

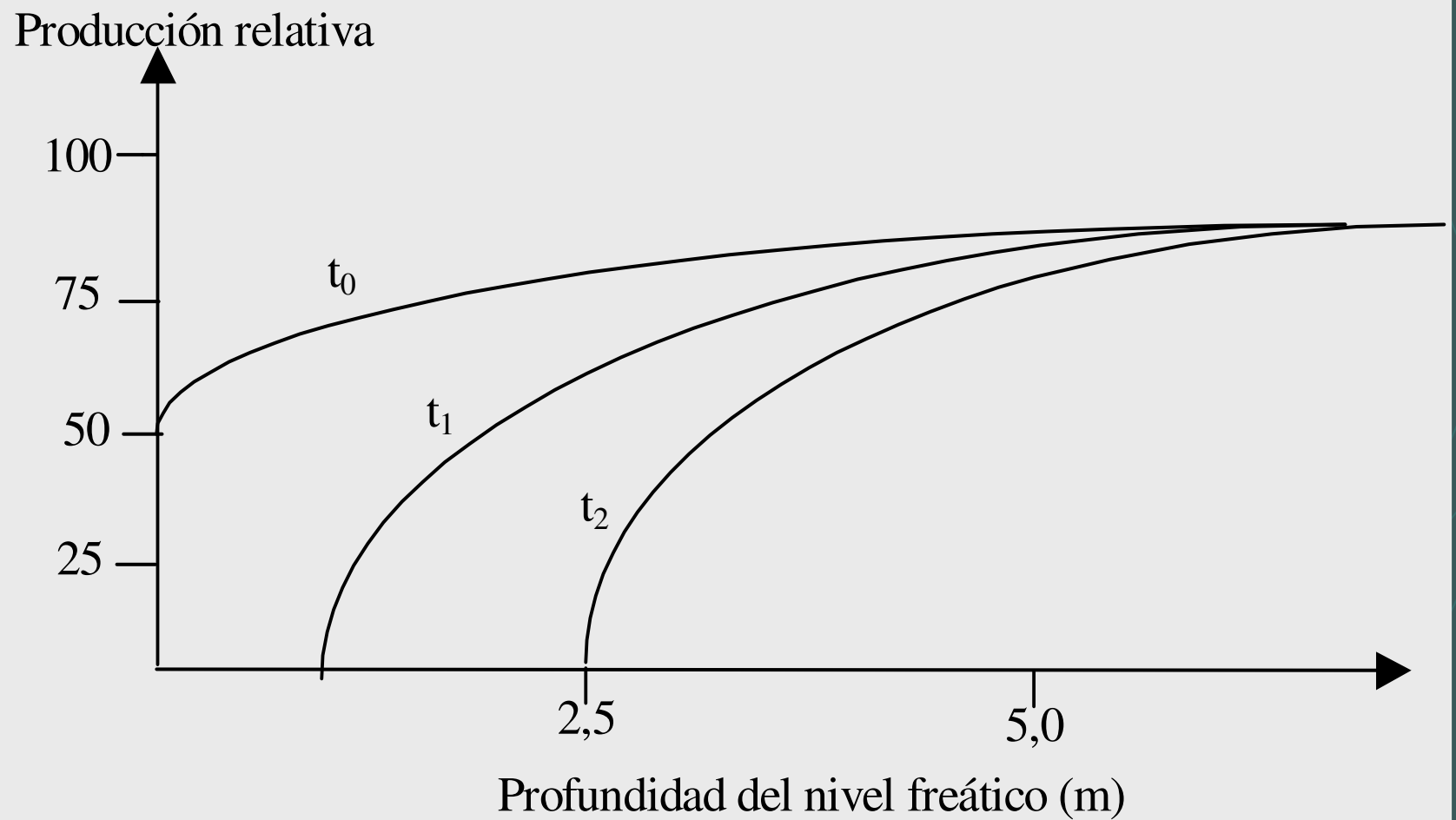
PROBLEMAS DERIVADOS DE LA PRESENCIA DE UN NIVEL FREÁTICO ALTO



RESPUESTA A LA EXTRACCIÓN DEL EXCESO DE AGUA



RESPUESTA A LA EXTRACCIÓN DEL EXCESO DE AGUA



RECONOCIMIENTO DE LAS CAUSAS DEL MAL SANEAMIENTO

Identificar:

- > Naturaleza del problema de saneamiento y causas.
- > Efectos producidos (superficie afectada, frecuencia, disminución producción cultivos...).

Inspección “in situ”: aspecto del cultivo, mala descomposición de la materia orgánica, presencia de charcos...

Consulta de mapas topográficos, geológicos, de suelos...

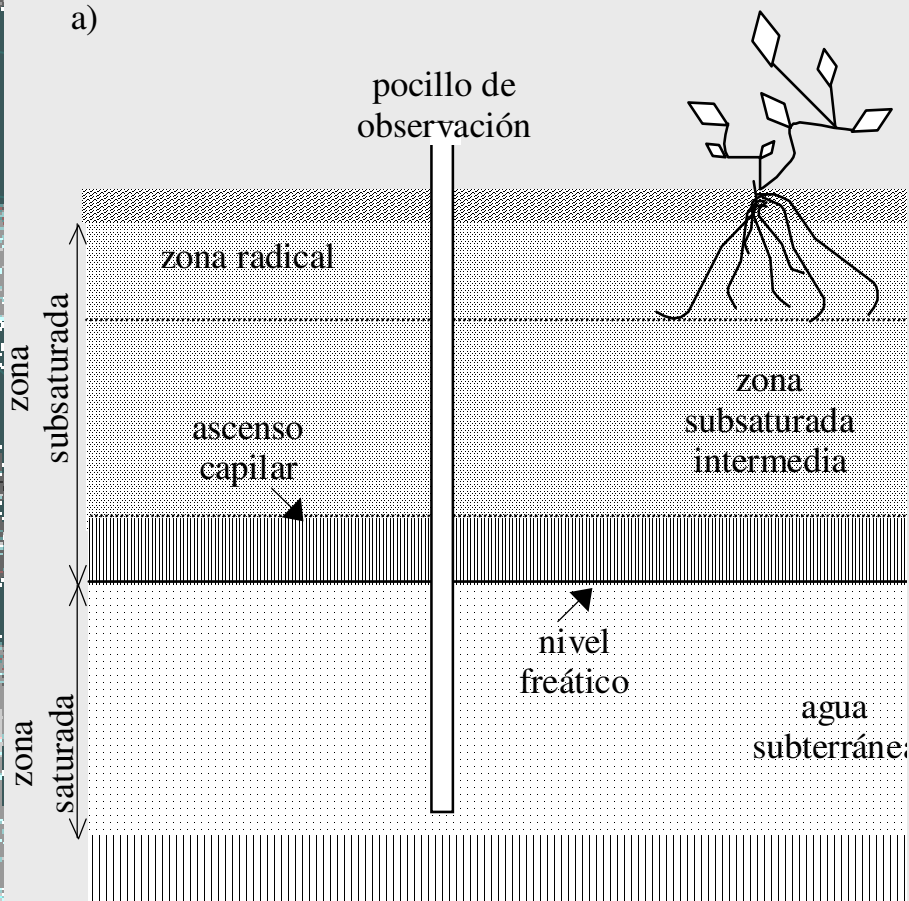
Información de los cultivos, infraestructuras de la zona, desagües naturales...

CÁLCULO DE NECESIDADES DE AVENAMIENTO

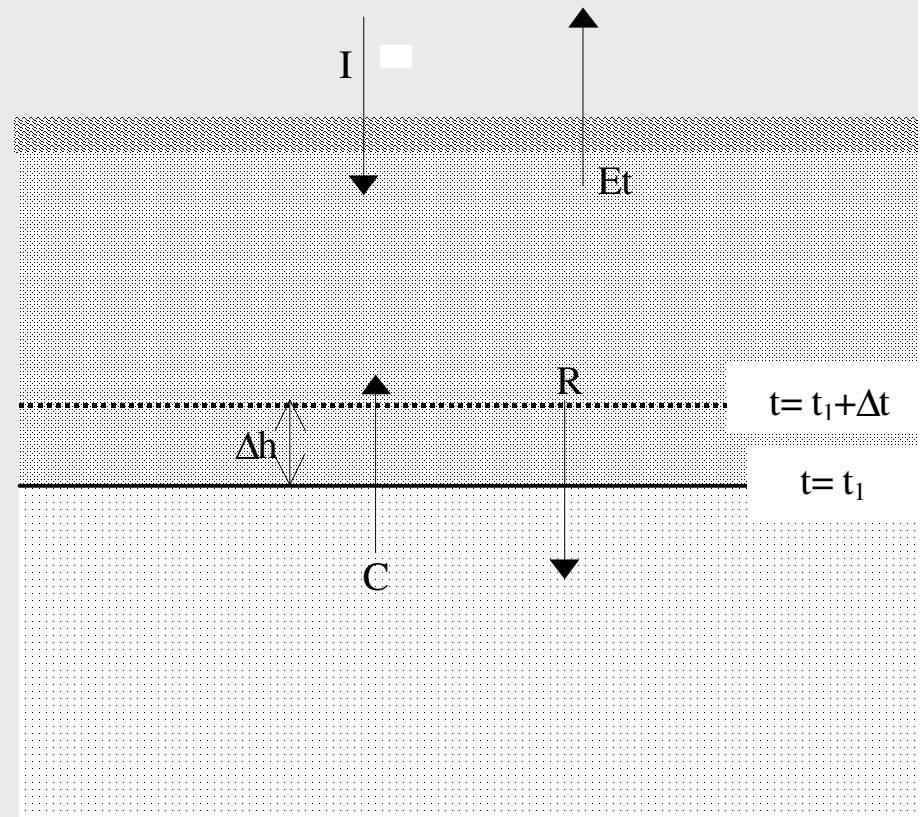
Balance hídrico

$$I - Et + C - R = \frac{\Delta H_s}{\Delta t}$$

a)



b)



CÁLCULO HIDRÁULICO DE DRENES.

