

Recarga Hídrica en Base a Captura e Infiltración de Aguas Lluvia

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS



Cedric Little, PhD
FIC UAI
cedric.little@uai.cl

Diagnóstico

- Cambio climático, Región Metropolitana tornando a zona árida
- Baja progresiva de los niveles estáticos de agua en los pozos

Cambios en el régimen de lluvias



Máximo de precipitación en 24 horas en Invierno

**1er
lugar**

190.6 mm
29/Jul/2001

Valparaíso
Estación Faro Punta Ángeles



**2do
lugar**

175.4 mm
9/Jun/1984

Valdivia
Estación Aeródromo Pichoy




Nota: 1er y 2do lugar de Invierno, solo considerando estaciones DMC y Armada de Chile, para el período entre 1980 y 2018

Meteochile Blog

Cambio de régimen de lluvias (que se ha vuelto menos frecuente y más intensa)

- aumento de agua que escurre superficialmente, infiltra menos, termina en ríos y así descarga en el mar.
- suelos no logran integrar agua a napas subterráneas y su humedad superficial se pierde por evapotranspiración en los días siguientes.



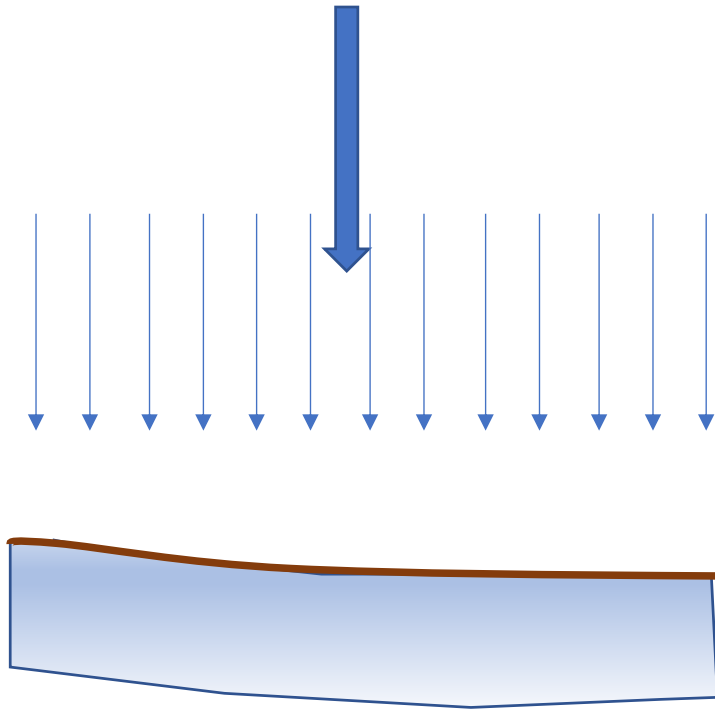


Típica situación en predios: días soleados tras lluvia y el agua acumulada no es infiltrada y se perderá por evaporación

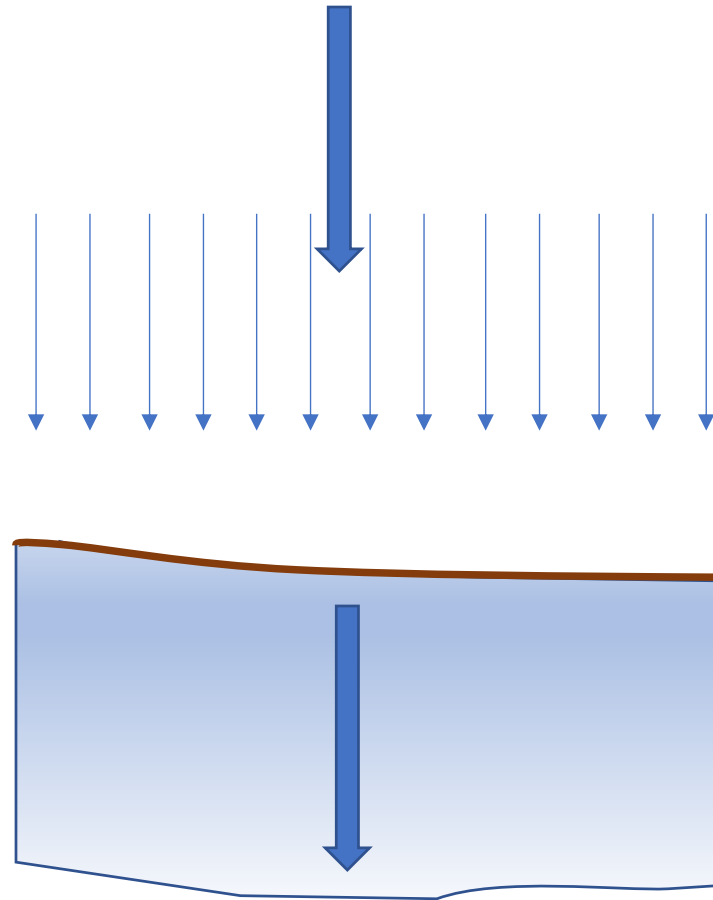
Adicionalmente, estas pozas generan problemas y pérdidas



