1) Existencia de grandes fluctuaciones de nivel
- 2) Calidades de agua muy diferentes según el nivel, requiriéndose poder seleccionar la profundidad de captación (por ejemplo, en crecidas)
- 3) Márgenes y/o fondo que no permitan garantizar la seguridad estructural de la obra civil a un coste razonable





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *TOMA FLOTANTE*

*Canal Colonizador (El Chaco, Argentina)*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *PLATAFORMA FLOTANTE*

*Río Dulce (Santiago del Estero, Argentina)*





### 6. GARANTÍA EN CAPTACIONES SUPERFICIALES

A la hora de evaluar la garantía en el caso de fuentes de agua superficiales, distinguiremos entre ríos no regulados y embalses.

- 1) Ríos no regulados → En este caso, la garantía depende directamente de la demanda. Para obtener el número de días que se supera un determinado valor de caudal se emplea la *curva de caudales clasificados* o *curva de duración de caudales*.

Para la elaboración de esta curva:

- Se parte de una serie de  $N$  registros de caudales medios diarios.
- Posteriormente se ordenan estos caudales de mayor a menor
- A cada caudal se le asigna la fracción de tiempo en que es igualado o superado

$$P = \frac{m}{N}$$

$m$  → Número de veces que se presenta un determinado caudal en el intervalo de tiempo considerado

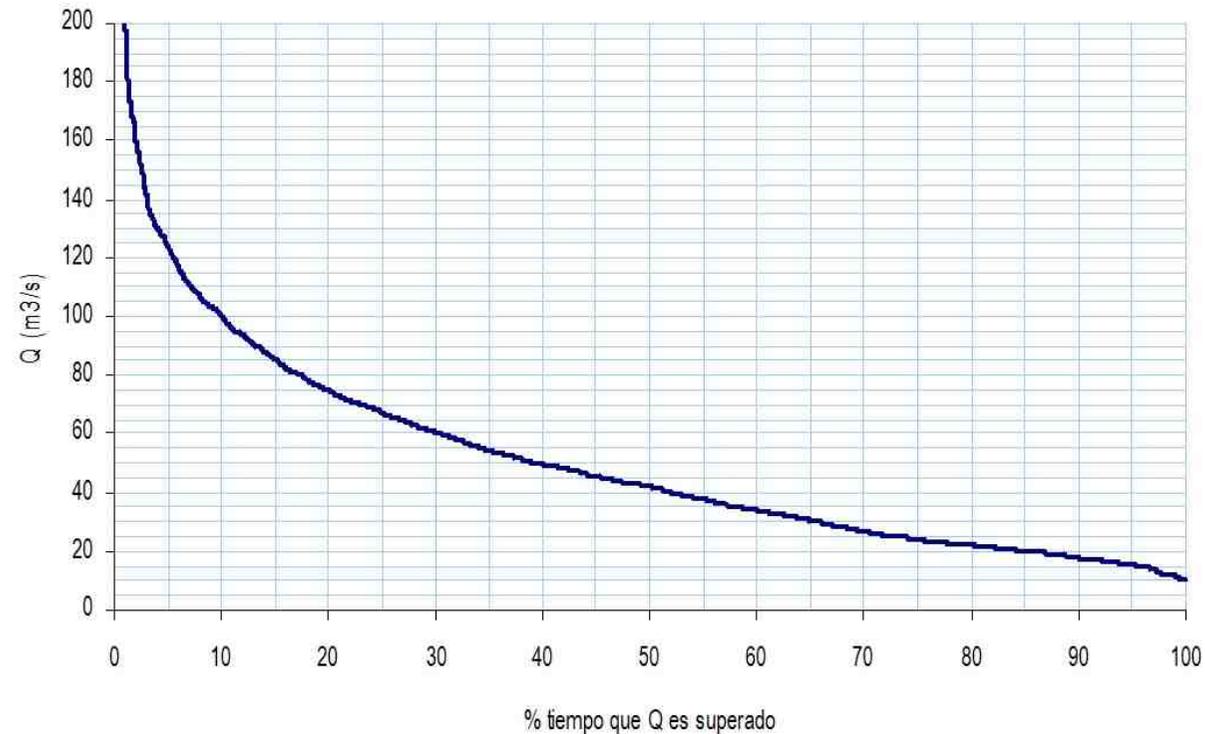


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

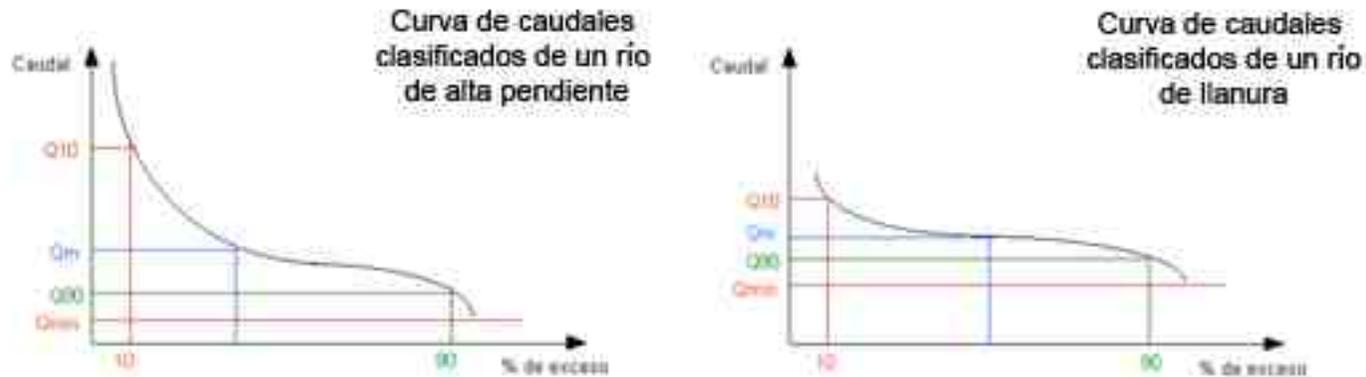
El caudal mínimo probable de la curva es el caudal que la corriente puede suministrar durante todo el año con una probabilidad de excedencia próxima al 100% . Si este caudal es mayor que la demanda del proyecto, entonces la fuente tiene capacidad para abastecer la demanda sin necesidad de almacenamiento.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



- 2) Embalses → En este caso, la garantía depende de la demanda y del almacenamiento útil de que disponga el embalse. Los procedimientos más empleados para determinar la garantía en un embalse son los métodos gráficos (volúmenes acumulados, diferencias acumuladas...) y las simulaciones.

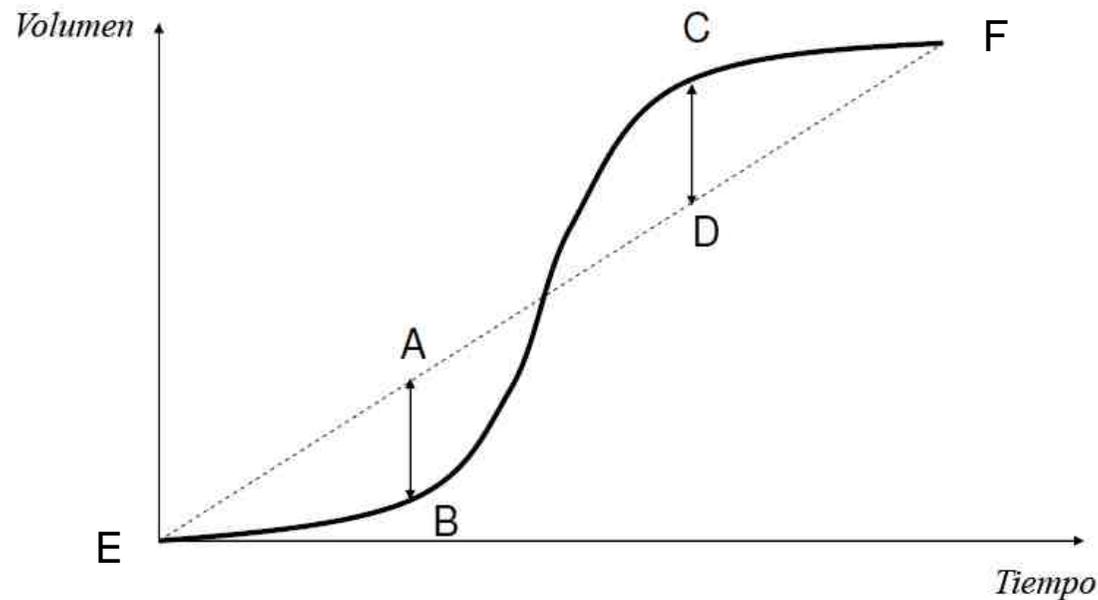
Para poder aplicar de forma adecuada estos métodos es conveniente contar con una base de datos hidrológica suficientemente larga que, a ser posible, contenga el periodo crítico (periodo más largo durante el cual los caudales han alcanzado valores mínimos causando el mayor descenso en el nivel del embalse).



# EJEMPLO

## MÉTODOS GRÁFICOS

*Método de Ripple o de la curva de masa*



- *Se representan los volúmenes acumulados*
- *La pendiente de la línea EF representa el caudal medio ( $Q_m$ )*
- *La capacidad mínima del embalse para satisfacer el caudal medio con una garantía del 100% viene dado por  $V_{min} = AB + CD$*



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### 7. ANTECEDENTES CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



*Pozo de Calíchoron  
(Elefsina, Grecia)*

La utilización del agua subterránea para abastecimiento es tan antigua como la historia, realizándose incluso en la época paleolítica.

Existen restos arqueológicos de captaciones subterráneas realizadas por los Persas y los Medos (8000 a. C.).

En la Biblia se menciona el pozo que Jacob (2000 a. C.) compró a Hanor por cien monedas de plata (Gn 33,19) y junto al cual Jesús entabló conversación con una mujer samaritana (Jn 4, 1-42). El “pozo de Jacob” se encuentra ubicado cerca de Nablus (Cisjordania) y tiene un diámetro de 3 m con una profundidad de 32 m.

Olimpiódoro de Tebas, autor egipcio del siglo V, señala la existencia en la zona del Gran Oasis de “numerosos pozos excavados que permiten asegurar la irrigación, dándose hasta dos o tres cosechas al año”.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



Una técnica que se viene utilizando desde el siglo X a. C. hasta la actualidad es el qanat, galería o túnel construido con el fin de captar aguas subterráneas que presenta una serie de pozos debidamente espaciados, con el fin de asegurar la ventilación y facilitar la construcción y el mantenimiento.

El qanat surgió probablemente en la antigua Persia, llegando mediante la Ruta de la Seda hasta China.

Bajo la dominación romana, se llevaron a cabo amplios proyectos de construcción en Siria y Egipto. La expansión musulmana llevó el qanat a Sicilia y a la península ibérica, desde donde pasó a América.

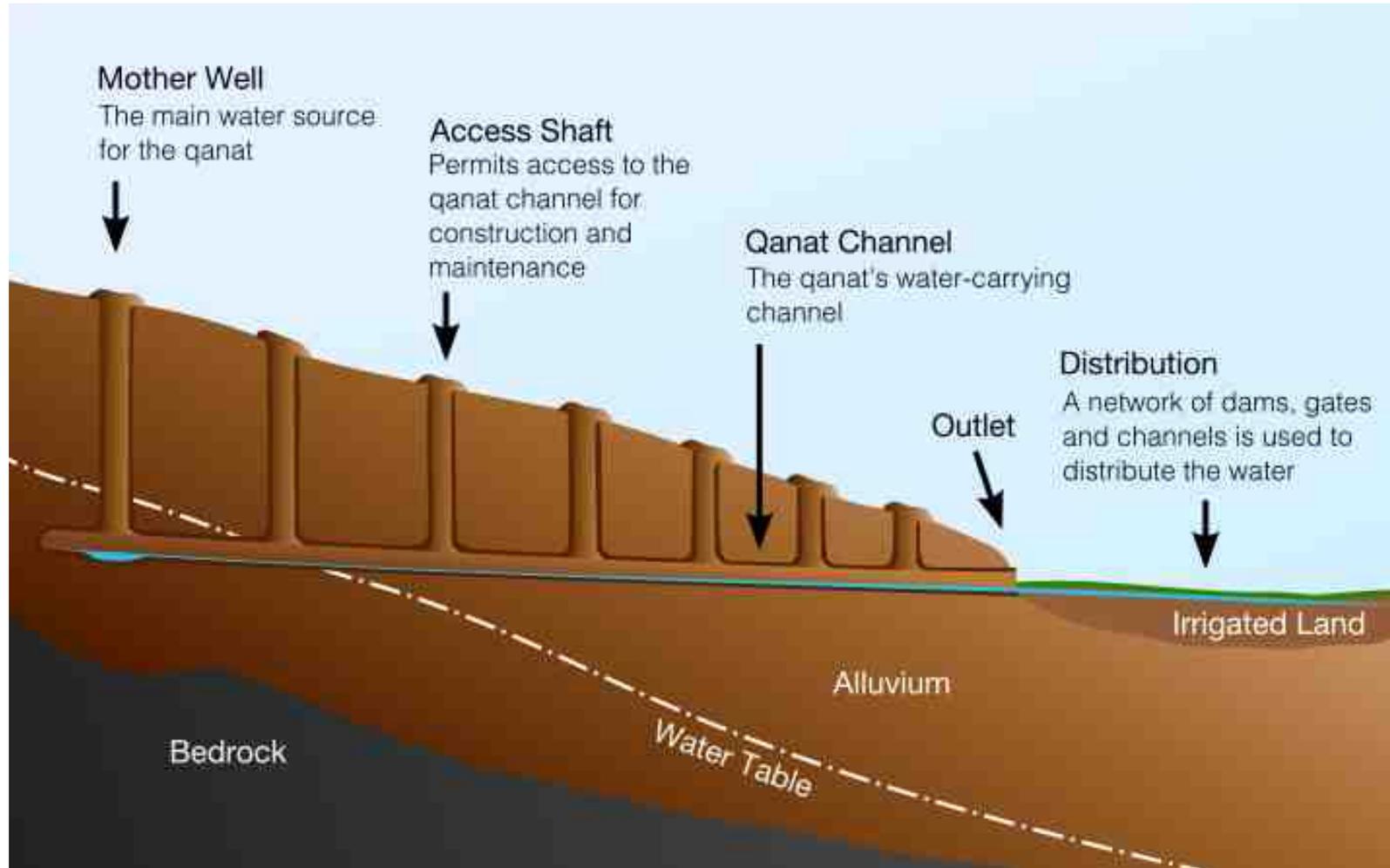
Actualmente, y a pesar de la existencia de nuevas técnicas, sigue siendo un importante método de irrigación. En Irán, hay alrededor de 20.000 activos. El mayor y más antiguo, situado en la ciudad de Gonabad, provee agua a 40.000 personas.