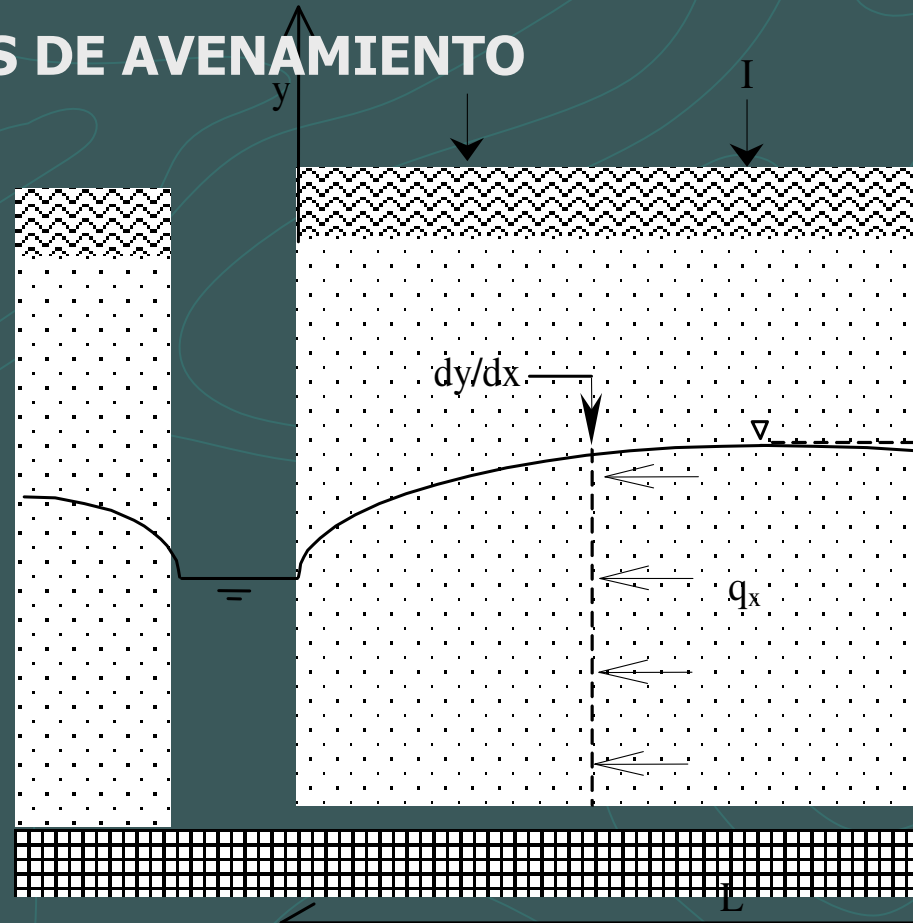
Régimen permanente

ZANJAS DE AVENAMIENTO

$$q_x = K y \frac{dy}{dx}$$

$$q_x = I \left(\frac{1}{2} L - x \right)$$

$$K y \frac{dy}{dx} = I \left(\frac{1}{2} L - x \right) \rightarrow K y dy = I \left(\frac{1}{2} L - x \right) dx$$



Expresión Hooghudt

$$L^2 = \frac{4K(H^2 - D^2)}{I} \quad \text{o} \quad q = I = \frac{4K(H^2 - D^2)}{L^2}$$

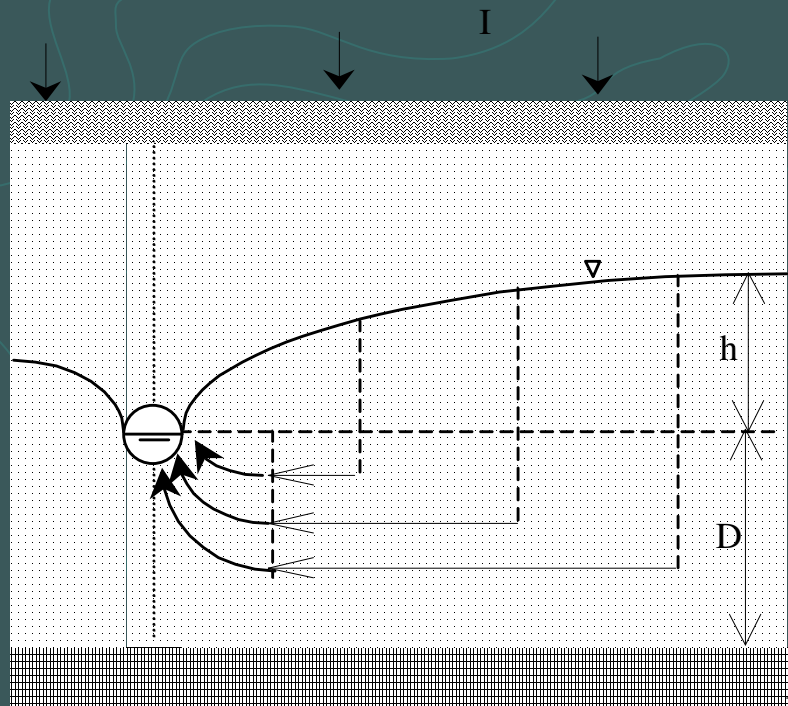
$$q = \frac{4K(H + D)(H - D)}{L^2}$$

$$q = \frac{8K Dh + 4K h^2}{L^2}$$

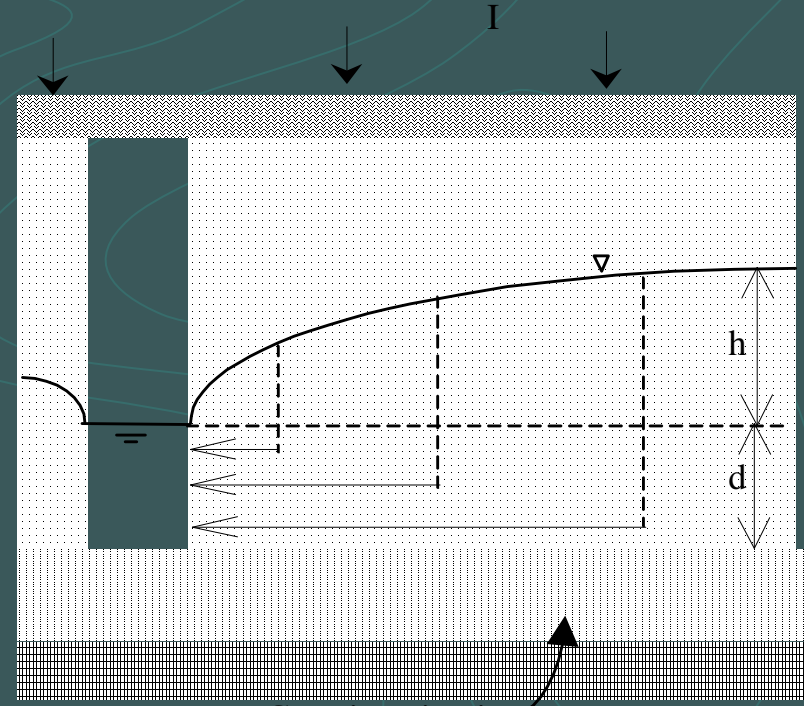
CÁLCULO HIDRÁULICO DE DRENES.

