

Galerías de infiltración



Mejor Riego
para Chile

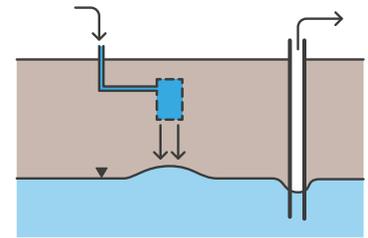
yo
cuido
el agua



Descripción

Las galerías de infiltración suelen tener una profundidad de hasta 2 ó 3 metros y corresponden a zanjas de percolación cubiertas que contienen un medio o una estructura de soporte con espacios vacíos internos para facilitar la infiltración.¹

Este método ocupa menos espacio que las piscinas de infiltración y puede hacer uso del espacio subterráneo (ej: debajo de parques, carreteras, aceras y estacionamientos). Evitan algunos peligros (crecimiento de algas, problemas de olor, plagas de insectos y seguridad pública) al no haber agua descubierta.



Fuente de agua



Agua de lluvia



Desviación de ríos



Escorrentía

Plazos y costos

Tiempo de ejecución (antes de construcción a escala operacional) → 3-12 meses (incluye investigación de escritorio y fase de prueba o piloto)

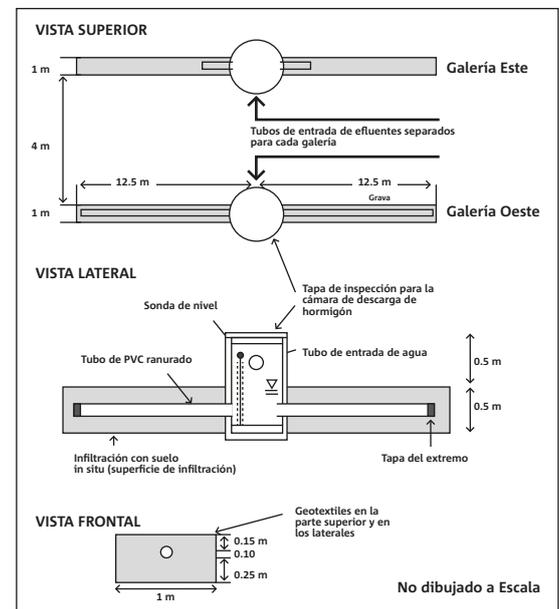
Costo relativamente menor en comparación con pozos (por volumen recargado) → Costo nivelado² \$0.19 USD/m³. Los costos pueden variar dependiendo de si se usa de infraestructura existente o una nueva construcción, la topografía, el subsuelo y el grado y extensión del paisaje.³

Costos de operación, mantención y renovación incluyen → Consumo de energía y materiales, mano de obra, renovación periódica de infraestructura, etc.

Diseño y construcción

Las galerías comúnmente se forran con geotextil permeable⁴ en la parte superior y en los laterales de la cámara (ver esquemática), luego se rellenan con grava u otros áridos y finalmente se cubren con tierra vegetal encima. A menudo una tubería perforada corre a través de la parte superior del medio o estructura de soporte para asegurar la distribución efectiva del agua a través del sistema. Puede ser necesario instalar barras alrededor de las secciones de las galerías para evitar que las raíces crezcan en el sistema y causen bloqueos. Una variación del medio o estructura de soporte utiliza un sistema de cajas plásticas modulares con celdas abiertas que pueden ser colocadas en una zanja o tanque rectangular, típicamente alrededor de 0,5 a 1,5 metros de profundidad.

Durante la fase de diseño del esquema, se requieren mediciones en terreno para determinar las tasas de infiltración. Cuando las galerías se disponen en una zona de recarga superficial, generalmente se utiliza *infiltrómetro de doble anillo*⁵, para zonas de recarga más profundas puede ser necesario realizar *pruebas de medidas puntuales de permeabilidad*⁶ o *pruebas de bombeo* en perforaciones existentes en acuíferos similares en el área.



Esquemática de galerías de infiltración. Fuente: Bekele et al. (2013)

¹ También pueden tomar forma de pozos o tranques subterráneos.

² Los costos nivelados se definen como el nivel constante de ingresos necesario cada año para recuperar la inversión, los gastos operativos y de mantenimiento, durante la vida útil del proyecto dividido por el volumen anual del suministro de agua. Para mayor información sobre esta metodología para estimar el costo del esquema RAG, consultar la sección 5.1.2 Costo nivelado del suministro de agua, en el Informe final CNR 2020.

³ Ross, A., Hasnain, S. (2018). Factors affecting the cost of managed aquifer recharge (MAR) schemes. Sustainable Water Resources Management 4: 179-190.

⁴ Un geotextil, es un material textil polimérico, sintético y permeable que tiene aplicación Geotécnica y/o Hidráulica en diferentes obras civiles.

⁵ Universidad Politécnica de Valencia (s.f) Características del infiltrómetro de doble anillo. Revisado en: 28-02-2020

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7840/AD%20Infiltrometro.pdf>

⁶ Medidas puntuales de permeabilidad conocidas como Slug Test. Fuente: F. Javier Sánchez San Román–Dpto. Geología–Univ. Salamanca (España) (2011) http://hidrologia.usal.es/temas/Slug_tests.pdf

⁷ Farthing, M. W., & Ogden, F. L. (2017). Numerical solution of Richards' Equation: a review of advances and challenges. Soil Science Society of America Journal, 81(6), 1257-1269.

