

Conocimientos básicos

Corriente de infiltración

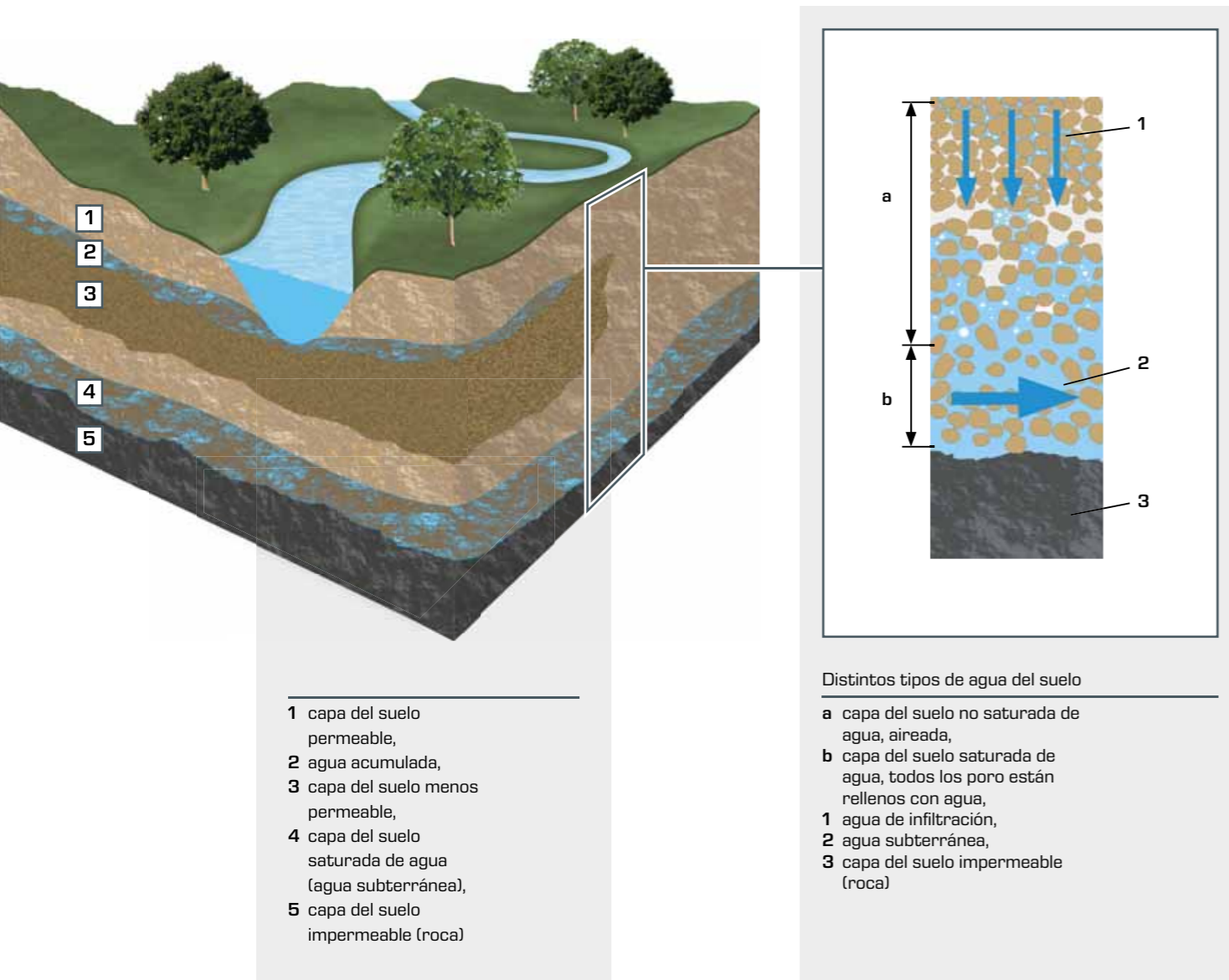
En hidrología, la corriente de infiltración es el flujo de un fluido (agua) en capas del suelo permeables como, p.ej., arena. El fluido llena más o menos los poros de la capa del suelo no saturada de agua y se mueve hacia abajo a las capas inferiores, como resultado del efecto de la gravedad. Para que el agua de infiltración no se estanque, el suelo debe ser permeable.