En España se encuentran, sobre todo, en el sureste peninsular y en Canarias. Fuera de estas zonas destacan algunos como el de Fuentelapeña (siglo IX), descubierto en Zamora en diciembre de 2006, o los famosos “viajes del agua” que abastecían Madrid (siglo VIII).



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



*Esquema de un qanat, donde se aprecia el canal horizontal, el pozo principal (o pozo madre), así como los diferentes pozos de acceso*



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *QANAT DE ANSHAN (IRÁN)*





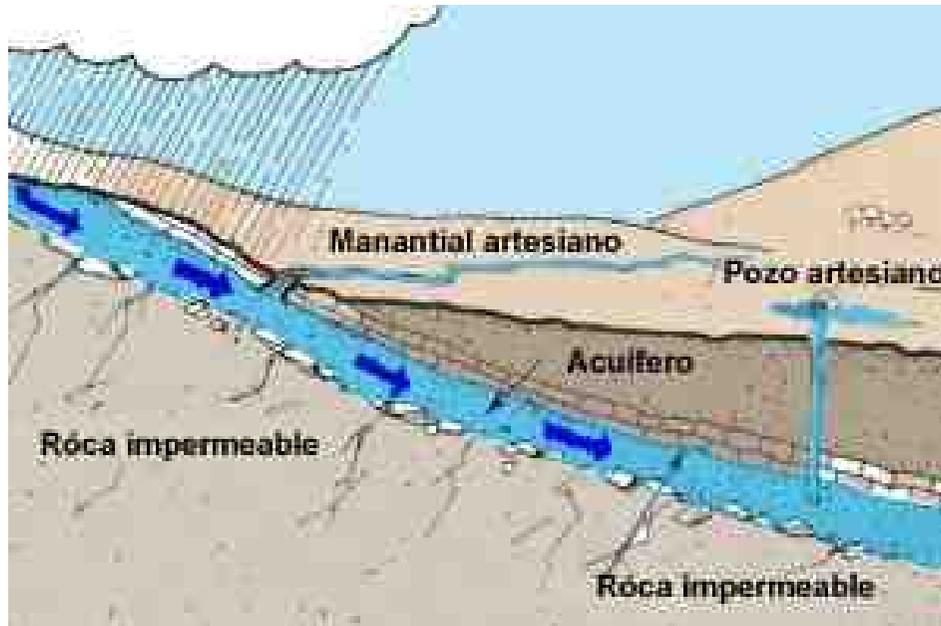
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Los pozos artesianos (pozos con un nivel piezométrico situado por encima del nivel freático del acuífero) se denominan así debido a que se cree que el más antiguo de Europa se realizó en la región francesa de Artois en 1126.

Sin embargo, ya en los siglos VIII y IX se habían realizado pozos de este tipo en la zona septentrional de Italia. Esto queda recogido en el escudo de la ciudad de Módena, que contiene dos barrenas de fontanero.



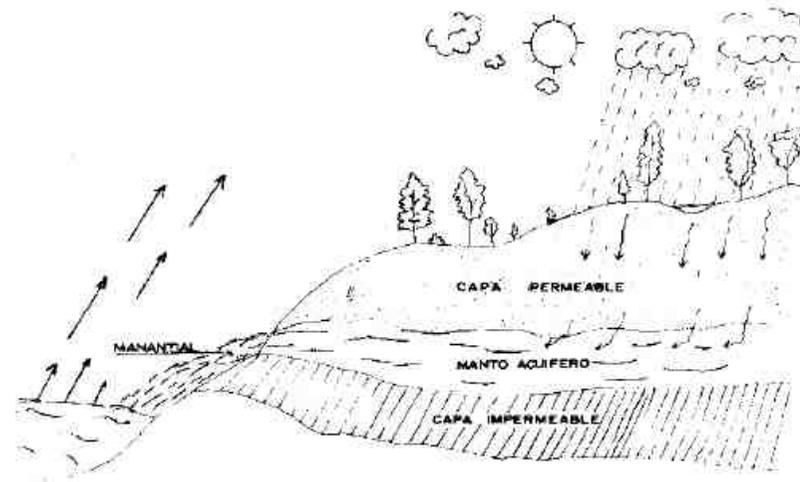


### 8. CAPTACIÓN DE MANANTIALES

Un manantial es el lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general el agua fluye a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada (material permeable). En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo de agua y permiten que aflore a la superficie.

Los manantiales se clasifican en función de su ubicación (de ladera o de fondo) y su afloramiento (concentrado o difuso).

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora de forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso.



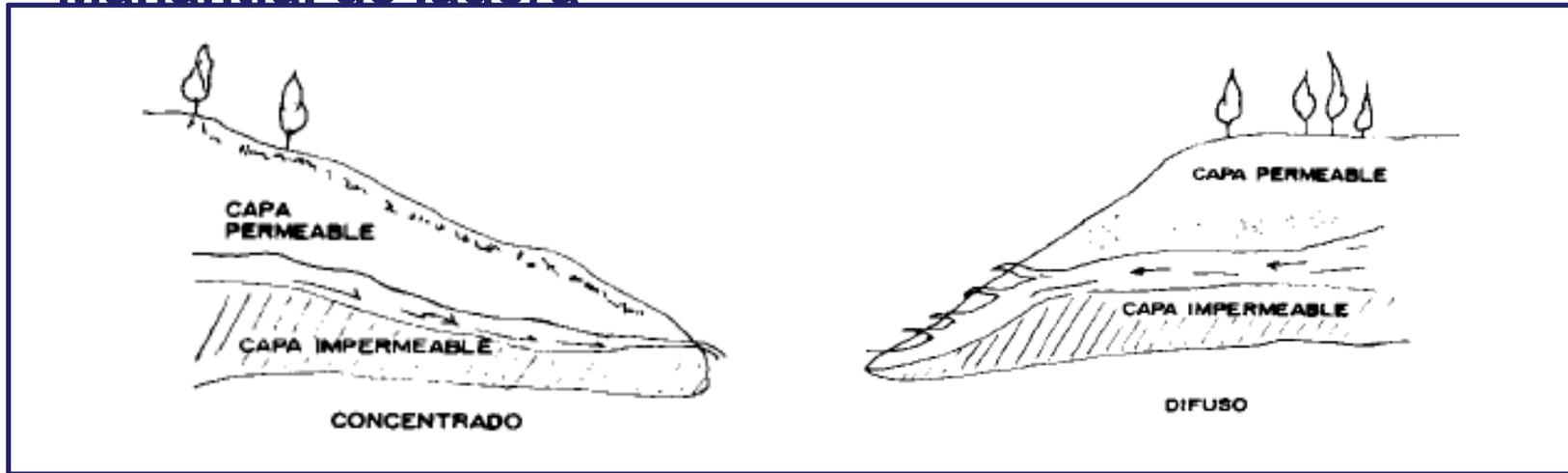


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

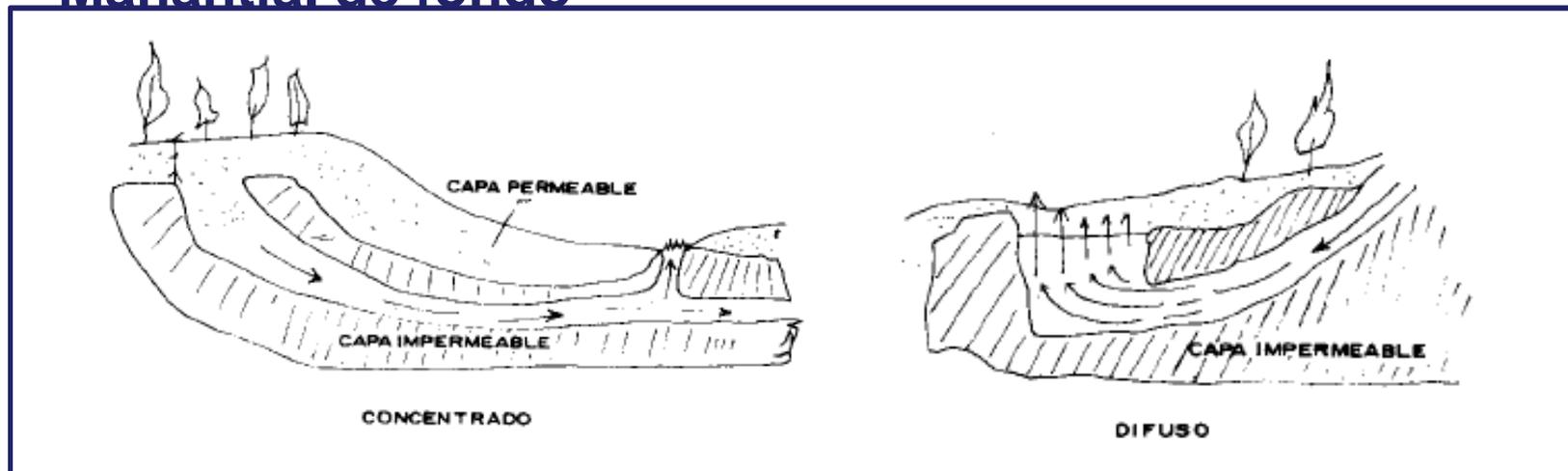


## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

### Manantial de ladera



### Manantial de fondo





# EJEMPLO

## *MANANTIAL DE AGUA DULCE*

*Puerto de Otsondo (Navarra)*





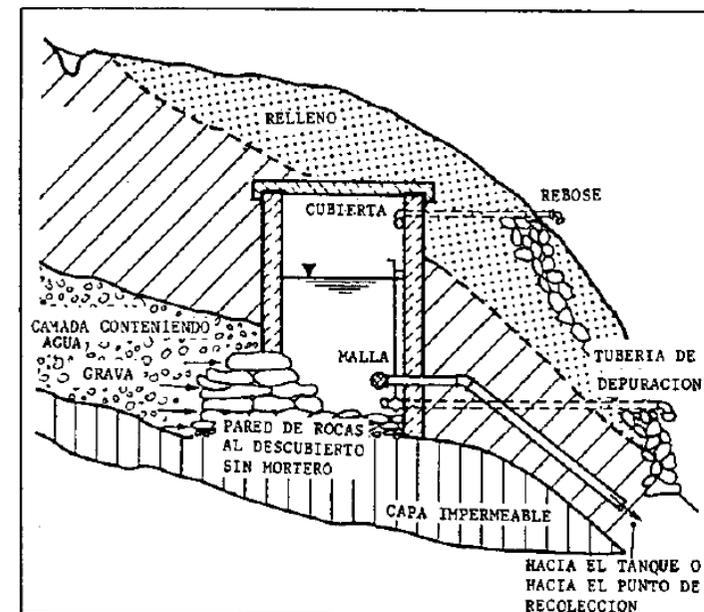
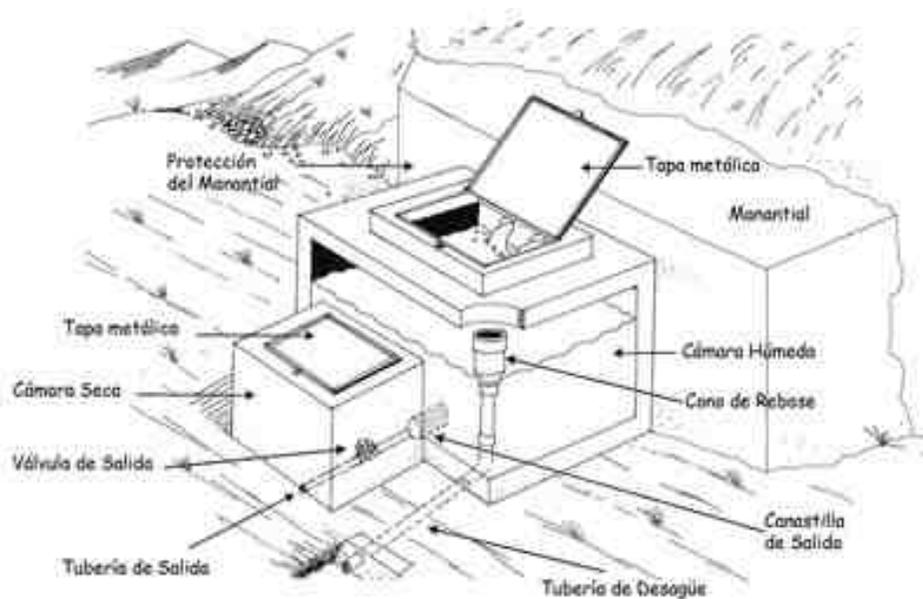
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Las tomas o arquetas para captación de manantiales deben construirse con materiales inertes, que no se disgreguen, evitando la posible obstrucción de las venas líquidas. Asimismo, es importante la impermeabilización en sentido contrario, es decir, evitar la posible contaminación de las aguas del manantial por agentes externos.

Normalmente, en lo referente a captaciones, si el manantial es concentrado se dispone una arqueta ajustada al tipo de manantial y a la forma de aflorar el agua.