Régimen permanente

DRENES



a)



b)

$$q = \frac{8Kdh + 4Kh^2}{L^2}$$

$$d = \frac{\frac{\pi L}{8}}{\ln\left(\frac{L}{\pi r_d}\right) + F(x)} \quad \text{donde} \quad x = \frac{2\pi D}{L}$$

$$F(x) = 2 \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \ln \coth(nx)$$

$$F(x) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4e^{-2nx}}{n(1 - e^{-2nx})}$$

CÁLCULO HIDRÁULICO DE DRENES. Régimen variable

$$K D \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = V \frac{\partial h}{\partial t} \quad \text{Ec. Boussinesq}$$

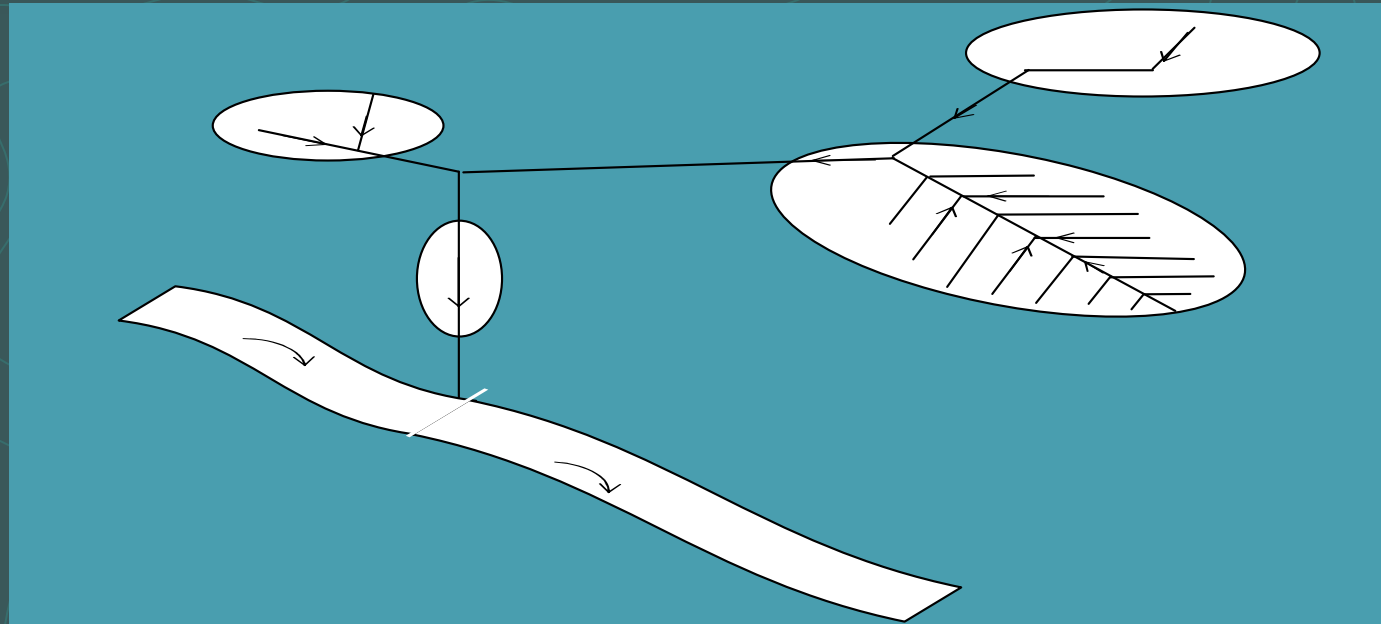
$$h(x, t) = \frac{4h_0}{\pi} \sum_{1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n} e^{-n^2 \alpha t} \operatorname{sen}\left(\frac{n \pi x}{L}\right) \quad \text{Ec. Glover-Dumm}$$

Si $\alpha \cdot t > 0,2$

$$h_t = h(L/2, t) = \frac{4h_0}{\pi} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n} e^{-n^2 \alpha t}$$

$$h_t = \frac{4}{\pi} h_0 e^{-\alpha t} = 1,27 h_0 e^{-\alpha t}$$

SISTEMAS DE AVENAMIENTO



TRAZADO:

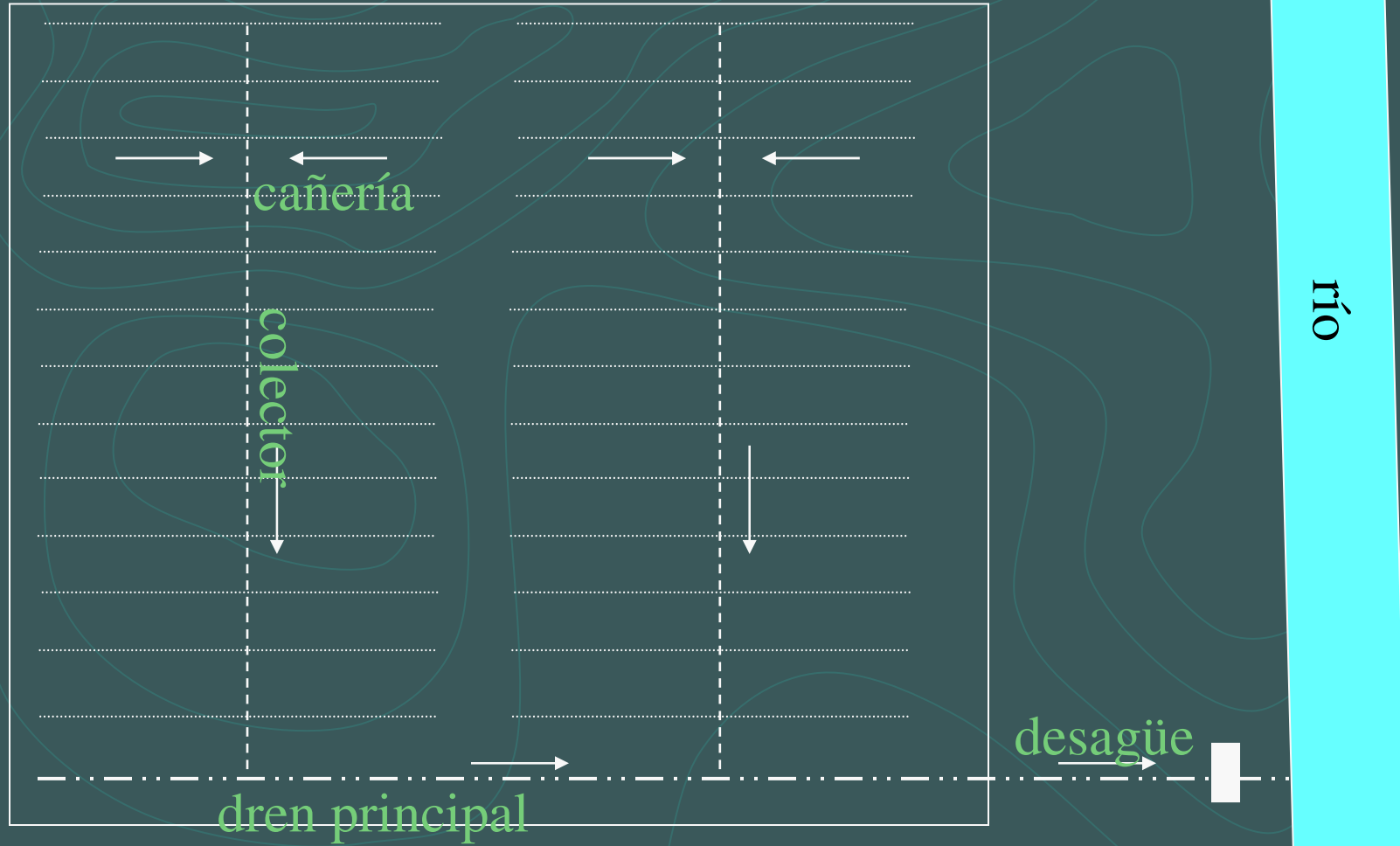
Natural: sigue las condiciones del terreno. Suele ser irregular y aprovecha las depresiones del terreno. Aconsejado en superficies pequeñas y aisladas dentro de la zona.

Regular: forma de parrilla o de espina de pescado. Adaptado a terrenos con numerosas depresiones de pequeña superficie.

SISTEMA SINGULAR



SISTEMA COMPUESTO



A vertical strip on the left side of the slide shows a topographic map of a river basin. It features contour lines, a network of streams and rivers, and a yellow line indicating a specific path or boundary. The map is oriented vertically.

ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE AVENAMIENTO

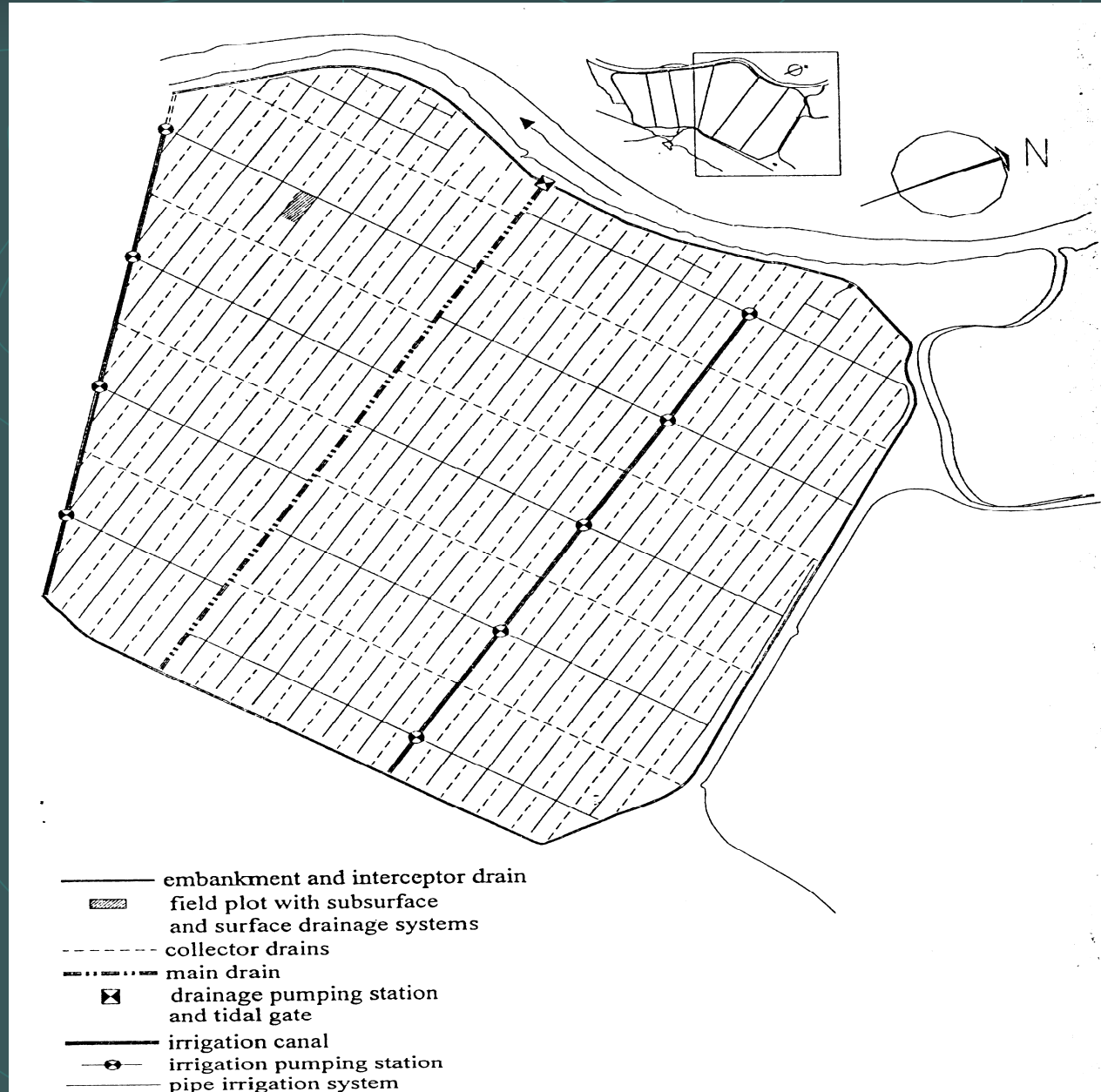
Red de escurrederas y/o drenes en el campo de riego.

Red de colectores principales, constituida por los azarbes secundarios y primarios.

Obras de protección de afluencias exteriores: diques, drenes de interceptación y canales de cintura.

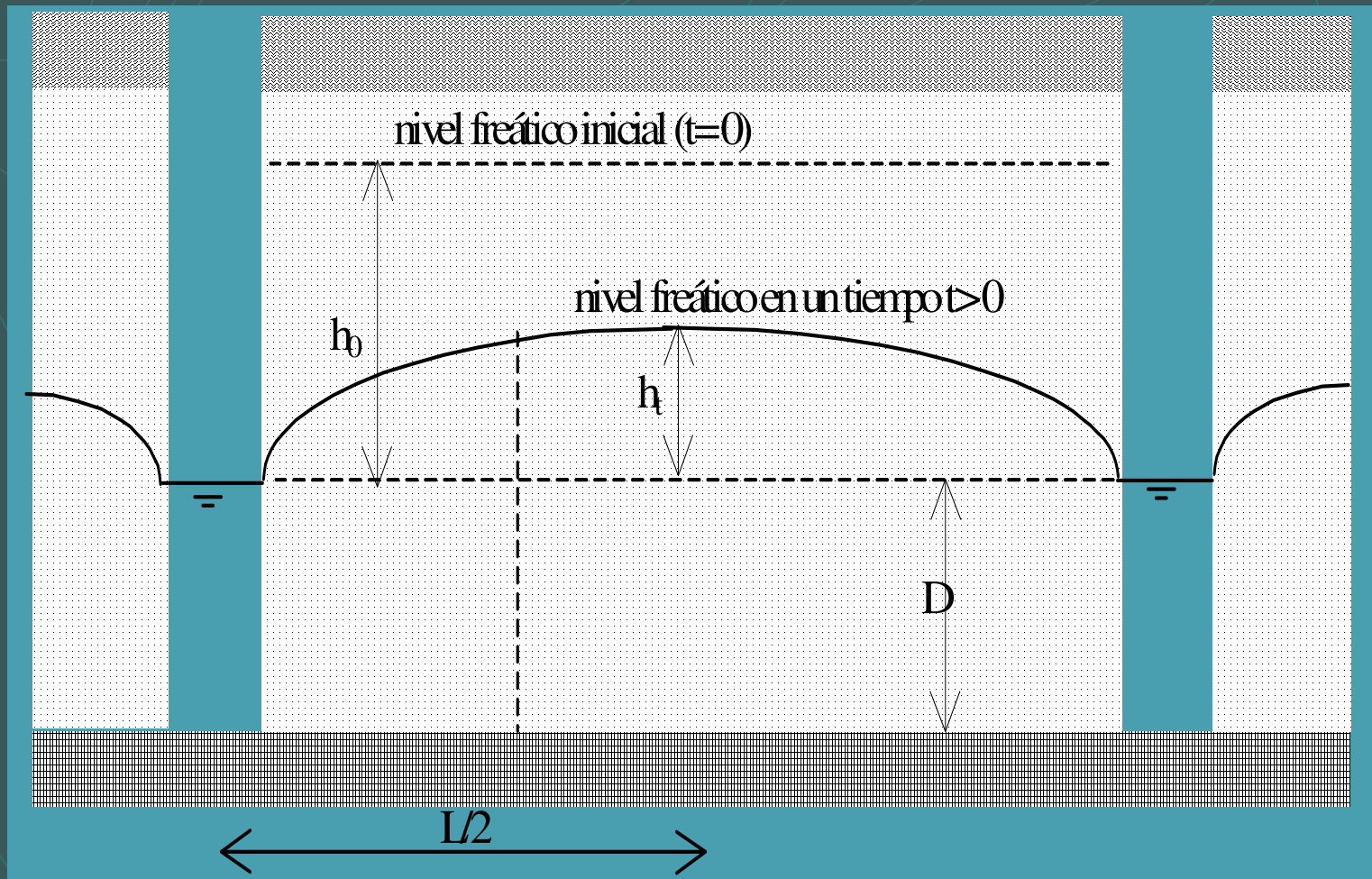
Red de emisarios naturales (arroyos y ríos) donde las aguas recogidas de la zona avenada confluyen con las exteriores.