La permeabilidad del suelo se describe con el coeficiente de permeabilidad k_f en m/s y depende del tamaño del grano y del espacio poroso útil. En suelos menos permeables puede estancarse el agua de infiltración temporalmente. Si el agua de infiltración se encuentra con una capa del suelo impermeable o una roca impermeable, no se produce filtración y el agua de infiltración se

estanca permanentemente. Este tipo de acumulaciones de agua bajo tierra se denominan agua subterránea.

Hablamos de agua subterránea cuando el agua está disponible durante todo el año. Hablamos de agua acumulada cuando el agua está disponible parte del año, p.ej., después del deshielo o después de fuertes precipitaciones sobre capas del suelo comprimidas.

El agua subterránea es un bien natural que se puede utilizar como agua potable y agua medicinal. Además, representa una reserva importante en el ciclo completo del agua.



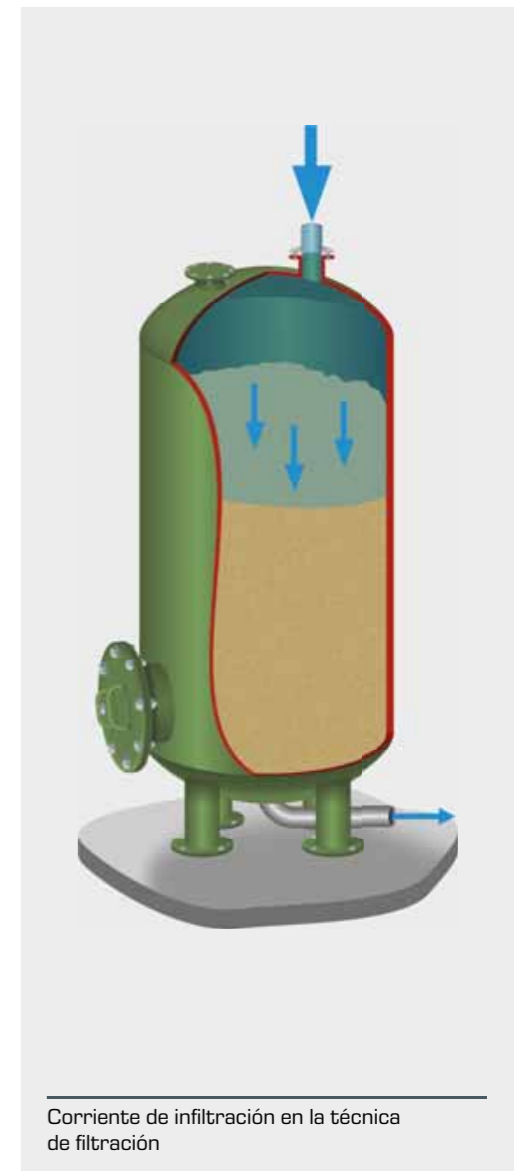
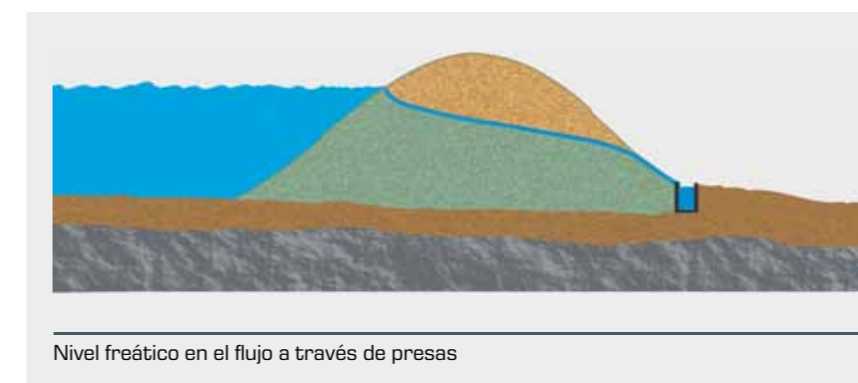
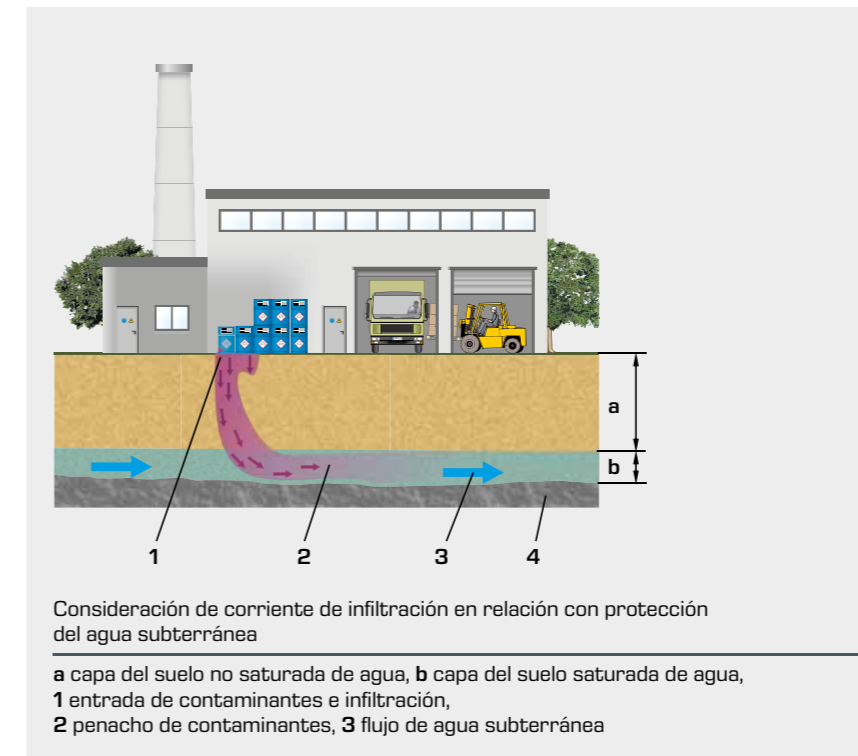
Efecto y aprovechamiento de corrientes de infiltración