# EJEMPLO

## *MANANTIAL DEL OJO*

*Villabuena (Soria)*





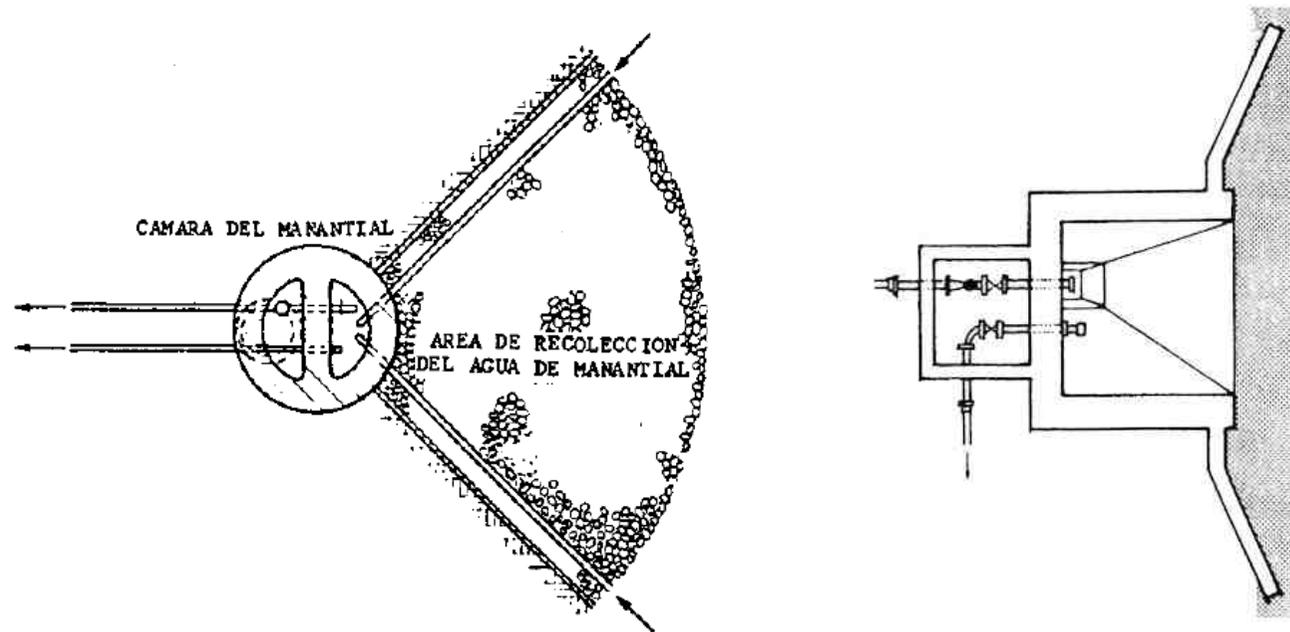
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Cuando el manantial es difuso, es decir, las aportaciones se reparten a lo largo de un frente, una solución es llevar a la arqueta los caudales captados mediante un drenaje.

La operación anterior se completa con la construcción de muros interceptores, situados aguas abajo de los drenes, permitiendo y facilitando un mayor rendimiento de la captación.



*Ejemplos de captaciones con concentración de vena mediante muros interceptores*



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

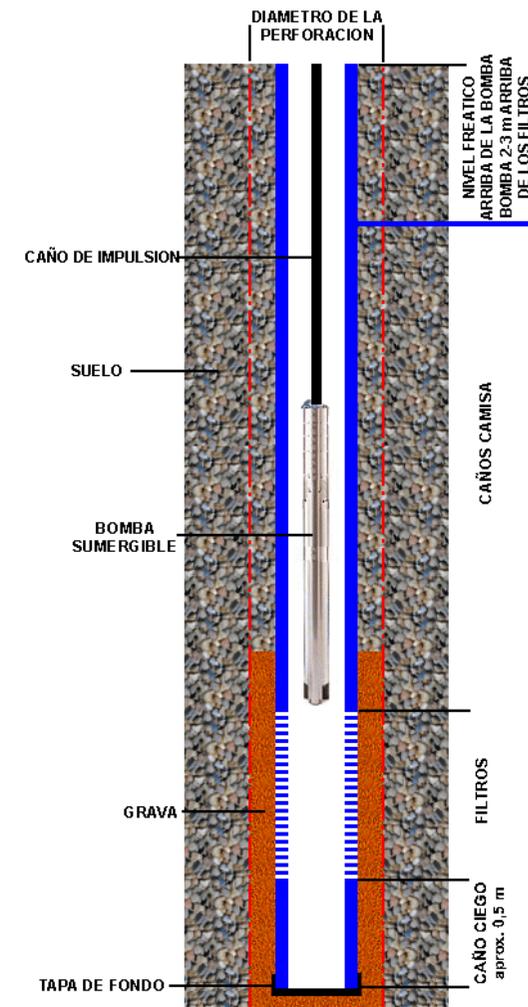
### 9. POZOS

Un pozo se define como un hueco cilíndrico excavado en el terreno (bien manualmente, bien con maquinaria), con diámetro y profundidad variable, que al atravesar un lecho permeable permite la afluencia del agua hacia el mismo mediante la disposición de material adecuado.

Los pozos presentan, en general, un diámetro entre 1,5 - 8 metros, con una profundidad moderada (decenas de metros), aunque existen realizaciones que superan la centena.

Los pozos, se revisten de ladrillo hueco o de aros de hormigón que tienen unos orificios para que pase el agua.

Los problemas básicos de este tipo de captación lo constituyen el achique del agua (bombas sumergidas o en cámara seca) y la seguridad del personal.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

*POZO EN EL CAMPO*

*Villa de Ves (Albacete)*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



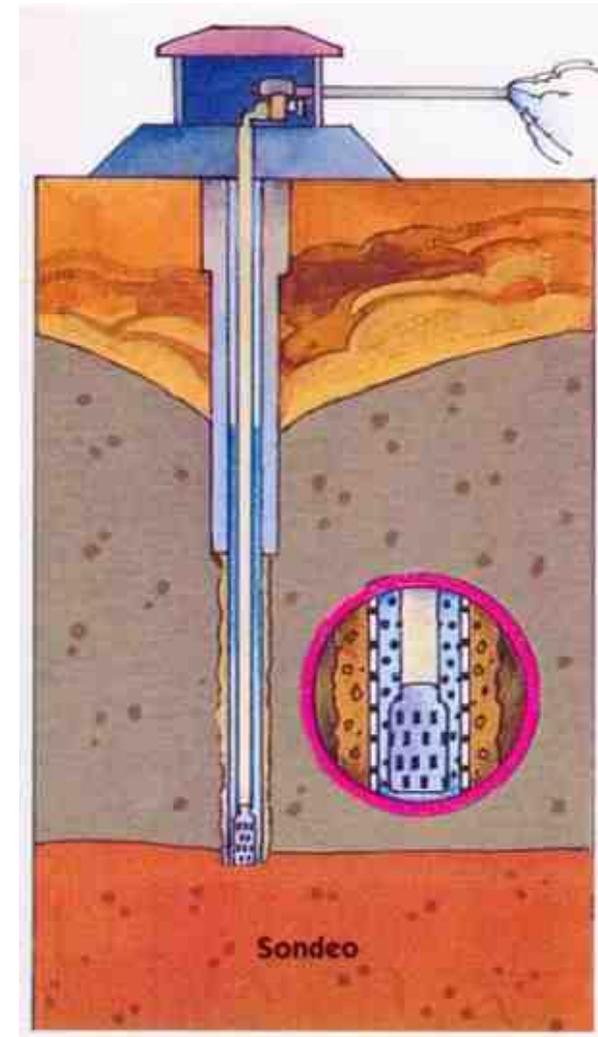
### 10. SONDEOS

Son perforaciones verticales realizadas por medios mecánicos con diámetros relativamente reducidos (40 - 80 cm).

Presentan la ventaja de que pueden alcanzar grandes profundidades y tienen un coste normalmente inferior a cualquier otro tipo de captaciones (por eso son las más extendidas).

Los sondeos se revisten de tuberías metálicas con numerosas ranuras u orificios a lo largo de ellas para permitir el paso del agua.

A veces el acuífero tiene arenas muy finas que son arrastradas por el agua en su movimiento. Para que ésta salga limpia se colocan unos filtros entre la pared del sondeo y la tubería ranurada. Estos filtros pueden estar constituidos por gravas de tamaños adecuados.





# EJEMPLO

## *COLOCACIÓN DE LAS REJILLAS*





Los sistemas más comunes utilizados en perforación son la percusión, la rotación y la rotopercusión.

- 1) Percusión → Consiste en la perforación mediante el movimiento alternativo de subida y bajada de una gran masa (trépano) que va fracturando o disgregando la roca.

El detritus es extraído por medio de cucharas de limpieza (proceso intermitente). Se suele añadir agua (partículas en suspensión)

- 2) Rotación → El arranque de las partículas se realiza mediante el giro de una herramienta de corte que es impulsada por un varillaje.

El detritus es extraído por medio de un fluido mediante circulación directa (fluido por interior de varillaje) o inversa (fluido por exterior).

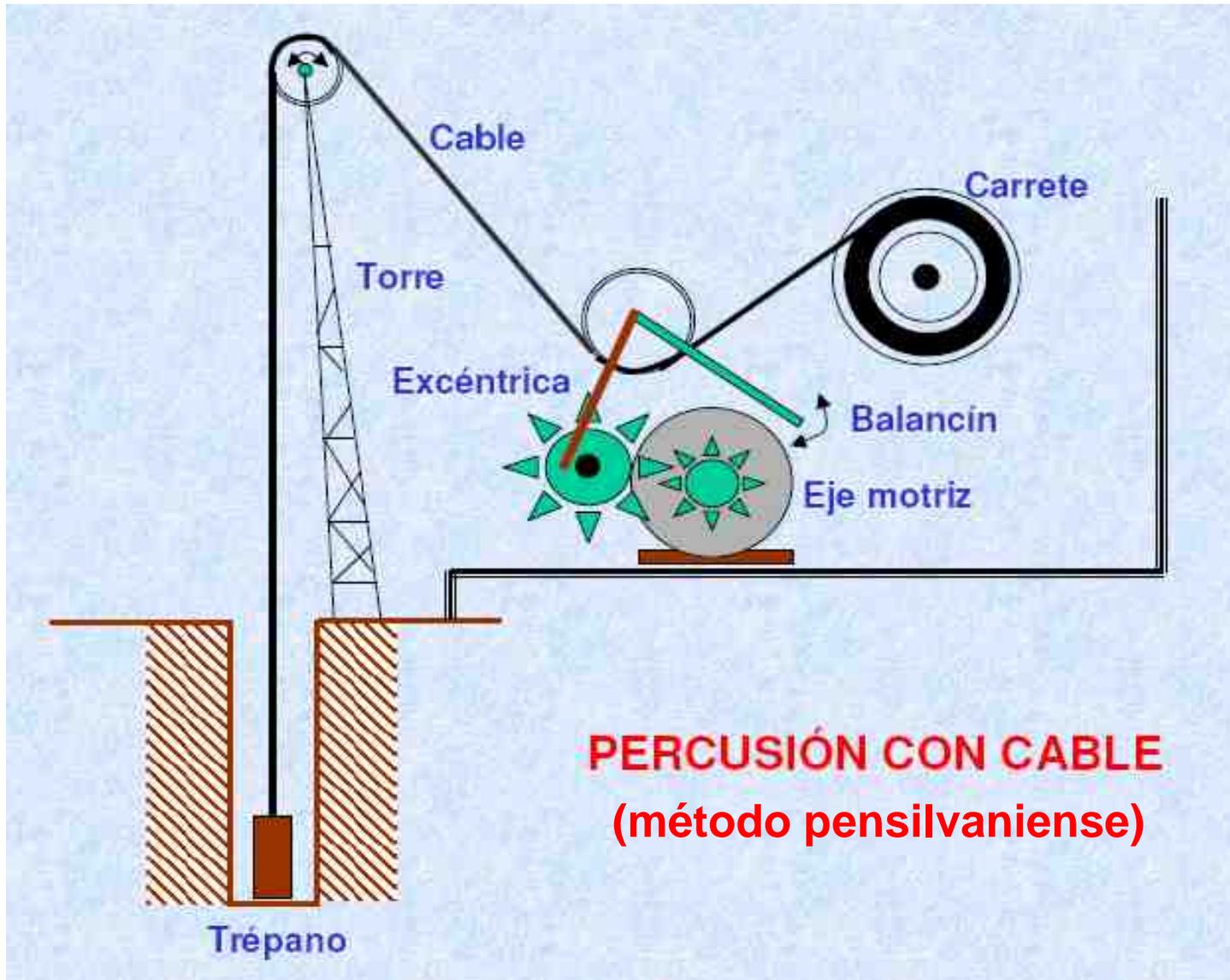
- 3) Rotopercusión → Esta técnica combina las dos anteriores y se suele emplear en rocas duras donde los sistemas de rotación no serían económicos. Emplea martillos de fondo o perforador.