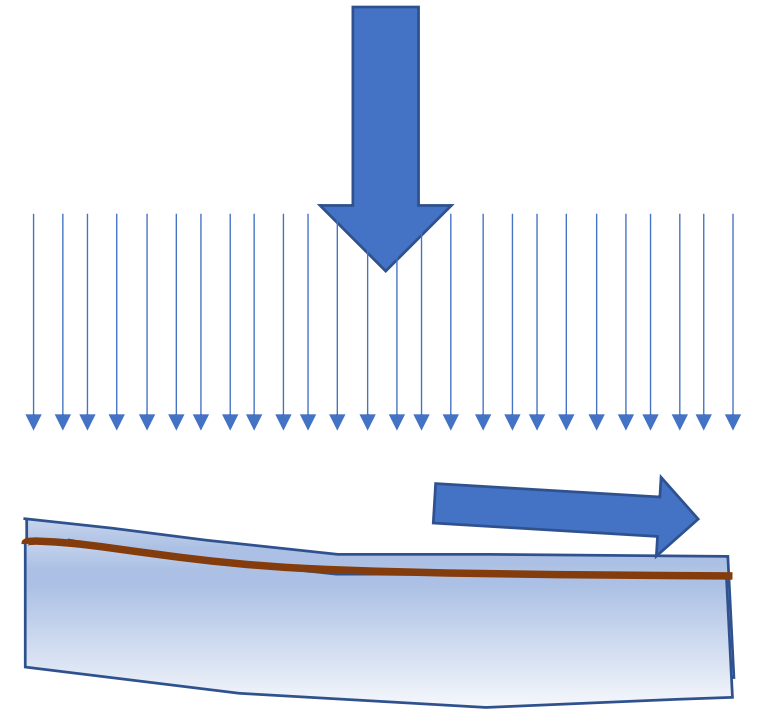
Se puede notar que aún tras lluvia reciente los suelos a unos cm de profundidad ya están secos



Al inicio lluvia satura los primeros cms. de suelo.