SISTEMA DE AVENAMIENTO BAJO GUADALQUIVIR



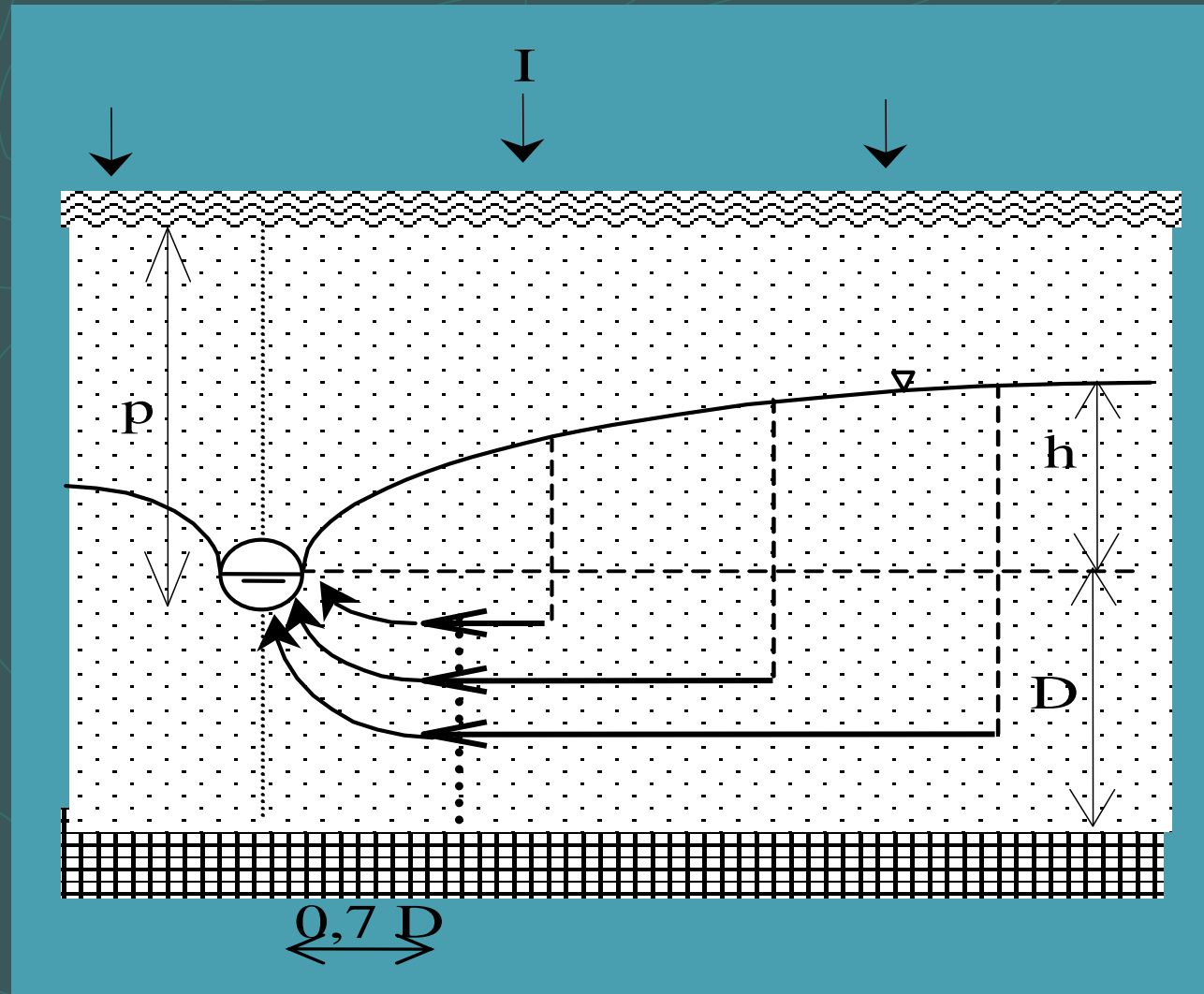
PROCEDIMIENTOS PARA AVENAR

Zanjas



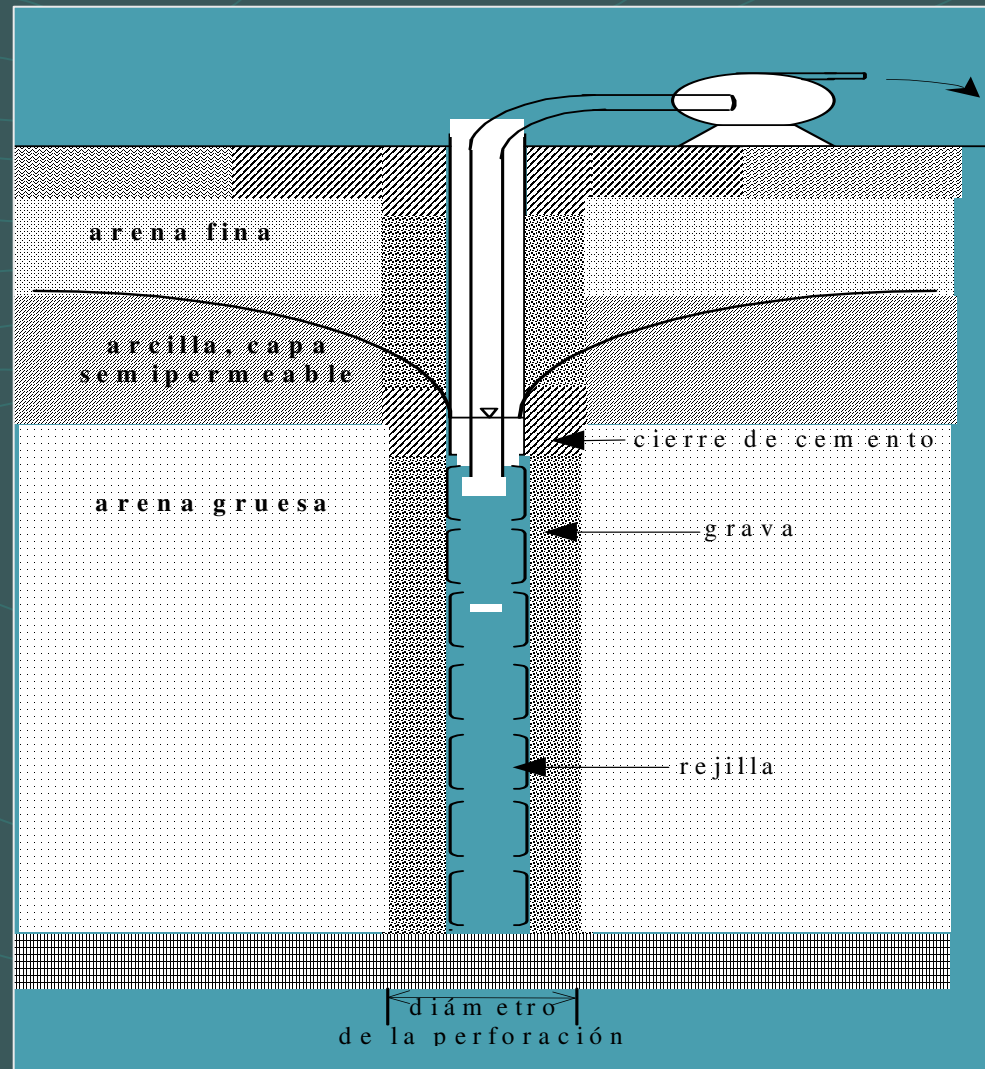
PROCEDIMIENTOS PARA AVENAR

Cañerías o drenes



PROCEDIMIENTOS PARA AVENAR

Pozos



TUBERÍAS DE AVENAMIENTO



⇒ **Plástico corrugado. Proporción de aberturas mínima $800 \text{ mm}^2/\text{m}$. Longitud abertura 5 mm y ancho 0,5-2 mm. Ocupan 1-2% total superficie.**

PROYECTO SISTEMA DE AVENAMIENTO

- ✓ Selección del sistema de avenamiento.
- ✓ Trazado.
- ✓ Cálculo hidráulico de los elementos del sistema. (obras..)

▶▶ **Zanjas:** forma de la sección y superficie de la misma; solera de la zanja y pendiente; altura del NF alcanzado con el caudal del proyecto.

▶▶ **Cañerías:** separación y profundidad; diámetros y pendientes; cota del desagüe principal.

▶▶ **Materiales y obras hidráulicas**

COLECTORES

Trazado:

Siguen los puntos más bajos del terreno. Los de orden superior se situarán más bajos que los de orden inferior.

Colocarlos en el perímetro de la zona a avenar.

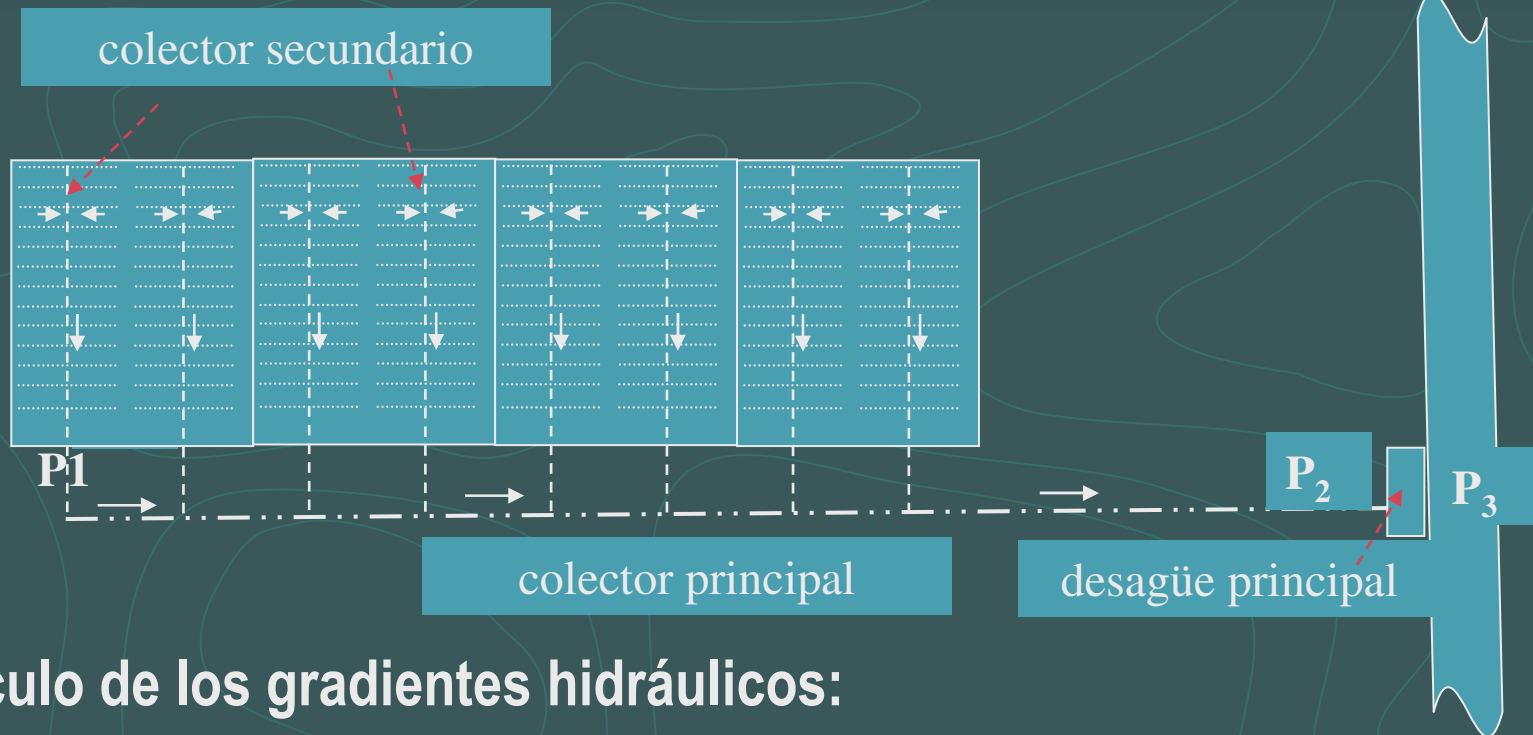
Observar los desagües naturales de la zona: tienen los gradientes más acusados.