También puede clasificarse análogamente a la rotación, en rotopercusión con circulación directa y rotopercusión con circulación inversa.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

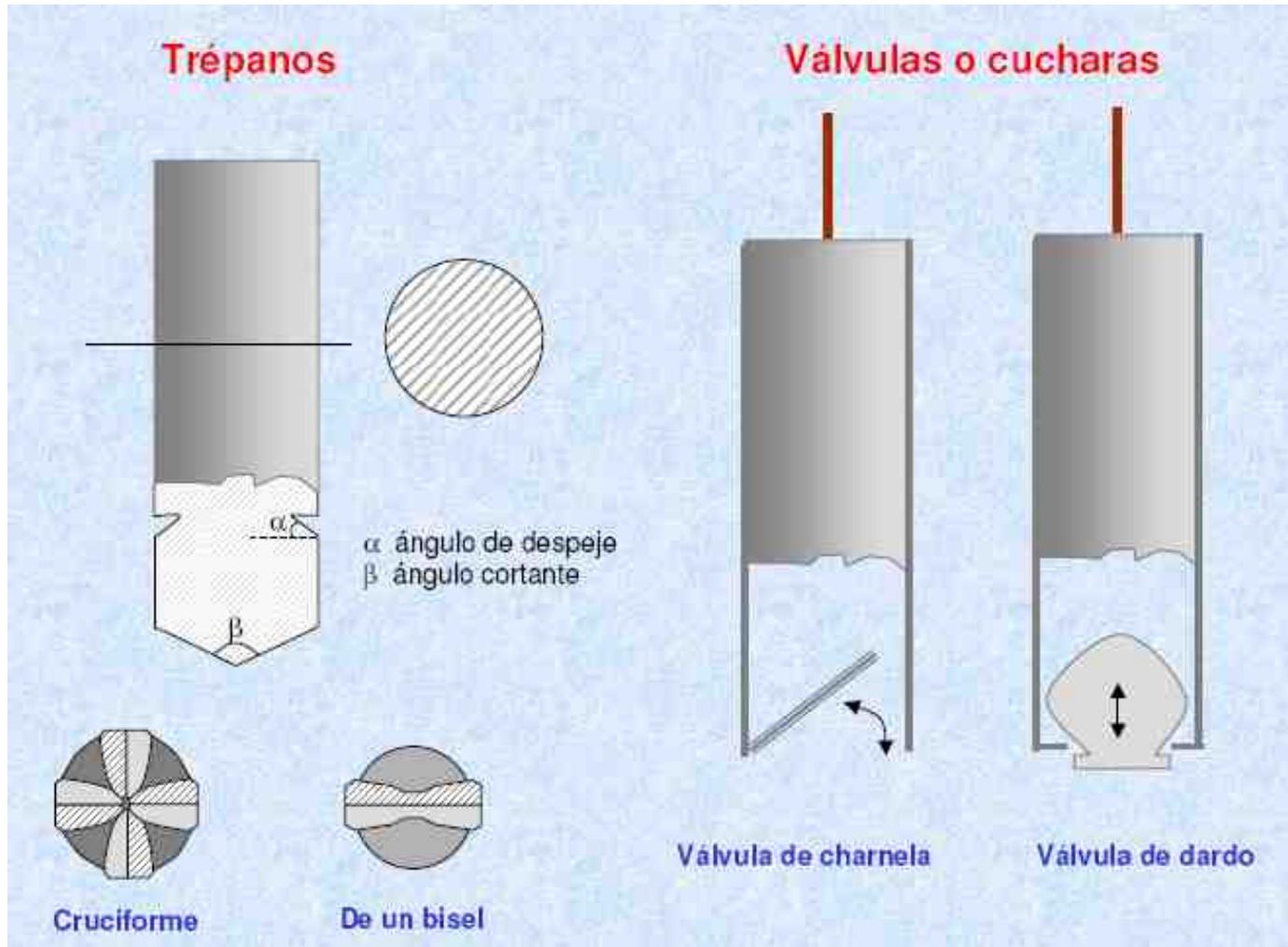
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



*SONDEO A PERCUSIÓN Trépanos y válvulas empleadas*



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *SONDEO A PERCUSIÓN*





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *SONDEO A PERCUSIÓN*

### *Trépano de perforación*





# EJEMPLO

## SONDEO A PERCUSIÓN

*Válvulas de charnela (izqda.) y de dardo*



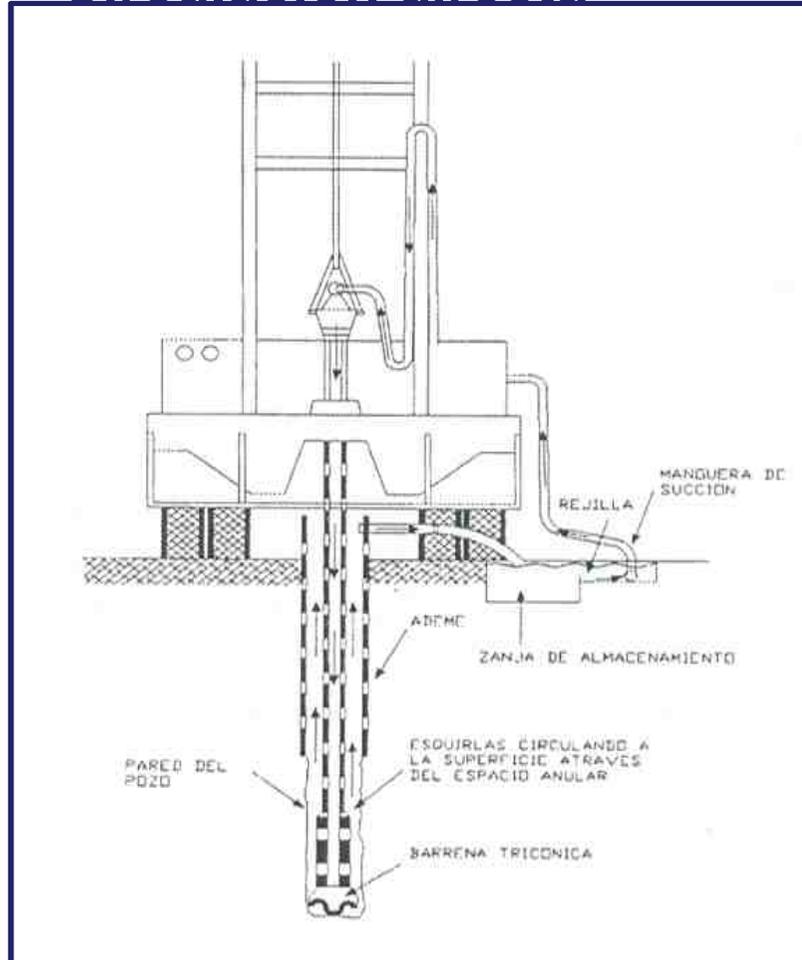


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

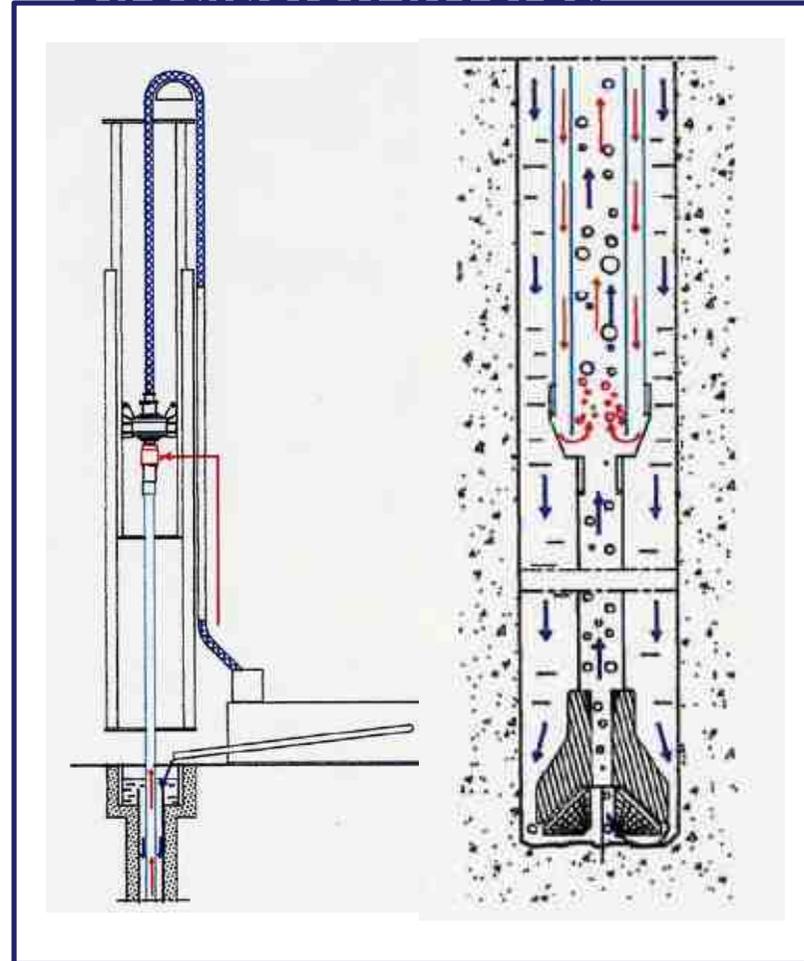
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### Circulación directa



### Circulación inversa



*SONDEO A ROTACIÓN Circulación directa e inversa*



# EJEMPLO

## SONDEO A ROTACIÓN

*Trialetas (izqda.) y triconos*

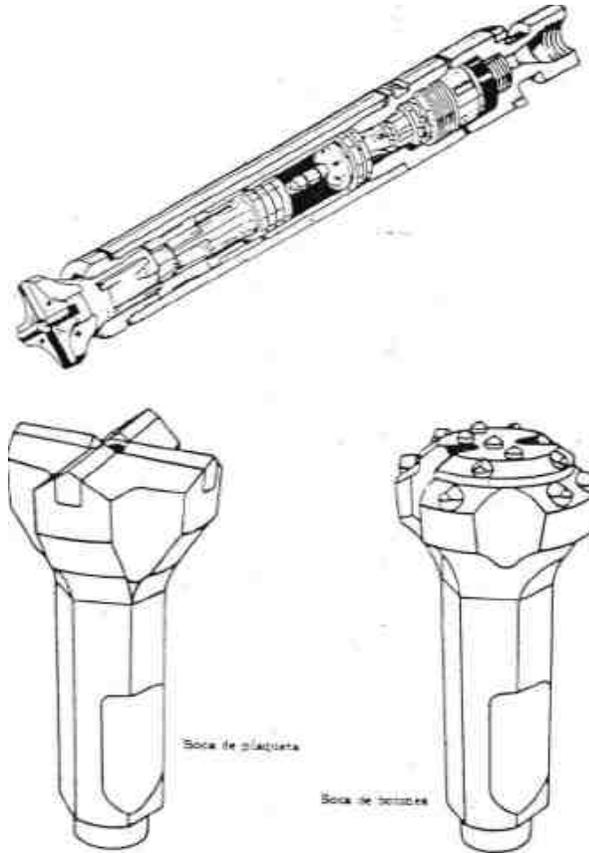




# EJEMPLO

## SONDEO A ROTOPERCUSIÓN

### *Martillo de fondo*





### 11. POZOS RADIALES

Estos pozos radiales, conocidos como pozos Ranney, se diferencian de los ordinarios en el mecanismo de captación, que consiste en unos tubos drenantes que, con ayuda de gatos hidráulicos, se introducen en el terreno en posición horizontal y siguiendo direcciones radiales.



*Leo Ranney*

Aun cuando los pozos de agua con drenes horizontales ya se utilizaban desde el siglo XVIII, le corresponde a Leo Ranney (Londres, 1933) el desarrollo del pozo radial que, con ligeras modificaciones, es el que se viene utilizando en la actualidad.

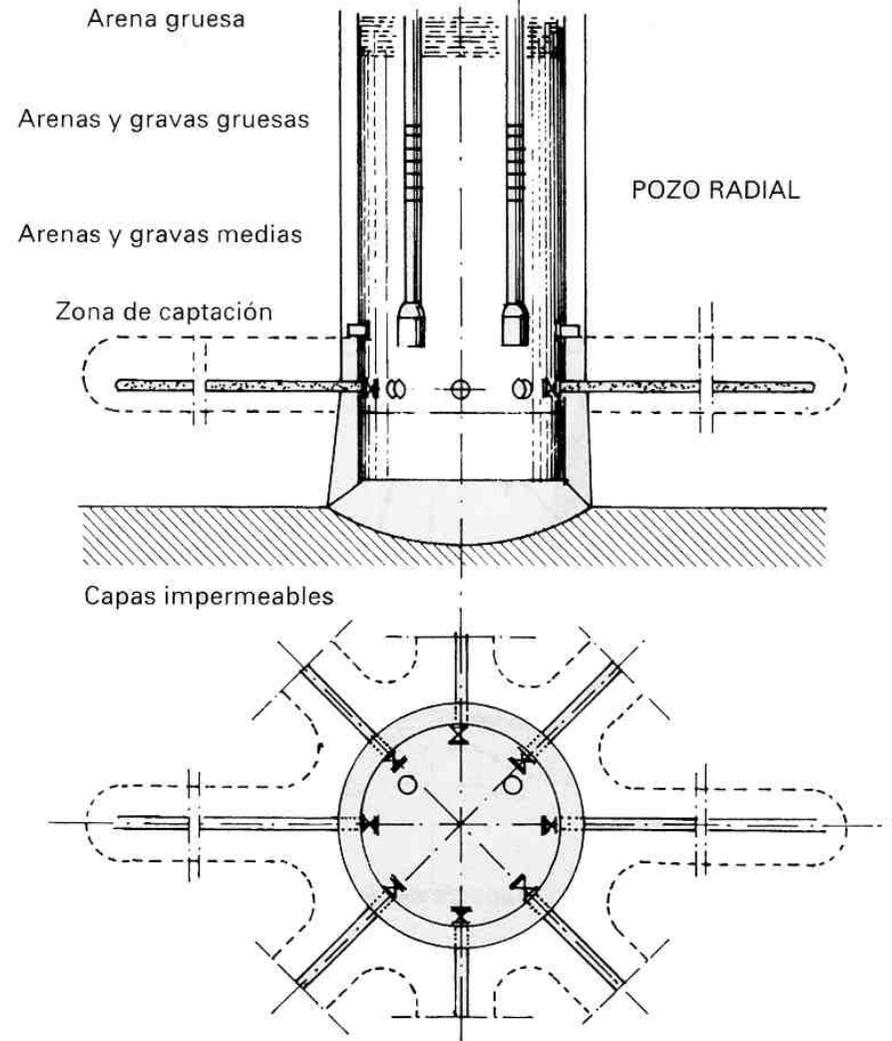
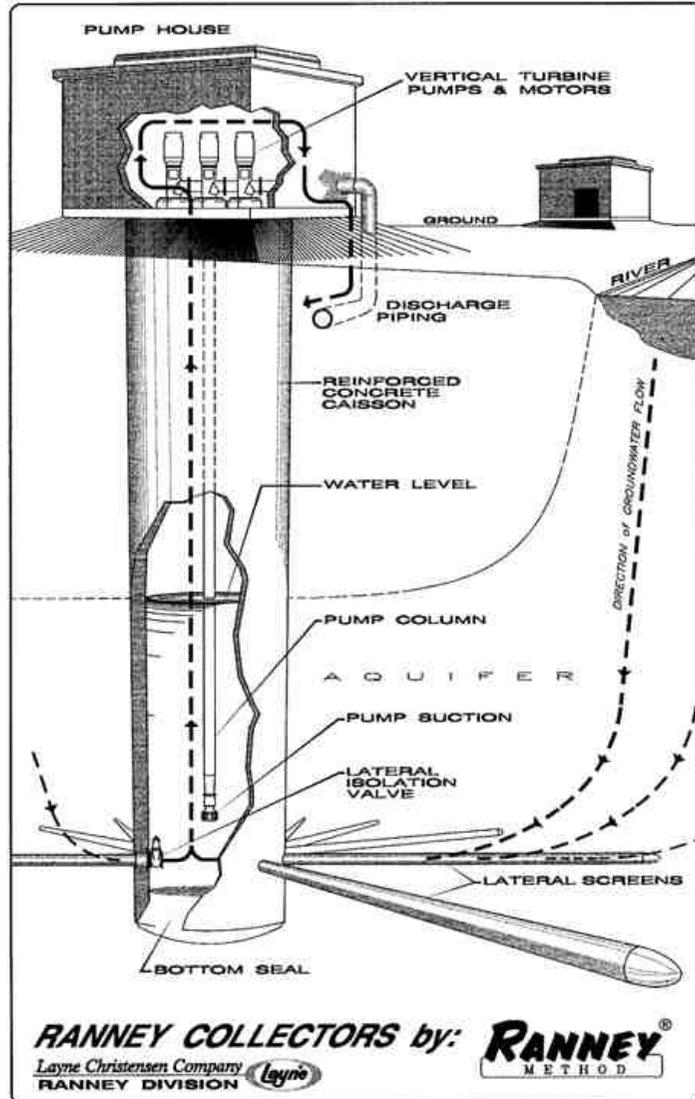
El diámetro mínimo es de 4 m, con paredes y solera de hormigón armado de espesor del orden de 0,50 m.