El efecto de las corrientes de infiltración cuando fluyen a través de presas o alrededor de estructuras en el agua, desempeña un papel importante en la ingeniería civil. De este modo, p.ej., la presión hidrostática, que se forma en el agua acumulada, puede someter las estructuras a un gran esfuerzo, p.ej., el empuje en estructuras profundas (aparcamiento subterráneo).

El flujo incidente de pozos o instalaciones de drenaje se describe también con las leyes físicas de las corrientes de infiltración.

Para proteger el agua subterránea se debe tener en cuenta las corrientes de infiltración y evitar la contaminación por actividades de construcción, fertilizantes, agentes químicos o aceites minerales.

En la ingeniería se utilizan los procesos del flujo, como se producen en las corrientes de infiltración, para la técnica de filtración. En este caso, para la limpieza o separación de medios se utiliza el fluido del flujo a través de un espacio poroso.



Procesos de flujo en el suelo

Los procesos de flujo se producen en las capas del suelo saturadas de agua, el agua subterránea y el agua acumulada, así como por encima del agua subterránea, en el agua de infiltración.

La causa de los movimientos de agua en el suelo son diferencias de potencial. El agua siempre se mueve de puntos de mayor potencial, es decir, una energía potencial más alta, a puntos con un potencial menor. El movimiento de agua se realiza hasta que se alcanza un equilibrio entre los potenciales.

Precipitaciones, extracción del agua subterránea y evapotranspiración (la evaporación de la superficie libre así como la emisión de vapor de agua de las plantas) interrumpen el equilibrio potencial constantemente. El agua del suelo tiene raras veces un equilibrio estático. El movimiento de agua depende además de la permeabilidad del suelo atravesado por el flujo.

La permeabilidad se describe con el coeficiente de permeabilidad k_f en m/s y depende del tamaño del grano y del espacio poroso útil.