Situar el desagüe principal del sistema y a partir de él, proyectar el trazado de los colectores.

COLECTOR PRINCIPAL



COLECTORES



Cálculo de los gradientes hidráulicos:

Carga total disponible del sistema H_t : $P_3 - P_1$.

$P_2 = P_1 - \sum hf$ (colectores y obras).

$P_2 > P_3$ desagüe libre.

$P_2 < P_3$ desagüe con bombeo.

DESAGÜE PRINCIPAL



COMPUERTAS



Selección profundidad del dren

$p = 0,5$ m cultivos con raíces poco profundas, poco sensible al exceso de agua.

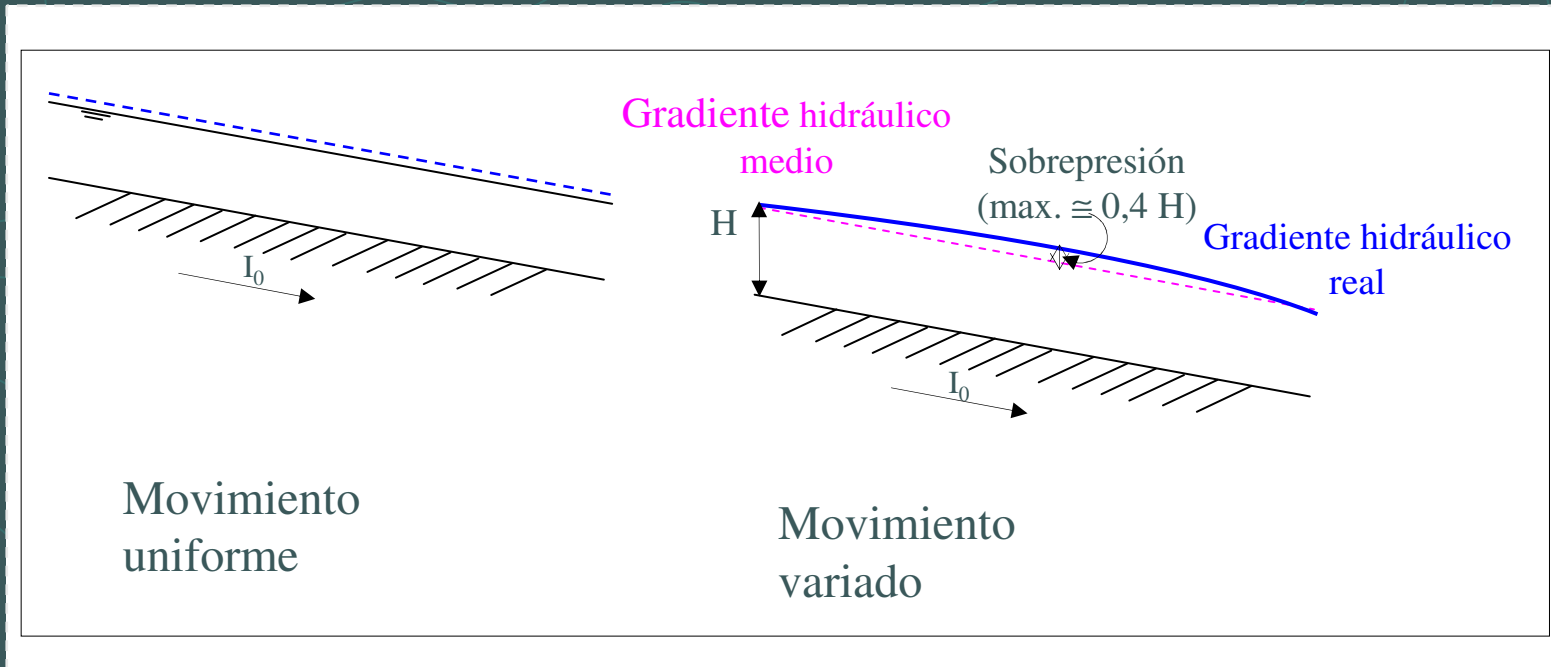
$p = 0,75-1$ m cultivos con raíces profundas y sensibles al exceso de agua.

Se considerará:

- Altura del nivel freático.
- Estratificación del suelo.
- Disponibilidad de maquinaria (profundidades menores de 1,5 m).

Se recomienda una profundidad mínima = 0,75m.

Determinación diámetro del dren



Ec. Manning (SI)

Régimen uniforme

$$Q = 0,312 \frac{1}{n} d^{2,67} I^{0,5}$$

$$Q_p = Q \cdot 1,33$$

Régimen variado

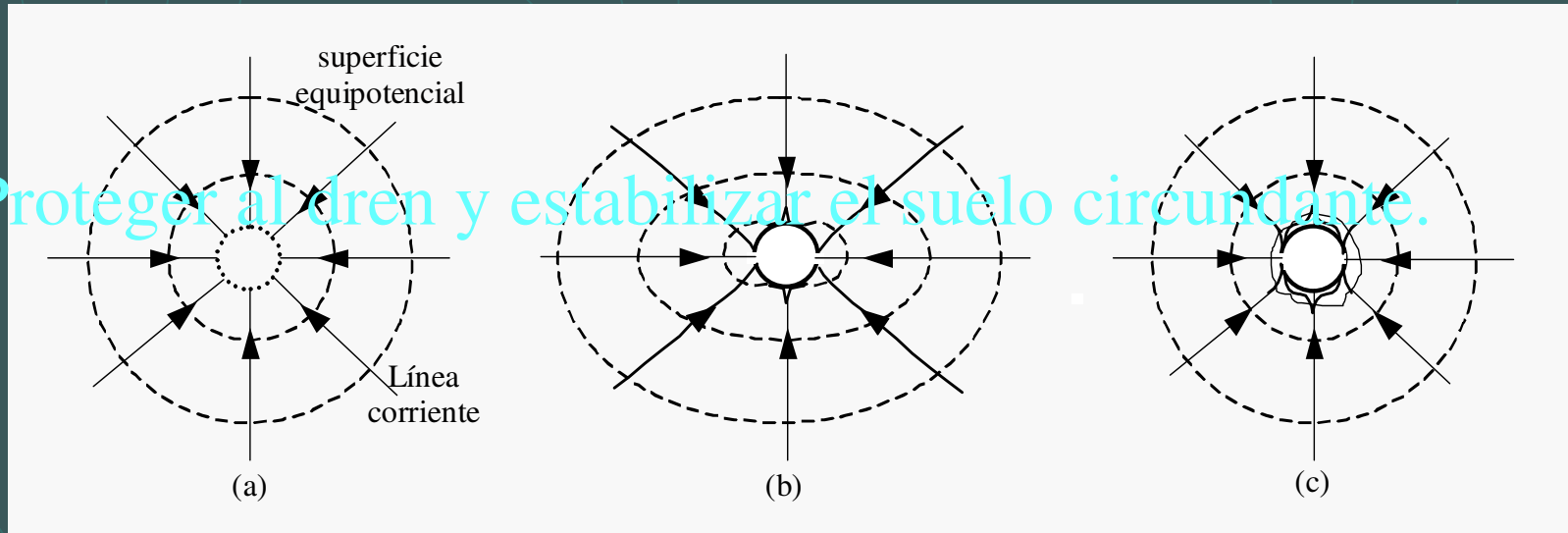
$$Q = 0,54 \frac{1}{n} d^{2,67} I^{0,5}$$