Los tubos son de palastro de acero de 8 mm, con un diámetro exterior de 200 - 300 mm y ranuras alargadas longitudinales (15 - 20% huecos), terminando en punta reforzada con ranuras de mayor tamaño, que permiten el paso de las arenas y las gravas pequeñas.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



Las ventajas de los pozos Ranney son las siguientes:

- 1) Permiten, para igual velocidad de infiltración, caudales muy superiores a los conseguidos por los pozos ordinarios.
- 2) Posibilidad de regular el caudal del pozo operando cada colector por separado, con la posibilidad de cierre total, lo cual ayuda también al mantenimiento del pozo.
- 3) La velocidad de entrada de agua a los drenes es baja (6 - 13 mm/s), por lo que la capacidad de arrastre es prácticamente nula, evitando el peligro de atoramiento de los tubos, aumentando la vida útil del dispositivo.
- 4) Las fluctuaciones de nivel freático no le afectan tanto como en el caso de pozos convencionales.
- 5) Como los drenes permanecen permanentemente sumergidos, los fenómenos de corrosión e incrustaciones, que actúan preferentemente sobre las zonas alternativamente secas y húmedas, se reducen en comparación con los pozos ordinarios.



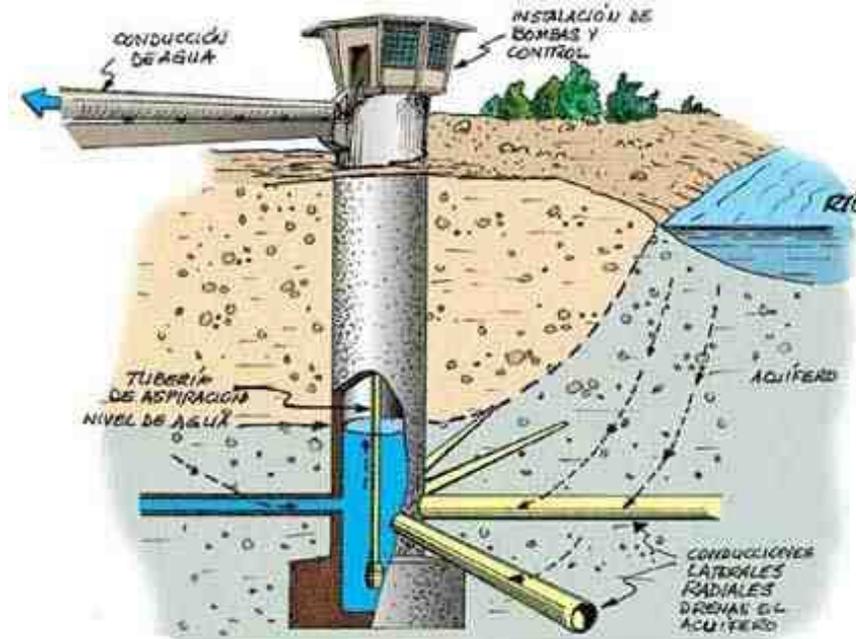
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

Las limitaciones de este tipo de pozos son las siguientes:

- 1) Elevada inversión inicial, lo que hace necesario un estudio previo que asegure grandes volúmenes de agua que den rentabilidad de la inversión.
- 2) Este tipo de pozo requiere de un acuífero de no demasiada profundidad (aunque hay realizaciones de hasta 70 m) con recarga abundante a partir de un cuerpo de agua superficial (río o embalse)
- 3) El hincado de los drenes limita los acuíferos aprovechables a los granulares poco compactos de granulometría variable
- 4) La construcción de estos pozos requiere de un alto grado de especialización





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

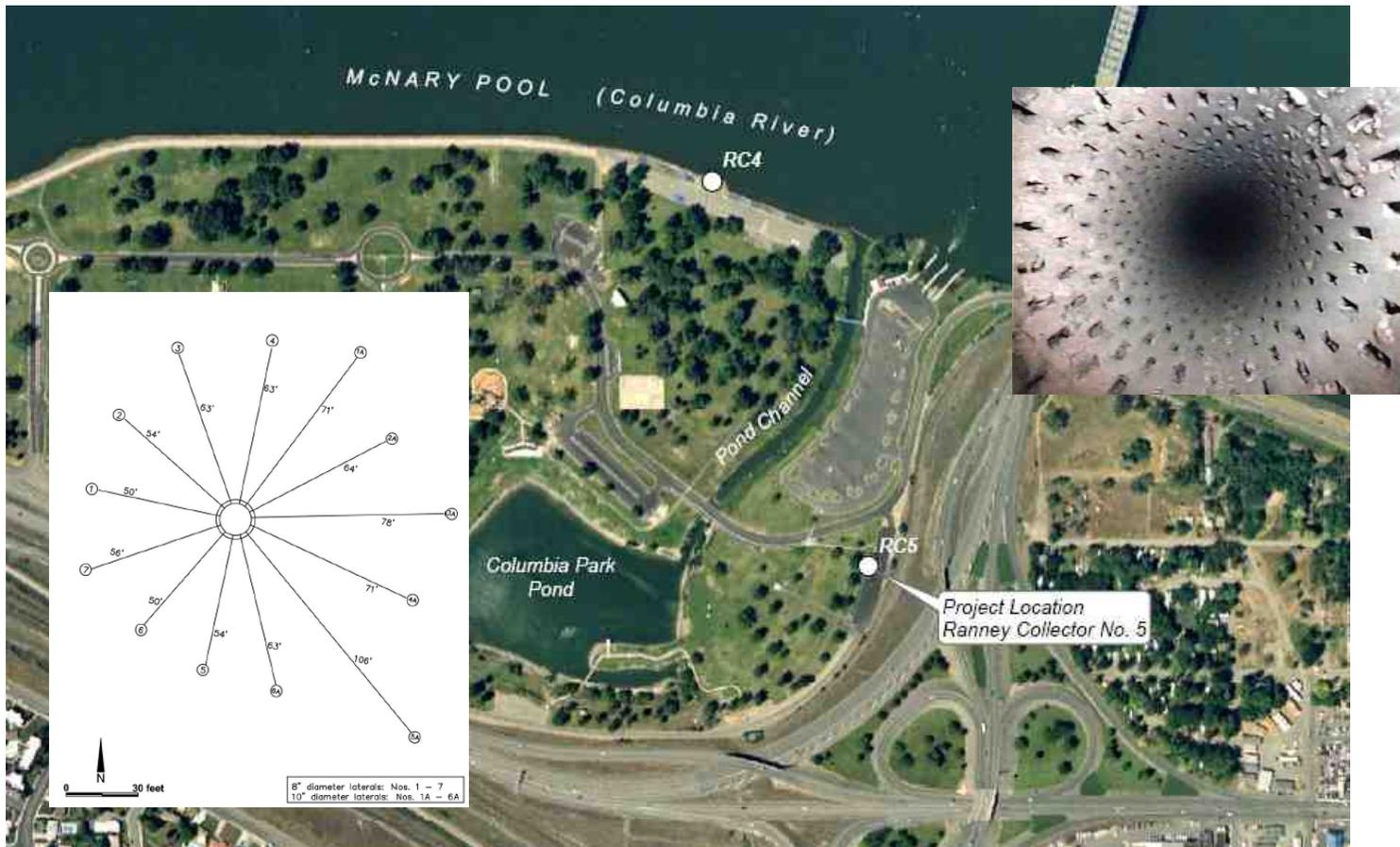
## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## POZO RANNEY

*Kennewick (Washington, EE. UU.)*





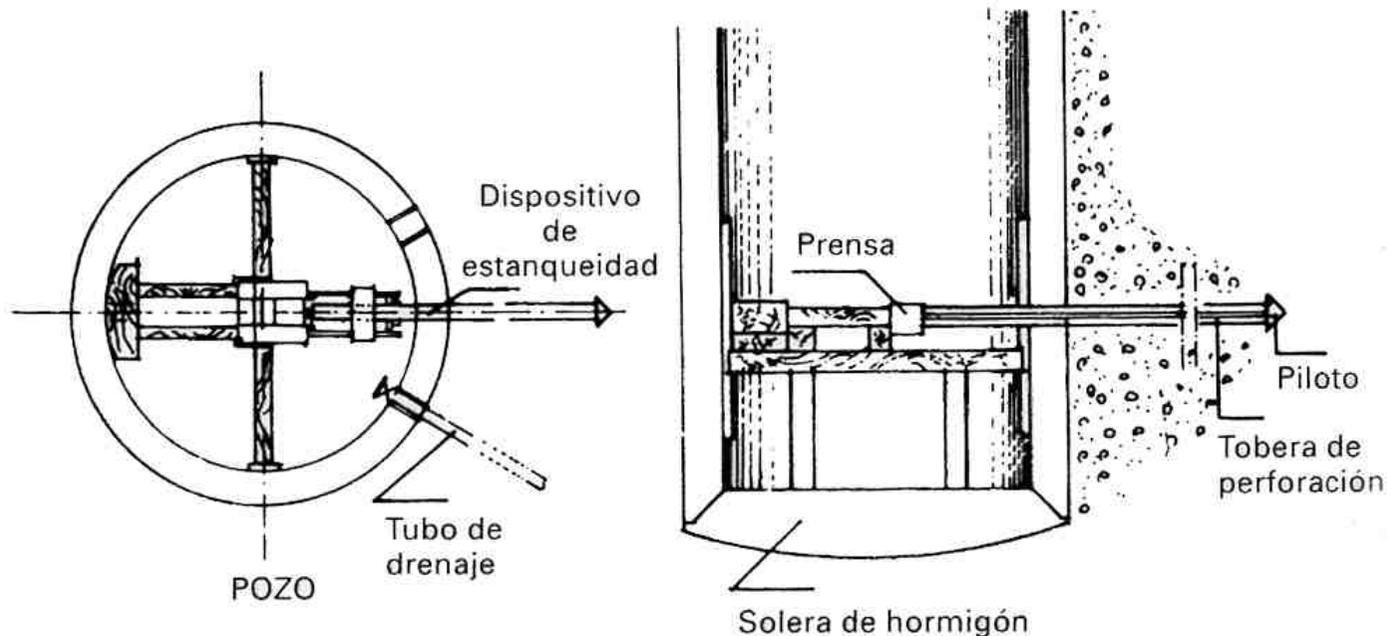
# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

En el año 1946, el ingeniero suizo Hans Fehlmann modificó el sistema Ranney introduciendo tubos de paredes estancas en lugar de introducir directamente los tubos filtrantes en la capa acuífera.

Estos tubos presentan en su extremo una cabeza especial, denominada piloto, que desagrega el terreno facilitando el avance. En el interior de estos tubos se colocan los tubos filtrantes, de manera que los tubos estancos se retiran (pueden ser utilizados de nuevo), quedando abandonado en el terreno el piloto.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



Las ventajas del sistema Fehlmann sobre el Ranney son las siguientes:

- 1) Menor espesor del tubo filtrante (3 mm por 8 mm) y mayor proporción de huecos (33% contra 20%) ya que los tubos no tienen que resistir la presión de penetración.
- 2) Posibilidad de emplear en los tubos filtrantes tuberías de tipo diverso (galvanizadas, de plástico...) y protegerlas con recubrimientos en caso de aguas agresivas.
- 3) Posibilidad de conocer, por el piloto, la composición del suelo atravesado, pudiendo disponer tubos ciegos en los tramos sin agua y adaptar las aberturas de los tubos filtrantes a la granulometría del suelo.
- 4) Posibilidad de reutilizar los tubos perforadores
- 5) Posibilidad de avance y retroceso del piloto, permitiendo evitar obstáculos (como, por ejemplo, piedras gruesas).
- 6) Gran avance de los tubos perforadores, con avances diarios de entre 15 y 20 m.