Coeficiente de permeabilidad k_f en m/s áreas de permeabilidad según la norma DIN 18130

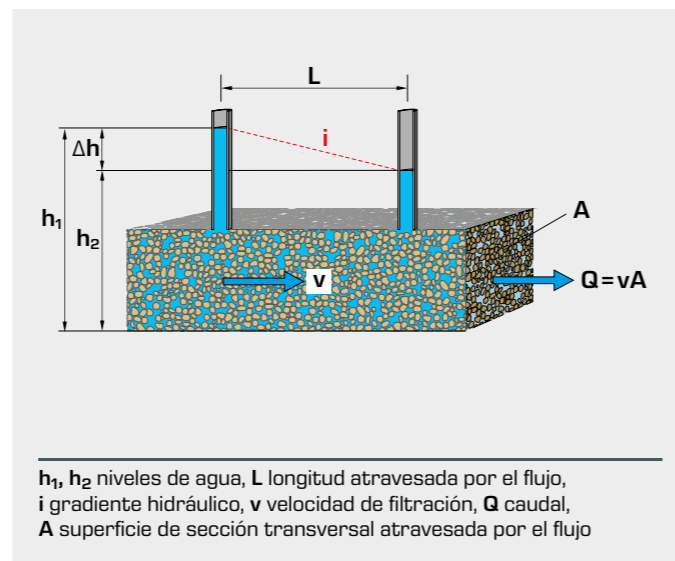
k_f en m/s	Capa del suelo
$< 10^{-8}$	muy poco permeable
10^{-8} a 10^{-6}	escasamente permeable
$> 10^{-6}$ a 10^{-4}	permeable
$> 10^{-4}$ a 10^{-2}	muy permeable
$> 10^{-2}$	extremadamente permeable

Determinación matemática de los procesos de flujo

La determinación exacta de los procesos de flujo resulta difícil debido a la inhomogeneidad del suelo atravesado por el flujo. Para el cálculo de los procesos de flujo se utilizan, por tanto, condiciones ideales. Para la mayoría de los problemas que surgen, la ley de Darcy es lo suficientemente precisa.

De acuerdo con Darcy, la velocidad de filtración v es proporcional a la energía específica Δh que se agota a lo largo de la longitud L . La variable adimensional $\Delta h/L$ se denomina gradiente hidráulico i . La ley de filtración según Darcy se expresa:

$$v = k_f \frac{\Delta h}{L} = k_f i$$



Para aplicar la ley de Darcy, se utiliza un subsuelo homogéneo para toda el área de flujo, en la que principalmente hay un flujo laminar con número de Reynolds 1...10.

$$Re = \frac{d v}{\nu_{fl}} < 10$$

Re número de Reynolds, d diámetro del grano medio, v velocidad,
 ν_{fl} viscosidad cinemática del fluido

Velocidad de filtración en función de la capacidad del suelo en suelos no saturados de agua

v	Capa del suelo	Tamaño del grano
5m/año	grava	2...63mm
2...4m/año	arena	0,063...2mm
1m/año	arcilla gruesa	0,002...0,063mm
algunos cm/año	arcilla	< 0,002mm