⁸ Argue, J. R. (Editor) 2013, Water Sensitive Urban Design: basic procedures for 'source control' of stormwater – a handbook for Australian practice, Urban Water Resources Centre, University of South Australia, Adelaide, South Australia, in collaboration with Stormwater Industry Association and Australian Water Association. <https://www.unisa.edu.au/siteassets/episerver-6-files/documents/itee/afmg/johnargue-wsud-basic-procedures-for-source-control-student-edition.pdf>

⁹ Department of Water (2007), Best Planning Practice for Stormwater Management, Stormwater Management Manual for Western Australia, Department of Water, Perth, Western Australia https://www.water.wa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/5355/84985.pdf

¹⁰ Bekele, E., Toze, S., Patterson, B., Fegg, W., Shackleton, M., & Higginson, S. (2013). Evaluating two infiltration gallery designs for managed aquifer recharge using secondary treated wastewater. Journal of environmental management, 117, 115-120.

2.3 Galerías de infiltración

En base a los resultados medidos, se puede calcular la tasa de infiltración utilizando la ley de Darcy. También se pueden utilizar cálculos computacionales más avanzados (ej. métodos basados en la ecuación de Richards⁷) realizados por hidrogeólogos, pedólogos o ingenieros debidamente capacitados. Existe una gran variedad de literatura que presenta criterios de diseño más detallados para las galerías de infiltración y estructuras similares.^{8 9 10}

Condiciones relevantes

- **Calidad del agua.** Requieren una fuente de agua de calidad adecuada para reducir la obstrucción. Se prefiere el agua de baja turbidez ya que el mantenimiento (limpieza) de las galerías es más costoso que para estructuras abiertas (ej. piscinas o canales).
- **Características del acuífero.** El acuífero debe ser capaz de recibir y almacenar agua adicional; si no hay espacio disponible en el momento de la recarga, entonces ésta no es viable. Las tasas de recarga deben ser adecuadas para infiltrar el volumen de agua objetivo. Para este método, la presencia de capas de baja permeabilidad debajo de la estructura puede afectar las tasas de infiltración. Este método se aplica comúnmente en suelos arenosos que cubren un acuífero transmisivo (sedimentos no consolidados, arena, grava). Es necesario evaluar si otros usuarios de aguas subterráneas o ecosistemas conectados podrían verse afectados negativamente por las operaciones de recarga, a fin de reducir los potenciales impactos y riesgos asociados.

Monitoreo

El parámetro más crítico para monitorear es las tasas de infiltración, ya que permite determinar si el sistema está logrando objetivos de rendimiento y cuantificar el beneficio de su operación. Esto implica saber cuánta agua se captura y recarga, y cuánta se recupera (cuando corresponda). Una reducción marcada en las tasas de infiltración indicará la necesidad de remediación del suelo para remover la obstrucción. También es posible que se requiera un mayor nivel de pretratamiento del agua antes de la infiltración.

Es importante comprender la calidad de la fuente de agua, en particular la turbidez o los Sólidos Suspendedos Totales (SST), para diseñar el esquema de recarga. La calidad del agua aceptable varía de un sitio a otro generalmente dependiendo de condiciones locales del acuífero. En Australia se aplica un

valor guía máximo de 10 mg/l para SST, carbono orgánico total y nitrógeno total para la fuente de agua a recargar, esto para evaluar los riesgos de colmatación en las fases tempranas de la investigación.¹¹

Se necesita al menos un pozo de monitoreo dentro de la zona de influencia de la recarga para medir su impacto en el nivel freático. Idealmente, debe haber más de un pozo de monitoreo disponible para la medición. Los medidores de presión *in situ* se pueden usar para recopilar de manera eficiente datos útiles en series de tiempo sobre los niveles de agua. Es importante recopilar datos de línea base para separar las fluctuaciones naturales del nivel freático de las señales de las operaciones de recarga.

Caso de aplicación: Galerías de infiltración en Perth, Australia



Galerías de infiltración utilizando un sistema de cajas para la cosecha y la recarga de escorrentía urbana en la ciudad de Mandurah, Australia. Fuente: Foto iz: Department of Water, Western Australia (2007); Foto der: Grahame Heal, City of Mandurah (2004);¹²



Existen muchos ejemplos de galerías de infiltración en Perth, Australia, donde los suelos y los acuíferos arenosos son excesivamente extensos en gran parte de la ciudad. La escorrentía superficial se dirige al sistema de recarga atravesando algún material filtrante como pretratamiento. Las galerías generalmente tienen una tubería de desbordamiento para eventos de tormentas considerables. Hay una gama de productos que tienen varias capacidades de soporte de peso para que la superficie del sistema pueda ser usada para áreas de parque o estacionamiento de vehículos. Estos sistemas pueden combinarse para tratar una gran área. Un buen ejemplo es de la localidad de Mandurah en el sur de Perth, que utiliza un sistema de cajas debajo de un parque.¹²

¹¹ NRMCC-EPHC-NHMRC (2009). Australian Guidelines for Water Recycling (Phase 2): Managed Aquifer Recharge. (Natural Resource Ministerial Management Council, Environment Protection and Heritage Council and National Health and Medical Research Council), Canberra. <https://www.waterquality.gov.au/guidelines/recycled-water#augmentation-of-drinking-water-supplies-phase-2>

¹² Department of Water (2007), Best Planning Practice for Stormwater Management, Stormwater Management Manual for Western Australia, Department of Water, Perth, Western Australia https://www.water.wa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/5355/84985.pdf