### 12. GALERÍAS FILTRANTES

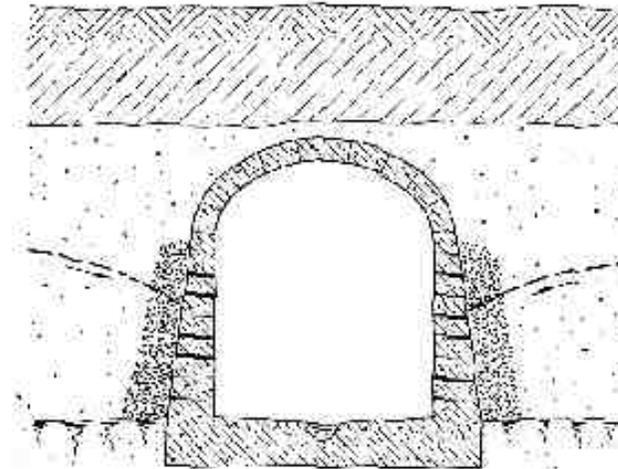
La galería filtrante o galería de captación es una galería subterránea construida para alcanzar un acuífero cuya estructura permeable esta diseñada con la finalidad de captar las aguas subterráneas.

A diferencia de los pozos, que se construyen con la misma finalidad, la galería filtrante es aproximadamente horizontal.

La galería puede terminar en una cámara de captación donde generalmente se instalan las bombas hidráulicas para extraer el agua acumulada.

En otros casos, la galería puede tener una finalidad mixta de captación y conducción, prolongándose directamente o mediante obras auxiliares (acueductos, canalizaciones) hasta el lugar donde se va a aprovechar el agua (por ejemplo, una fuente).

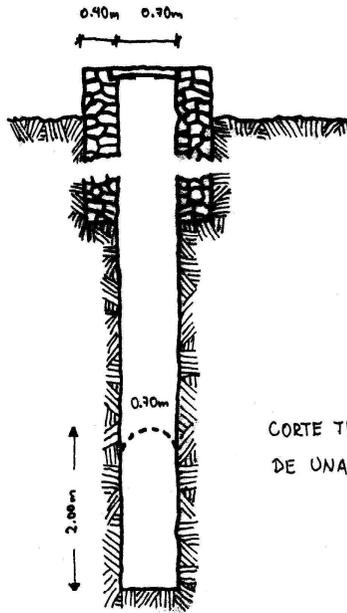
Tienen su origen en los qanats que se han descrito en el apartado anterior del tema.



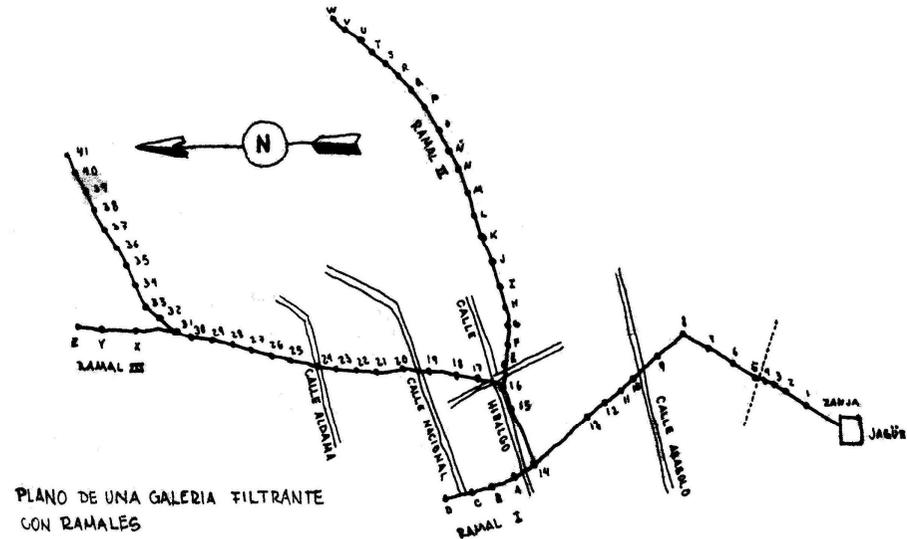
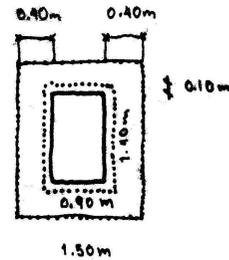


# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

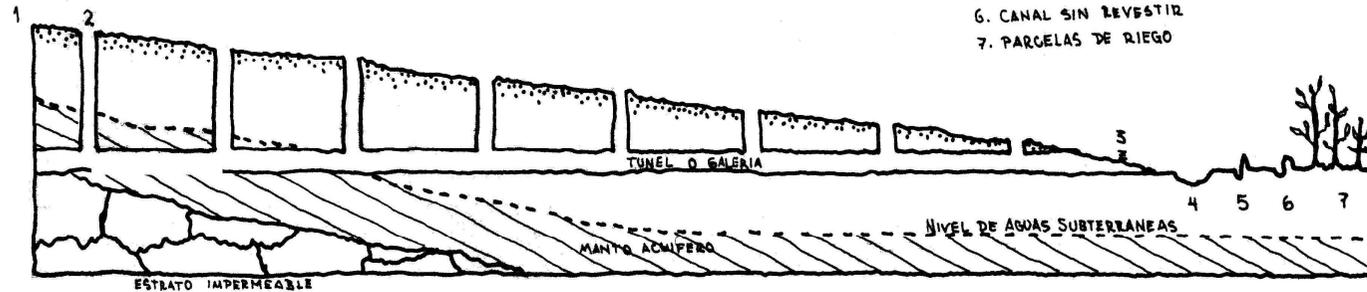


CORTE TRANSVERSAL DE UNA LUMBRERA



PLANO DE UNA GALERIA FILTRANTE CON RAMALES

1. DEPOSITOS DE ALUVION
2. POZOS O LUMBRERAS
3. ZANJA ABIERTA
4. DEPOSITO
5. CANAL REVESTIDO
6. CANAL SIN REVESTIR
7. PARCELAS DE RIEGO



CORTE TRANSVERSAL DE UNA GALERIA FILTRANTE



Las galerías pueden clasificarse, a su vez, en galerías propiamente dichas, zanjias o trincheras y drenes.

- a) Galerías propiamente dichas → Son excavaciones horizontales que se inician con un emboquillado o boca de entrada, desde donde se procede a excavar la galería, estando situada ésta por debajo del nivel de agua en la zona de saturación. La sección transversal tiene dimensiones suficientes como para permitir el desplazamiento de los equipos y de las personas encargadas de su construcción.

Las pendientes suelen estar comprendidas entre uno y diez por mil. Para facilitar los trabajos, deben excavar pozos de ventilación cada 40 o 100 m a fin de ventilar la galería y para retirar los materiales provenientes de la excavación.

- b) Zanjias o trincheras → Son excavaciones a cielo abierto, utilizadas fundamentalmente cuando el agua subterránea está próxima a la superficie (< 6 m).

Este tipo de obra está expuesta a problemas de crecimiento de algas, erosión, obstrucción por vegetación o contaminación superficial.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

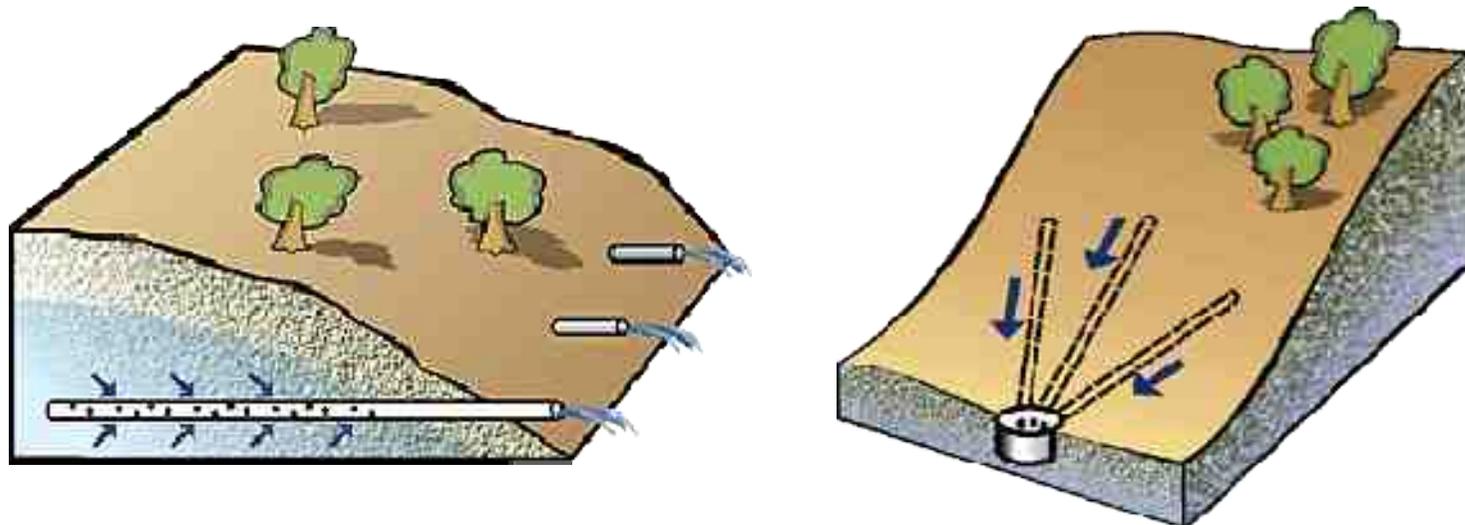


## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

c) Drenes → Son perforaciones horizontales (drenes californianos) o zanjas, en cuyo interior se instalan tuberías perforadas o ranuradas. En ambos casos se recubren con material seleccionado para garantizar un adecuado rendimiento y evitar la pérdida de finos.

Normalmente, los diámetros de los drenes son mayores de 200 mm, con pendientes que fluctúan entre uno y cinco por mil.

Cuando se disponen varios drenes, estos pueden confluir en un colector desde el que se efectúa el bombeo.





# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



# EJEMPLO

## *GALERÍAS FILTRANTES*

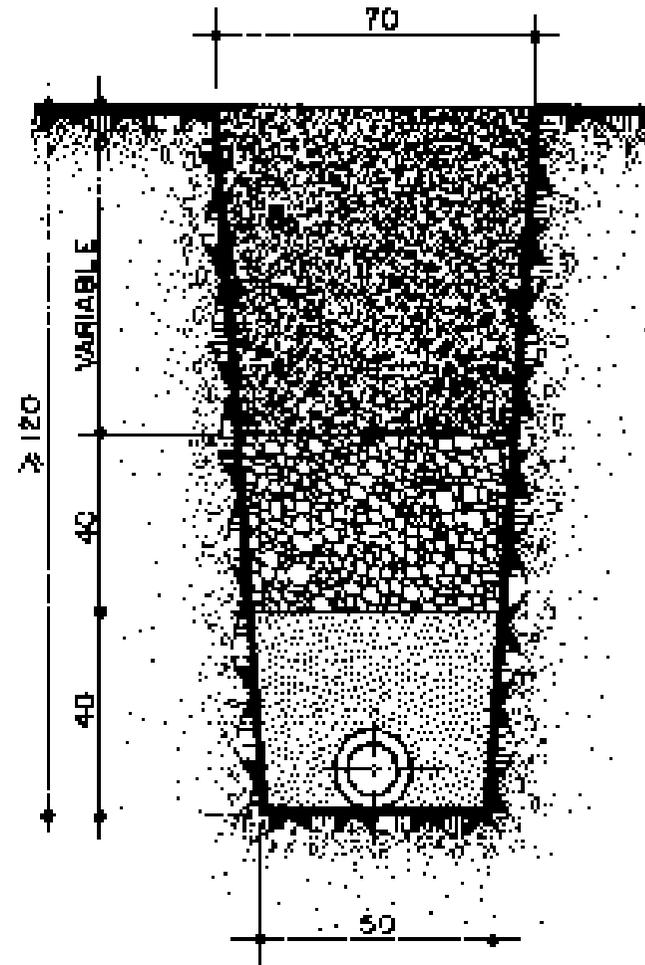
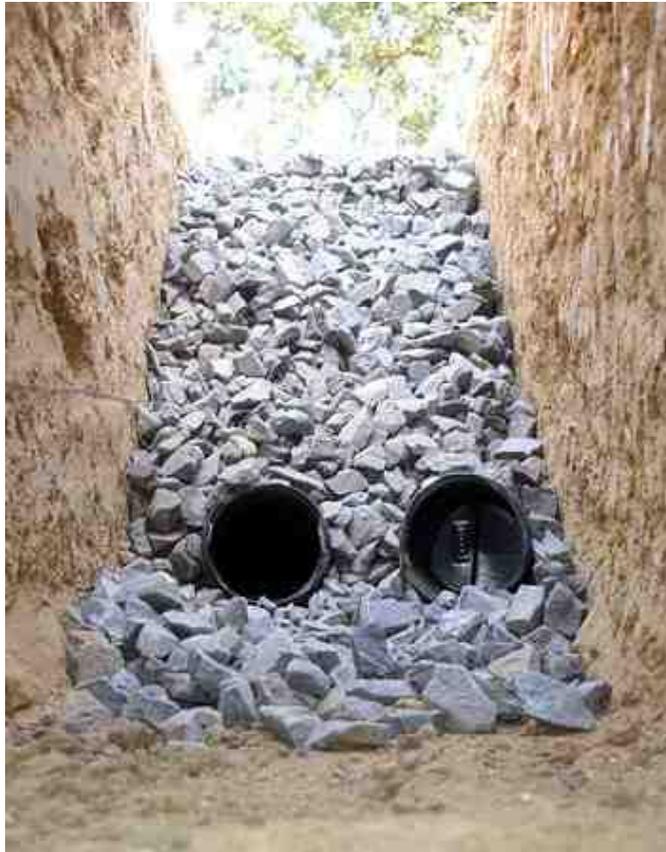
*San Luis Potosí (México)*





# EJEMPLO

## DRENES EN ZANJA





# EJEMPLO

## *DRENES CALIFORNIANOS*





### 14. BIBLIOGRAFÍA

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3

WAHL, T. *Design guidance for Coanda - effect screeners*. Denver (USA): United States Bureau of Reclamation, 2003.