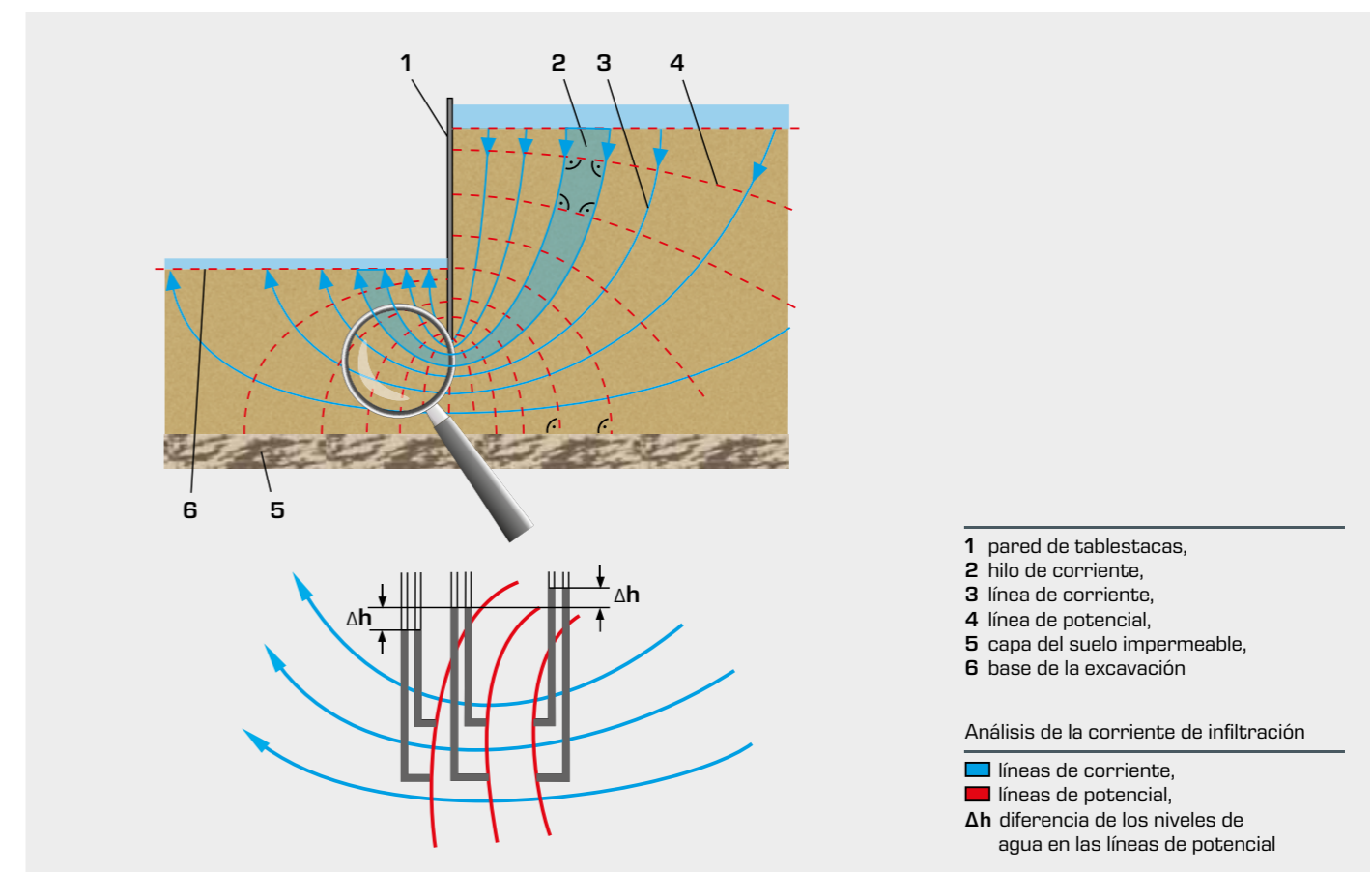
Determinación gráfica de los procesos de flujo

Se puede seguir gráficamente los análisis de la corriente de infiltración a través de una presa, una excavación o bajo un vertedero, así como la determinación del flujo de agua subterránea en sumideros y fuentes con ayuda de una red de flujo, también llamada red potencial. Como fundamento para la determinación de la red de flujo se utiliza igualmente la ley de Darcy. En la evaluación se determinan el caudal de filtración, la distribución de presión en la estructura considerada u otras consideraciones de seguridad.

Estructura de una red de flujo

Las líneas de corriente en la red de flujo se dibujan bidimensionalmente. Las líneas de potencial unen los puntos con el mismo potencial, en este caso los mismos niveles de agua. Las líneas de corriente transcurren perpendicularmente a las líneas de potencial, ya que el agua fluye por el camino más corto del potencial más alto al más bajo.

Flujo de agua subterránea alrededor de una pared de tablestacas



Las corrientes de infiltración no se pueden observar directamente porque se encuentran en medios porosos no visibles. Todos estos procesos solo pueden "visualizarse" en modelos de laboratorio o en instrumentos de medición correspondientes.

Los equipos de ensayo GUNT en este capítulo tratan tanto los procesos de infiltración como también los gradientes hidráulicos de las aguas subterráneas. En los problemas prácticos se estudia y visualiza el impacto de pozos y fosos, así como el efecto en estructuras como muros de contención o paredes de tablestacas.