$$I = 0,001 \text{ drenes}$$

$$I = 0,001-0,003 \text{ colectores}$$

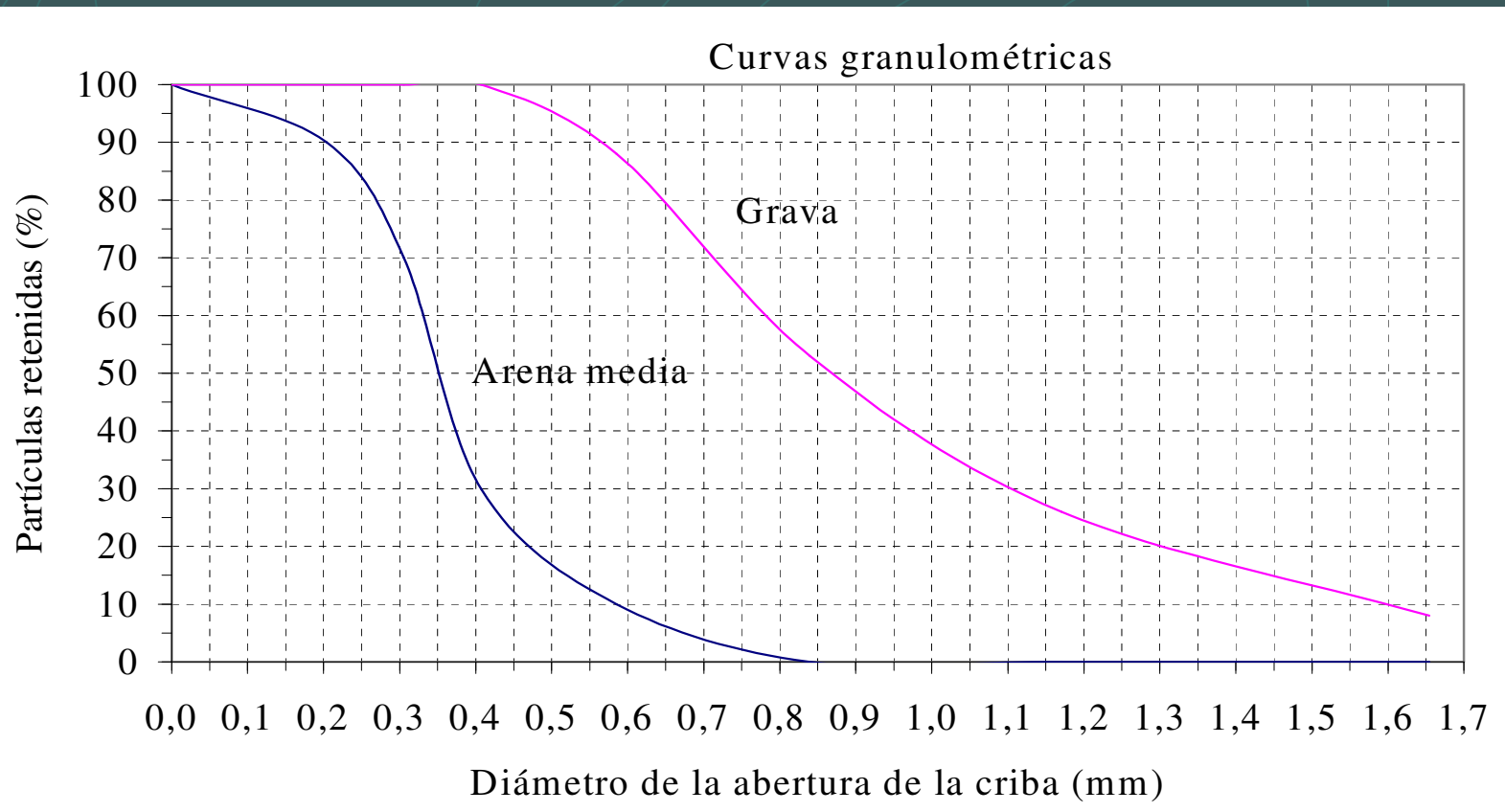
ENVOLTURAS

- Filtrar elementos sueltos del suelo e impedir la obstrucción de las aberturas de las tuberías.
- Aumentar la conductividad hidráulica del medio circundante y disminuir la pérdida de carga de entrada en el dren.



ENVOLTURAS

- Suelo estable: $C_u = d_{40}/d_{90}$,
Índice de plasticidad > 2 .



ENVOLTURAS

MATERIAL:

- Granular (grava, arena)
- Orgánicos (fibra de coco)
- Sintéticos (poliestireno)

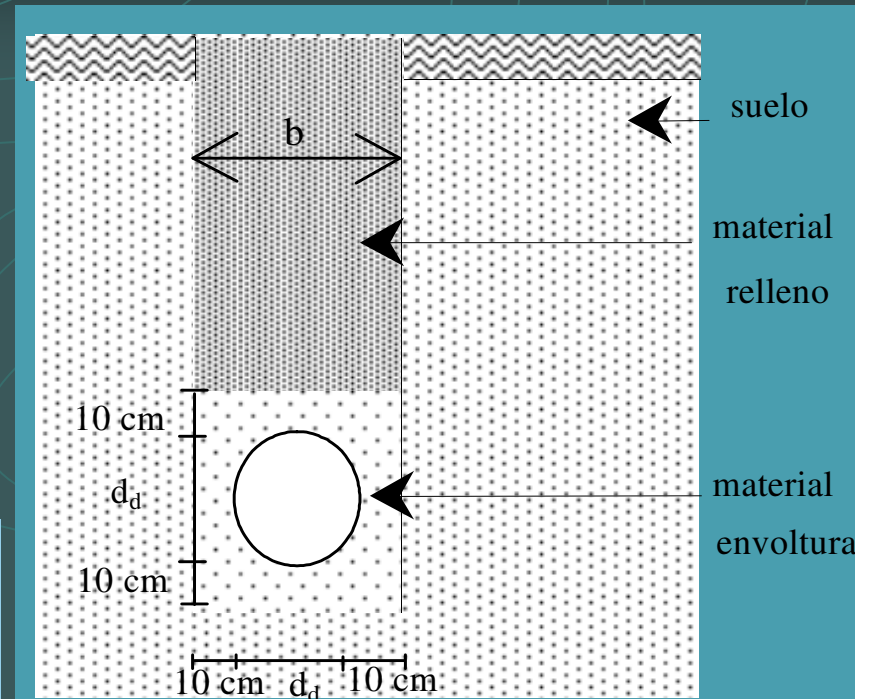
Material inerte y uniforme
($C_u > 4$ gravas y > 6 arenas).

$$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} \cdot D_{10}) \text{ entre } [1-3].$$

Espesor : 7-10 cm.

La permeabilidad del material dada por el fabricante
($0,02-2,2 \text{ s}^{-1}$). Calcular K multiplicarla por el espesor.

Considerar la resistencia al esfuerzo mecánico de la envuelta



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN EN EL BAJO GUADALQUIVIR



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



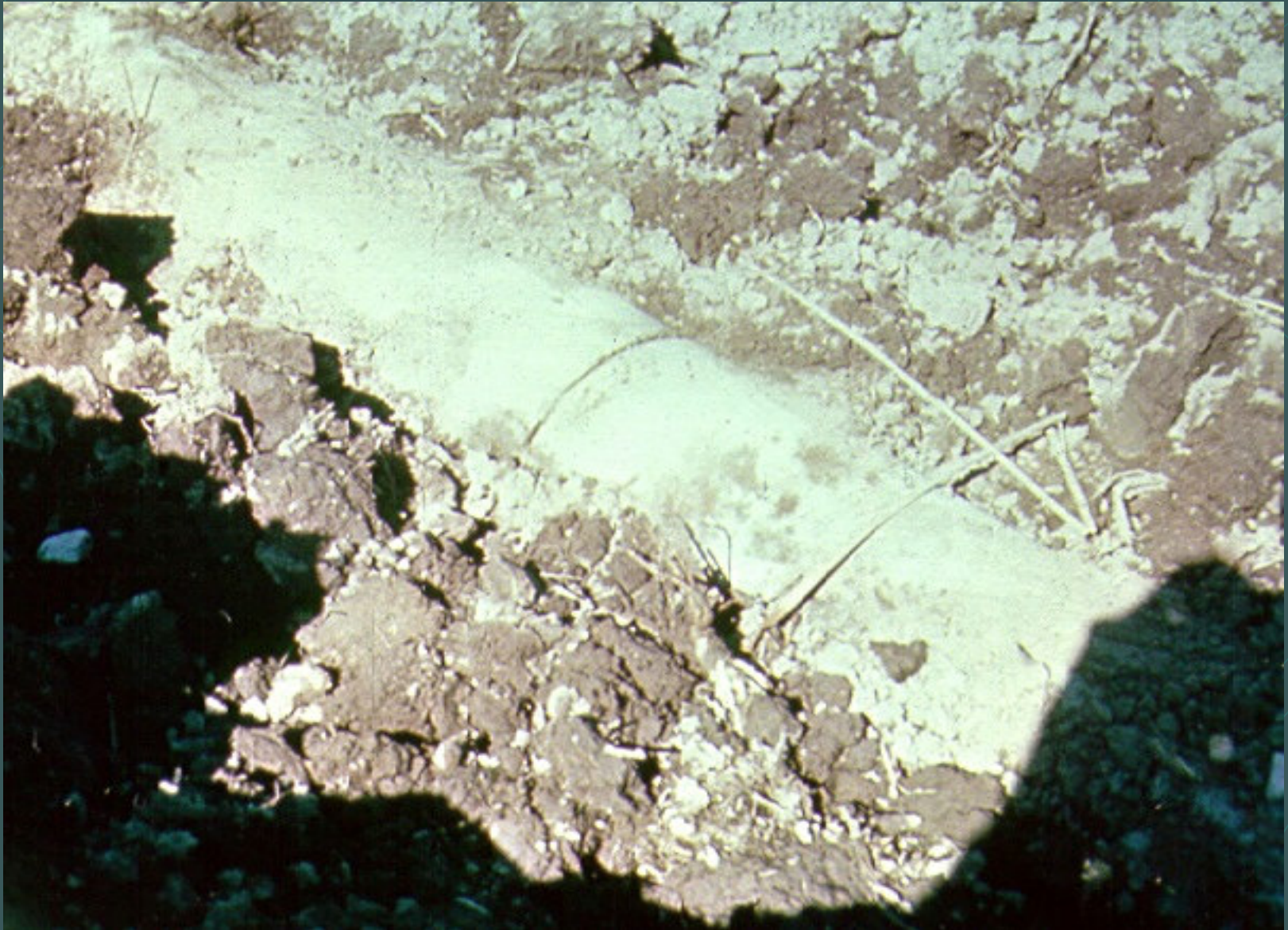
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