KRESIC, N. *Groundwater resources: sustainability, management and restoration*. McGraw Hill Professional, 2008. 852 p. ISBN: 978-0-07-149273-7

MUÑOZ CARPENA, R. et al. *Hidrología agroforestal*. Ed. Mundi-Prensa Libros, 2005. 348 p. ISBN: 84-8476-245-9

PIMIENTA, J. *La captación de aguas subterráneas*. Barcelona: Editorial Reverte, 1980. 202 p. ISBN: 84-7146-186-2

RAY, C. et al. *Riverbank filtration: improving source water quality*. Ed. Springer, 2003. 394 p. ISBN: 1-4020-1133-4



### REFERENCIA DE IMÁGENES

#### **DIAPOSITIVA PORTADA**

“Lake Mead and the Nevada-side intake tower” [Imagen tomada de] *Picasa* [en línea]. 15 de septiembre de 2007. Disponible en: <<http://picasaweb.google.com/lh/photo/JK-qtu33z5gSA4939rRjSA>>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

#### **DIAPOSITIVA página 4**

“Vista del embalse del Taibilla” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

#### **DIAPOSITIVA página 6**

“Schéma de fonctionnement d'un chultun et vue en coupe ” [Imagen tomada de] “Chultun”. *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 26 de abril de 2011. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/ChultunYucatanSchema.jpg>>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

“Chultún interior in Nakbé” [Imagen tomada de] “Maya Architecture”. *Authentic Maya* [en línea]. Disponible en: < <http://www.authenticmaya.com/images/Nakbe%20chultun%20interior.jpg> >. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

#### **DIAPOSITIVA página 7**

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 4: el agua de lluvia”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <[http://servicios.laverdad.es/murcia\\_agua/iconcap4.jpg](http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/iconcap4.jpg)>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]



### DIPOSITIVA página 8

“Room 1, atrium and impluvium” [Imagen tomada de] “Casa delle Nozze d’Argento”. *Pompeii in pictures* [en línea]. Diciembre de 2007. Disponible en:

<[http://www.pompeiiinpictures.com/pompeiiinpictures/R5/5%2002%20i%20p1\\_files/image006.jpg](http://www.pompeiiinpictures.com/pompeiiinpictures/R5/5%2002%20i%20p1_files/image006.jpg) >.

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 11

[Imagen tomada de] TESÓN BRAVO, F. “Cáceres sin HDR” [Blog] *Canonistas* [en línea]. 21 de marzo de 2009. Disponible en:

<[http://www.canonistas.com/galerias/data/1806/20090312\\_10283020090312\\_35\\_copia\\_1280x768\\_.jpg](http://www.canonistas.com/galerias/data/1806/20090312_10283020090312_35_copia_1280x768_.jpg) >.

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

“Estación automática de control de una surgencia natural de las aguas subterráneas: manantial del Tempul (Jerez de la Frontera, Cádiz)” [Imagen tomada de] *Libro de las aguas subterráneas* [en línea]. Disponible en:

<[http://www.igme.es/Internet/divulgacion\\_didactica/libro\\_aguas\\_sub/PAGINAS%20HTML%20FINAL%20E SPA%C3%91OL/pagina88/pagina88\\_archivos/imagen1.jpg](http://www.igme.es/Internet/divulgacion_didactica/libro_aguas_sub/PAGINAS%20HTML%20FINAL%20E SPA%C3%91OL/pagina88/pagina88_archivos/imagen1.jpg) >. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

[Imagen tomada de] “Ruta Revenga - Pinar de la Acebeda” [Blog] *Rutas realizadas* [en línea]. 14 de marzo de 2011. Disponible en:

<[https://lh3.googleusercontent.com/-5PSV\\_tqGbQc/TYJy40-B0MI/AAAAAAAAAC2U/E0kuASmnQgk/s1600/DSC09682.jpg](https://lh3.googleusercontent.com/-5PSV_tqGbQc/TYJy40-B0MI/AAAAAAAAAC2U/E0kuASmnQgk/s1600/DSC09682.jpg)>.

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

“Obras de construcción del Pontón de la Oliva (hacia 1855)” [Imagen tomada de] “Chimeneas de hadas por el Pontón de la Oliva” [Blog] *Trayectorias geodésicas* [en línea]. 28 de abril de 2010. Disponible en:

<[http://4.bp.blogspot.com/\\_spYEU6I02I0/TBfxr7WPNKI/AAAAAAAAAQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%](http://4.bp.blogspot.com/_spYEU6I02I0/TBfxr7WPNKI/AAAAAAAAAQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%C3%B3n+de+la+oliva+construccion.jpg)

<[http://4.bp.blogspot.com/\\_spYEU6I02I0/TBfxr7WPNKI/AAAAAAAAAQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%](http://4.bp.blogspot.com/_spYEU6I02I0/TBfxr7WPNKI/AAAAAAAAAQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%C3%B3n+de+la+oliva+construccion.jpg)  
<[C3%B3n+de+la+oliva+construccion.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_spYEU6I02I0/TBfxr7WPNKI/AAAAAAAAAQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%C3%B3n+de+la+oliva+construccion.jpg)>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### **DIPOSITIVA página 12**

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 8: ingenios hidráulicos”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <[http://servicios.laverdad.es/murcia\\_agua/infog12.jpg](http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/infog12.jpg)>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 13**

“Noria grande de Abaran 2” [Imagen tomada de] “Abarán”. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. 8 de mayo de 2011. Disponible en: <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Noria\\_grande\\_de\\_Abaran\\_2.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Noria_grande_de_Abaran_2.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 15**

“Aljibe veneciano” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea]. Disponible en: <[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo\\_5/Imagenes/aljibe\\_veneciano.jpg](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/aljibe_veneciano.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

“Aljibe de filtro superior” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea]. Disponible en: <[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo\\_5/Imagenes/Aljibe\\_filtro\\_superior.jpg](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/Aljibe_filtro_superior.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



“Aljibe americano” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea].

Disponible en:

<[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo\\_5/Imagenes/aljibe\\_americano.jpg](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/aljibe_americano.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

“Aljibe doble con filtro intermedio tipo denominado alemán”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 276

### **DIPOSITIVA página 16**

“Superficie de recogida para aljibes”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 277

### **DIPOSITIVA página 17**

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 4: el agua de lluvia”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <[http://servicios.laverdad.es/murcia\\_agua/icon4cap4.jpg](http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/icon4cap4.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 18**

REVERTE, I. *La provincia de Murcia*. Murcia: Nogués, 1974.

“Aljibe en El Gorguel” © Francisco Javier Pérez de la Cruz



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### **DIAPPOSITIVA página 19**

“Diferentes partes del aljibe del Gorguel” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

### **DIAPPOSITIVA página 20**

“Descripción de los elementos para una instalación de recogida de agua de lluvia” [Imagen tomada de] “Recolección de aguas pluviales” [Blog] *jazmin-architect* [en línea]. 5 de diciembre de 2010. Disponible en: <[http://i126.photobucket.com/albums/p115/fergofer00/is-arquitectura/recogida-agua-lluvia\\_p.jpg](http://i126.photobucket.com/albums/p115/fergofer00/is-arquitectura/recogida-agua-lluvia_p.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIAPPOSITIVA página 22**

[Imagen tomada de] ALTER, L. “Rainpod kicks butt”. *Treehugger. A discovery company* [en línea]. 4 de agosto de 2008. Disponible en: <[http://www.treehugger.com/2008-04-08\\_130555-Treehugger-rainpod-open-closed.jpg](http://www.treehugger.com/2008-04-08_130555-Treehugger-rainpod-open-closed.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIAPPOSITIVA página 23**

[Imagen tomada de] “Aljibes dentro de casa” [Blog] *Ison21. Ingeniería y sostenibilidad para el siglo XXI* [en línea]. 12 de febrero de 2008. Disponible en: <[http://www.ison21.es/wp-content/uploads/2008/02/aljibe\\_interior.jpg](http://www.ison21.es/wp-content/uploads/2008/02/aljibe_interior.jpg)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIAPPOSITIVA página 25**

“Toma directa sencilla de río normal”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 280



### **DIAPPOSITIVA página 26**

“Canal Intake Section” [Imagen tomada de] “Intake Site Selection and Design Alternatives” [en línea]. Disponible en: <<http://www.ci.lebanon.or.us/Modules/ShowDocument.aspx?documentid=3141>>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### **DIAPPOSITIVA página 27**

“Canal Intake Plant” [Imagen tomada de] “Intake Site Selection and Design Alternatives” [en línea]. Disponible en: <<http://www.ci.lebanon.or.us/Modules/ShowDocument.aspx?documentid=3141>>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### **DIAPPOSITIVA página 28**

“Unprotected river intake” [Imagen tomada de] “Rivers”. *Sustainable Sanitation and Water Management* [en línea]. Disponible en: <<http://www.sswm.info/sites/default/files/toolbox/SMET%20and%20WIJK%202002%20River%20Intake.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### **DIAPPOSITIVA página 29**

“Toma de agua con filtros de malla”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 283

### **DIAPPOSITIVA página 30**

“Filtros de malla”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 284



### DIPOSITIVA página 31

“Perforated pipe intake” [Imagen tomada de] “The importance of Feed Water Quality & Seawater Wells”. *HOH Reverse Osmosis Seawater Desalination* [en línea]. Disponible en: <[http://www.hohusa.net/GAX\\_folder/5PerforatedPipeIntake.gif](http://www.hohusa.net/GAX_folder/5PerforatedPipeIntake.gif)>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### DIPOSITIVA página 32

[Imágenes tomadas de] “Etowah river intake”. *Infratec* [en línea]. Disponible en: <[http://www.infratec-us.com/profiles\\_etowahriver.asp](http://www.infratec-us.com/profiles_etowahriver.asp)>. [Consulta: 14 de abril de 2015]

### DIPOSITIVA página 33

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: [http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\\_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 34

[Imagen tomada de] “Esragan Hydro”. *Inter Hydro Technology* [en línea]. Disponible en: <<http://www.interhydrotechnology.com/uploads/media/dsc00084scaled.JPG> >. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

“Features and typical arrangement of a Coanda-Effect Screen” [Imagen tomada de] “Coanda Screen”. *Cornelius* [en línea]. Disponible en: <<http://www.cornelius.cl/images/figCoanda1.gif> >. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

### **DIPOSITIVA página 35**

“Coanda Diversion Structure, Brandywine Creek” [Imagen tomada de] “Project Information” *Kwoiek Creek. Hydro* [en línea]. Disponible en:  
<[http://www.kwoiekcreekhydro.com/uploads/images/pages\\_images/coanda.JPG](http://www.kwoiekcreekhydro.com/uploads/images/pages_images/coanda.JPG)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 36**

[Imagen tomada de] “Coanda Screen”. *Cornelius* [en línea]. Disponible en:  
<<http://www.cornelius.cl/images/Mockup09.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 37**

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSA* [en línea]. Disponible en:  
[http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\\_sanitaria/ENOHSA%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSA%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 38**

“Toma lateral del río Algar” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

### **DIPOSITIVA página 40**

“Perfil de la toma”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 291



### DIPOSITIVA página 41

“Crib Intake for Lake, Sea or Deep River” [Imagen tomada de] “The importance of Feed Water Quality & Seawater Wells”. *HOH Reverse Osmosis Seawater Desalination* [en línea]. Disponible en: <[http://www.hohusa.net/GAX\\_folder/4Cribintakeforlake-seaordeepriver.gif](http://www.hohusa.net/GAX_folder/4Cribintakeforlake-seaordeepriver.gif)>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### DIPOSITIVA página 42

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: [http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\\_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captacione s. pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captacione%20s.pdf)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 43

[Imagen tomada de] *Chaco día por día* [en línea]. Disponible en: <<http://www.chacodiapordia.com/fotos/25797.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 44

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: <[http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\\_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captacion es. pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captacione%20s.pdf)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 45

“Embalse de Francisco Abellán” [Imagen tomada de] *Panoramio* [en línea]. Disponible en: <<http://mw2.google.com/mw-panoramio/photos/medium/5460553.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



### **DIAPPOSITIVA página 46**

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: <[http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\\_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf)>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIAPPOSITIVA página 47**

[Imagen tomada de] “Lakes”. *Sustainable Sanitation and Water Management* [en línea]. Disponible en: <<http://www.sswm.info/sites/default/files/toolbox/SMET%20and%20WIJK%202002%20River%20Intake.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2015]

### **DIAPPOSITIVA página 48**

“Toma flotante” [Imagen tomada de] “El manejo de las cuencas hídricas es fundamental para reactivar el sector productivo del Chaco” [Web del gobierno del] *Chaco* [en línea]. Disponible en: <<http://www.chaco.gov.ar/apa/OBRAS/images/toma%20de%20agua%20canal%20colonizador9.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

### **DIAPPOSITIVA página 49**

[Imagen tomada de] “El agua superficial”. *Aguas de Santiago* [en línea]. Disponible en: <<http://pruebasldomino.sectorlink.org/aguasdesantiago.com.ar/app/webroot/files/fck/image/Toma%20Flotante%20LQ.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



### DIPOSITIVA página 51

[Imagen tomada de] “Curva de duración de caudales” [Blog] *Hidrología* [en línea]. 27 de diciembre de 2009. Disponible en: <<http://walterbardalesrecursoshidricos.blogspot.com.es/2009/12/curva-de-duracion-de-caudales.html>>. [Consulta: 19 de febrero de 2013]

### DIPOSITIVA página 52

“Curvas de duración de caudales” [Imagen tomada de] *Curvas de duración* [en línea]. Disponible en: <[http://www.geocities.com/gsilvam/images/duracion\\_01\\_01.gif](http://www.geocities.com/gsilvam/images/duracion_01_01.gif)>. [Consulta: 19 de febrero de 2013]

### DIPOSITIVA página 53

“Método de Ripple” [Imagen tomada de] “Captación de agua para abastecimiento” [en línea]. Disponible en: <[http://www.ugr.es/~iagua/LICOM\\_archivos/Tema\\_AC1.pdf](http://www.ugr.es/~iagua/LICOM_archivos/Tema_AC1.pdf)>. [Consulta: 19 de febrero de 2013]

### DIPOSITIVA página 54

“The ancient well of Demeter” [Imagen tomada de] GOUGH, A. “The Eleusis Mystery” [Blog] *Arcadia* [en línea]. 24 de mayo de 2006. Disponible en: <[http://www.andrewgough.co.uk/eu\\_well.jpg](http://www.andrewgough.co.uk/eu_well.jpg)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 56

“Qanat cross section” [Imagen tomada de] “Water well”. *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 5 de mayo de 2011. Disponible en: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Qanat\\_cross\\_section.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Qanat_cross_section.svg)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

### **DIAPOSITIVA página 57**

“Aerial view of qanat near Anshan” [Imagen tomada de] *The Qanat: Ancient Antidote to Arid Iran’s Thirst* [en línea]. 1 de enero de 2010. Disponible en: <<http://www.semp.us/images/Biot676PhotoK.jpg>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

“View down a shaft to the qanat below, in Iran” [Imagen tomada de] *The Qanat: Ancient Antidote to Arid Iran’s Thirst* [en línea]. 1 de enero de 2010. Disponible en: <<http://www.semp.us/images/Biot676PhotoH.jpg>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIAPOSITIVA página 58**

“Manantial artesiano” [Imagen tomada de] “Glosario de acuicultura”. *FAO* [en línea]. Disponible en: <[http://www.fao.org/docs/up/glossary/18113/2366/009-009-001\\_ES.jpg](http://www.fao.org/docs/up/glossary/18113/2366/009-009-001_ES.jpg)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

“Modena-Stemma it” [Imagen tomada de] “Modena”. *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 3 de abril de 2009. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Modena-Stemma.png>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIAPOSITIVA página 59**

“Recarga de manantial” [Imagen tomada de] “Agua potable”. *Centro Peruano de Estudios Sociales* [en línea]. Disponible en: <[http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4.pdf)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIAPOSITIVA página 60**

“Tipos de manantiales” [Imagen tomada de] “Agua potable”. *Centro Peruano de Estudios Sociales* [en línea]. Disponible en: <[http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4.pdf)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### **DIPOSITIVA página 61**

“Manantial en la subida al Puerto de Otsondo” [Imagen tomada de] CALVO, M. “15ª jornada” [Blog] *Vía del Piamonte Francés y Camino del Baztán* [en línea]. 29 de junio de 2009. Disponible en: <<http://www.mariocalvo.eu/CAMINO%20DE%20LOURDES/15jornada/03manantial.jpg>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 62**

[Imagen tomada de] “Principales sistemas rurales de abastecimiento de agua”. *Guía de Orientación en Saneamiento Básico. Organización Panamericana de la Salud* [en línea]. Disponible en: <[http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/images/manantial\\_con\\_proteccion\\_de\\_vertiente.jpg](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/images/manantial_con_proteccion_de_vertiente.jpg)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

“Cámara de almacenamiento de agua de manantial” [Imagen tomada de] “Captación de aguas de manantial”. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente* [en línea]. Disponible en: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan/020867/020867-07.pdf>>. [Consulta: 6 de septiembre de 2010]

### **DIPOSITIVA página 63**

“Manantial del ojo” [Imagen tomada de] ESTEBAN JÁUREGUI, J. I. “Fuentes U-Z”. *Fuentes y manantiales de Soria* [en línea]. Disponible en: <<http://www.soria-goig.org/fuentes/villabuena2.jpg>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS



## Tema 2. Captación de aguas superf y subt

### DIPOSITIVA página 64

“Captación de agua de manantial de un acuífero de roca fisurada” [Imagen tomada de] “Captación de aguas de manantial”. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [en línea]*. Disponible en: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan/020867/020867-07.pdf>>. [Consulta: 6 de septiembre de 2010]

“Captación con concentración de vena mediante muros interceptores”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 320

### DIPOSITIVA página 65

[Imagen tomada de] “Pozos de agua”. *INPER Geoproyectos [en línea]*. Disponible en: <<http://www.inper-geoproyectos.com/fotos/Pozo-Esquema.gif>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 66

[Imagen tomada de] “Villa de Ves, Albacete”. [Web de] *Turismo de Castilla – La Mancha [en línea]*. Disponible en: <<http://www.spaincenter.org/turismo/albacete/provincia/villa-de-ves-1.jpg>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 67

[Imagen tomada de] “Obras de captación: pozos y sondeos”. *Instituto geológico y minero de España [en línea]*. Disponible en: <[http://www.igme.es/internet/divulgacion\\_didactica/guia\\_didactica/pdf\\_carteles/cartel4/CARTEL%204\\_4-5.pdf](http://www.igme.es/internet/divulgacion_didactica/guia_didactica/pdf_carteles/cartel4/CARTEL%204_4-5.pdf)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]



### **DIPOSITIVA página 68**

“Descenso de entubación y rejillas” [Imagen tomada de] “Captación de aguas subterráneas”. [Web del] *Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón* [en línea]. Disponible en: <<http://www.agua.uji.es/pdf/PRESRH23-25.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 70**

“Percusión con cable” [Imagen tomada de] “2ª etapa de la exploración hidrogeológica: captación de aguas subterráneas”. [Web del] *Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón* [en línea]. Disponible en: <<http://www.agua.uji.es/pdf/presentacionPEG03.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 71**

“Trépanos y válvulas” [Imagen tomada de] “2ª etapa de la exploración hidrogeológica: captación de aguas subterráneas”. [Web del] *Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón* [en línea]. Disponible en: <<http://www.agua.uji.es/pdf/presentacionPEG03.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 72**

[Imagen tomada de] *ACISA. Agrícola comercial e industrial S. A.* [en línea]. Disponible en: <[http://www.pozosacisa.com/images/img\\_perforacion\\_03.jpg](http://www.pozosacisa.com/images/img_perforacion_03.jpg)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

[Imagen tomada de] “Sistemas de captación de aguas subterráneas”. *Centro Científico Tecnológico CONICET Bahía Blanca* [en línea]. Disponible en: <[http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aguassubterraneeas/presenta\\_sistemas\\_captacion.pdf](http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aguassubterraneeas/presenta_sistemas_captacion.pdf)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]



### **DIPOSITIVA página 73**

“Trépano de perforación” [Imagen tomada de] “2ª etapa de la exploración hidrogeológica: captación de aguas subterráneas”. [Web del] *Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón* [en línea]. Disponible en: <<http://www.agua.uji.es/pdf/presentacionPEG03.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 74**

“Válvulas de charnela y de dardo” [Imagen tomada de] “2ª etapa de la exploración hidrogeológica: captación de aguas subterráneas”. [Web del] *Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón* [en línea]. Disponible en: <<http://www.agua.uji.es/pdf/presentacionPEG03.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 75**

[Imagen tomada de] “Perforación a rotación con circulación directa”. *Sondeos Puebla S. L.* [en línea]. Disponible en: <[http://www.sondeospuebla.com/index/pozos/files\\_directa/esquema\\_directa.png](http://www.sondeospuebla.com/index/pozos/files_directa/esquema_directa.png)>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

“Perforación a rotación con circulación inversa” [Imagen tomada de] “Sondeos profundos”. *VII Jornada de nuevas tecnologías energéticas. Energía geotérmica: análisis y prospectiva* [en línea]. Disponible en: <<http://www.upcomillas.es/catedras/crm/report10/mesa4-torres.pdf>>. [Consulta: 29 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 76**

“Elementos de corte a rotación con circulación inversa” [Imagen tomada de] “Sondeos profundos”. *VII Jornada de nuevas tecnologías energéticas. Energía geotérmica: análisis y prospectiva* [en línea]. Disponible en: <<http://www.upcomillas.es/catedras/crm/report10/mesa4-torres.pdf>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]



### DIPOSITIVA página 77

“Martillo de rotopercusión” [Imagen tomada de] “Sondeos profundos”. *VII Jornada de nuevas tecnologías energéticas. Energía geotérmica: análisis y prospectiva* [en línea]. Disponible en: <<http://www.upcomillas.es/catedras/crm/report10/mesa4-torres.pdf>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 78

“Leo Ranney, petroleum engineer and water pioneer, circa 1927” [Imagen tomada de] “History of the Ranney Well”. *Ranney Collector Wells* [en línea]. Disponible en: <<http://www.collectorwells.com/images/history.jpg>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 79

[Imagen tomada de] “Ranney Collector Well Diagram”. *Ranney Collector Wells* [en línea]. Disponible en: <[http://www.ranneymethod.com/images/ranney\\_collector\\_large.jpg](http://www.ranneymethod.com/images/ranney_collector_large.jpg)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

“Pozo radial tipo Ranney”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 334

### DIPOSITIVA página 81

[Imagen tomada de] “Excursión Valle del Jarama. Trayecto Torrelaguna – Uceda”. *Seminario permanente de ciencias de la tierra y del medio ambiente* [en línea]. Disponible en: <<http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/campo/jarama/fotos/jarama13.jpg>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### **DIPOSITIVA página 82**

[Imágenes tomadas de] *Design report Ranney nº 5 well cleaning project* [en línea]. Disponible en: <[http://www.westerngroundwaterservices.com/reports/KennewickReport\\_062007.pdf](http://www.westerngroundwaterservices.com/reports/KennewickReport_062007.pdf)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 83**

“Sistema Fehlman para colocación de drenes en pozos radiales”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Seignor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 336

### **DIPOSITIVA página 85**

[Imagen tomada de] “Galerías filtrantes”. *Es.foto* [en línea]. Disponible en: <[http://www.aguamarket.com/sql/imagenes/galeria\\_filtrante.gif](http://www.aguamarket.com/sql/imagenes/galeria_filtrante.gif)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 86**

[Imagen tomada de] “Galerías filtrantes”. *Es.foto* [en línea]. Disponible en: <<http://jacintapalerm.hostei.com/croquisgaleria.JPG>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 88**

[Imagen tomada de] “Drenes”. *Captaciones* [en línea]. Disponible en: <<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/subterrugas/temas/captaciones/captaciones3.htm>>. [Consulta: 7 de septiembre de 2010]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



### DIPOSITIVA página 89

“Galerías filtrantes, Pozo del Carmen” [Imagen tomada de] “Recorridos de campo”. *Seminario San Luis de Potosí: la edificación de una unidad territorial* [en línea]. Disponible en: <[http://www.colsan.edu.mx/investigacion/historia/seminario/img/fotos/Galer%C3%ADas%20filtrantes%20Pozo%20dl%20Carmen\\_.jpg](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/historia/seminario/img/fotos/Galer%C3%ADas%20filtrantes%20Pozo%20dl%20Carmen_.jpg)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

“Galerías filtrantes, Ex hacienda La Angostura” [Imagen tomada de] “Recorridos de campo”. *Seminario San Luis de Potosí: la edificación de una unidad territorial* [en línea]. Disponible en: <[http://www.colsan.edu.mx/investigacion/historia/seminario/img/fotos/Galeria%20filtrante%20Angostura\\_.jpg](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/historia/seminario/img/fotos/Galeria%20filtrante%20Angostura_.jpg)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 90

[Imagen tomada de] “Making a French drain”. [Blog] *Homeowner's* [en línea]. Disponible en: <<http://www.catskillhouse.us/blog/wp-content/uploads/2007/07/french-drain.jpg>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

“Zanja de drenaje” [Imagen tomada de] “Normalización de elementos constructivos para obras de urbanización”. *Milliarium. Ingeniería Civil y Medio Ambiente* [en línea]. Disponible en: <<http://www.miliarium.com/Proyectos/Detalles/Urbanizacion/119.gif>>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]

### DIPOSITIVA página 91

[Imagen tomada de] “Drenes californianos”. *CIVOGAL. Soluciones geotécnicas* [en línea]. Disponible en: <[http://www.civogal.com/images/secciones/Drenes/Drenes\\_lugo\\_CIVOGAL\\_6.jpg](http://www.civogal.com/images/secciones/Drenes/Drenes_lugo_CIVOGAL_6.jpg)>. [Consulta: 30 de mayo de 2011]



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

## Tema 2. Captación de aguas superf y subt



[Imagen tomada de] “Drenes californianos”. *CIVOGAL. Soluciones geotécnicas* [en línea].  
Disponible en: <[http://www.civogal.com/images/secciones/Drenes/drenes\\_civogal\\_2.jpg](http://www.civogal.com/images/secciones/Drenes/drenes_civogal_2.jpg)>.  
[Consulta: 30 de mayo de 2011]

### **DIPOSITIVA página 92 y sucesivas**

“Vaso de agua y no vaso con agua” [Imagen tomada de] “Vaso de agua”. *Generación* [en línea].  
Disponible en: <<http://www.generacion.com/usuarios/variados/imagenes/959.jpg>>. [Consulta: 13 de junio de 2011]