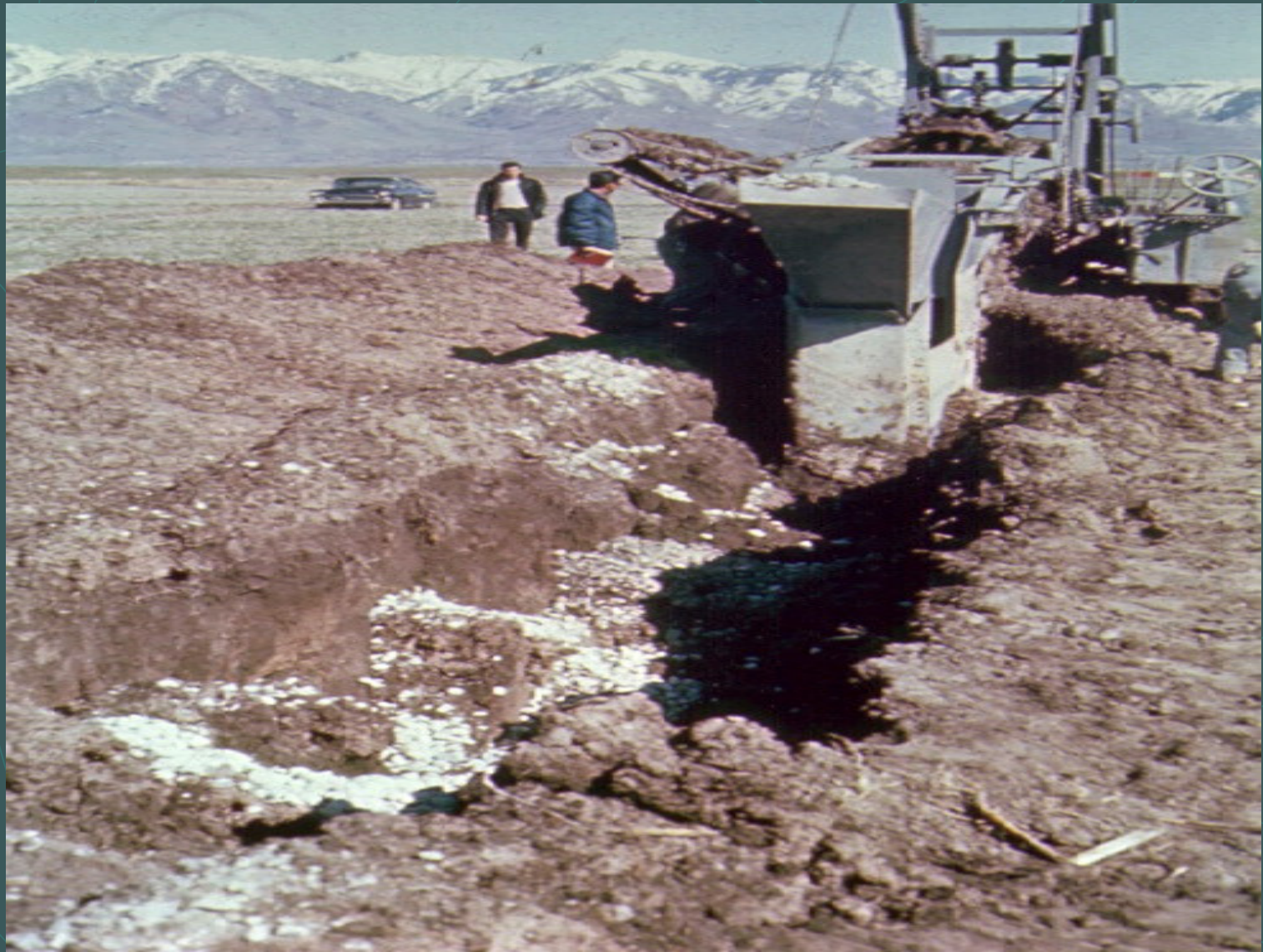
INSTALACIÓN SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AVENAMIENTO



INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AVENAMIENTO

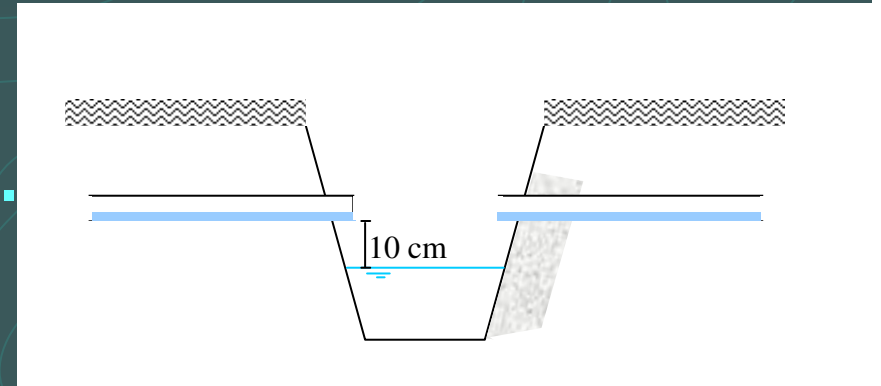


INSTALACIÓN EN EL BAJO GUADALQUIVIR



Canal colector

Flujo uniforme y permanente.



Superficie sección: máxima eficiencia hidráulica que cumplan criterio de U_M .

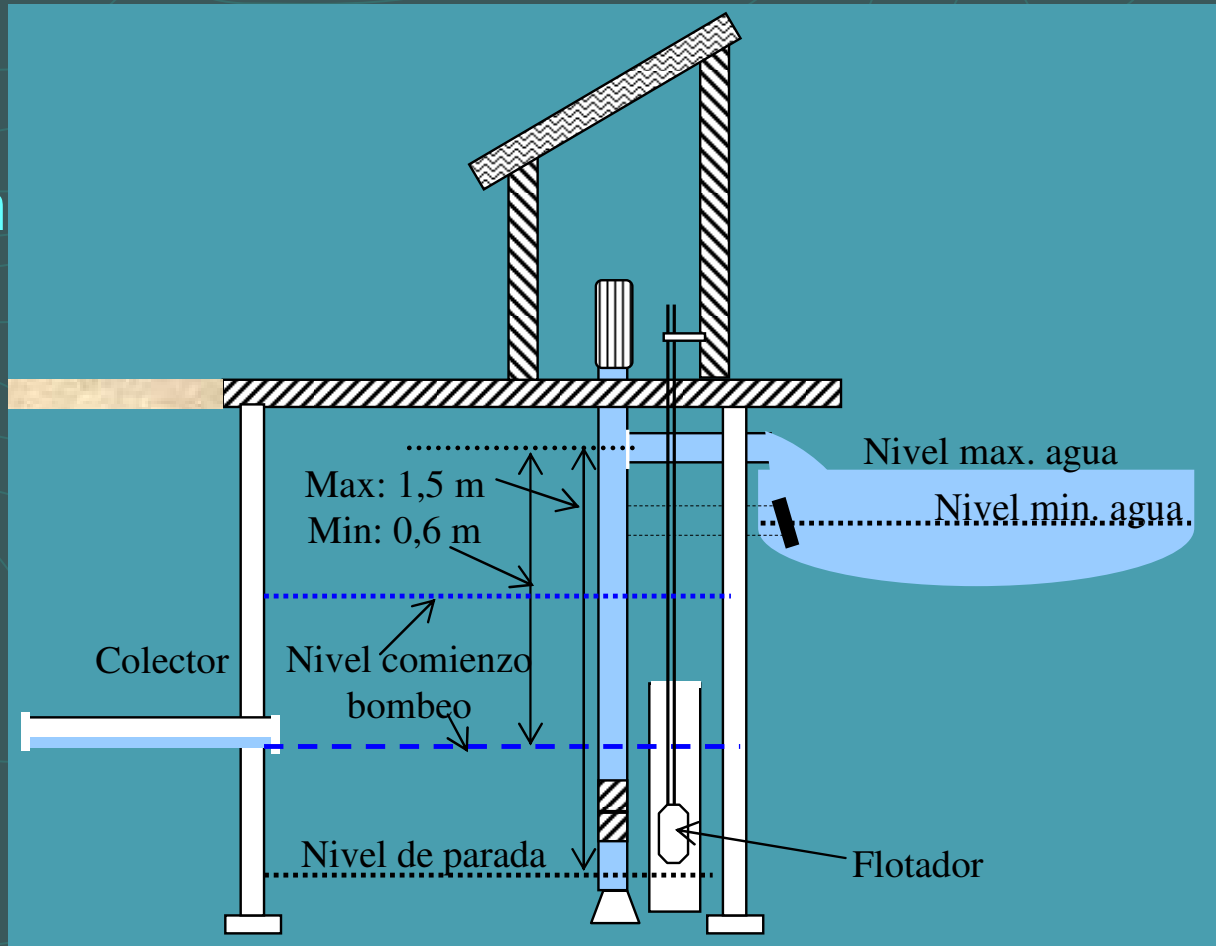
$I = 0,00005 - 0,0001$ (5-10 cm / km).

Desnivel entre la altura del agua en la zanja y el punto de desagüe.

La altura máxima del agua corresponde a Q_p y la altura normal corresponde a un $Q = 0,5 \cdot Q_p$.

Sistema de bombeo

$Q > 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$; $H < 5 \text{ m}$



Funcionamiento $< 10 \text{ ciclos/h. } t > 3 \text{ min.}$

INSPECCIÓN SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