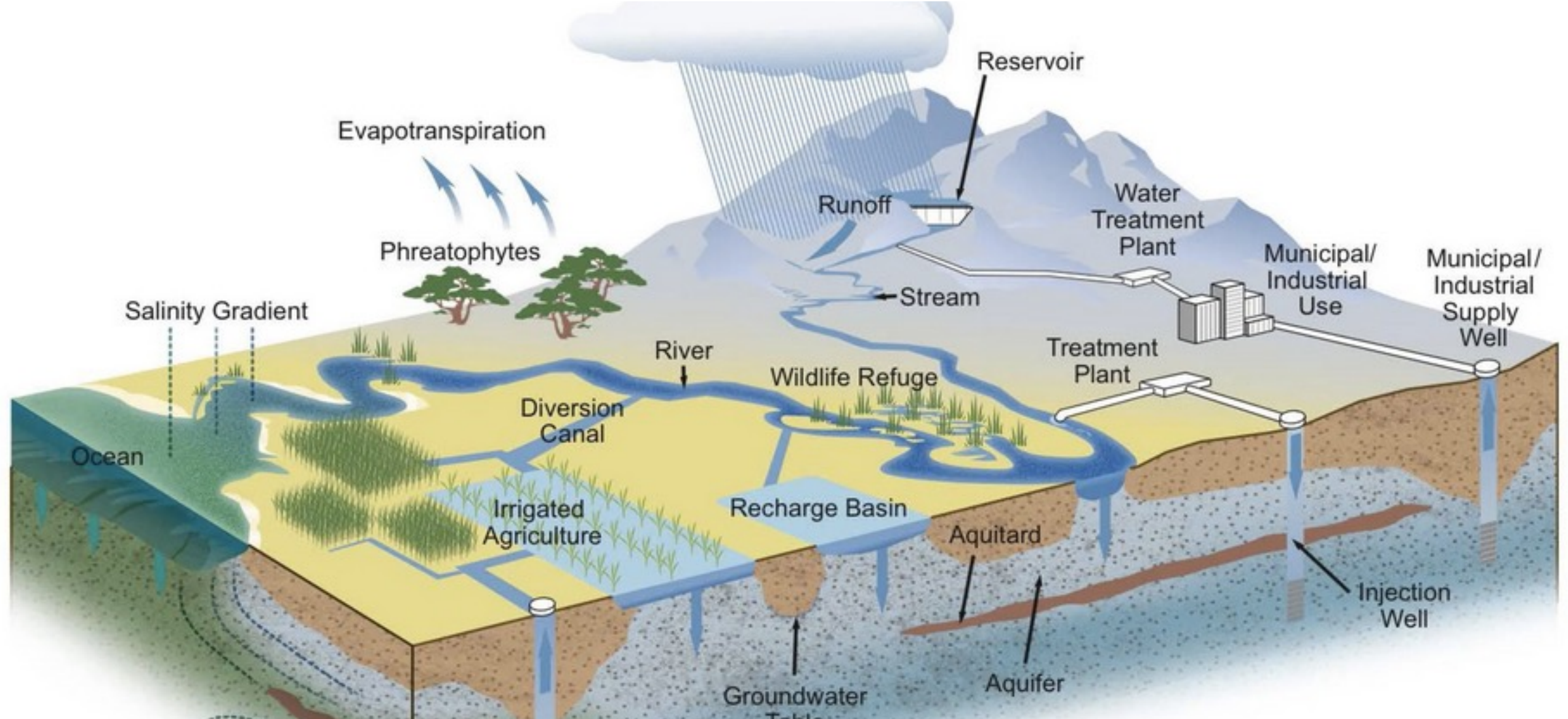


Si la lluvia prosigue de modo débil durante horas/días, lentamente ocurre la recarga.



Si la lluvia es intensa, existirá escurrimiento y no habrá tiempo para recarga efectiva.

Fuente de aguas es por deshielo y precipitaciones



En la zona central y norte del país la evaporación/evapotranspiración anual es superior a los 1000 milímetros, y sus precipitaciones son menores a ellas.



El 84% del agua de Chile corre hacia el mar sin ser aprovechada



El 84% del agua se pierde en el mar

Felipe Martin, experto en recursos hídricos:

“Somos un país rico en agua pero muy pobre en infraestructura hídrica para almacenarla”

El 84% del agua de los ríos de Chile corre hacia el mar sin ser aprovechada, lo que se suma al cambio climático que ha disminuido las lluvias en un 15% durante los últimos 50 años.

-¿Cómo nace la idea en la Sociedad del Canal de Maipo de infiltrar agua al acuífero si la organización administra agua superficial y no agua subterránea?

JLF: -La asociación ha sido pionera en muchas cosas. Es la primera organización de usuarios del agua en Chile (1827), la gestora del Canal San Carlos, los primeros en hidrogenación de pasada en canales de riego, etc. En este caso, la demanda de agua ha aumentado en nuestra zona y hay estudios que muestran que en Chile el 84% del agua se va al mar. Queremos que nuestros asociados sean mas eficientes en el uso de sus aguas y la infiltración permitiría que en períodos de baja demanda el agua permanezca en el valle.

Soluciones para capturar/infiltrar agua

Recarga/Infiltración de acuíferos

Fuente/origen del agua a infiltrar

Ríos, cauces, flujos superficiales

Regulación
Calidad
Dominio/Propietario

Otras fuentes/pozos/tranques

Aguas lluvias

Infiltración/Captura directa

Volumen de agua caído por precipitaciones/lluvias.

En 1 hectárea (10.000 m²) con 250 mm anual: 2.500 m³ anual

Factores

Pérdidas por evaporación y arrastre (T, viento, etc.)

Humedad en suelos (varios mm por lluvia) que se evapora después

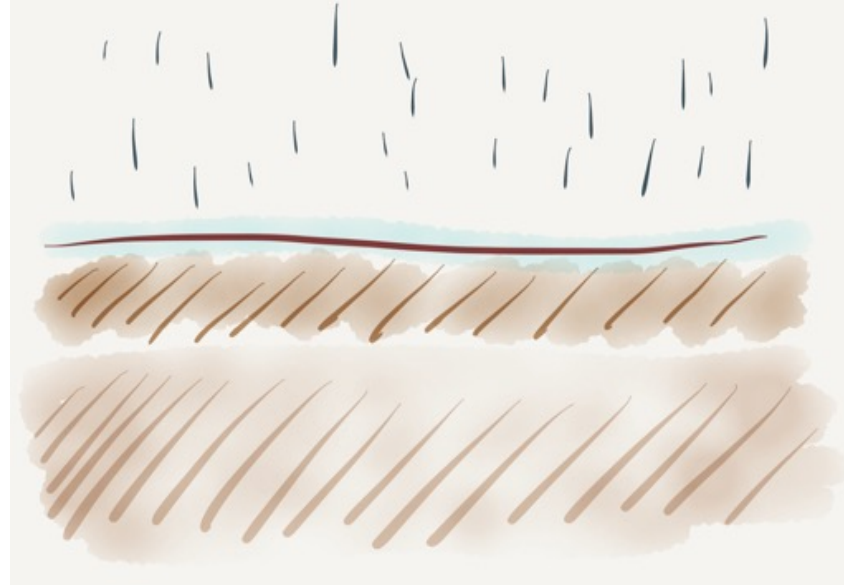
Escorrentía (entra/sale terreno) aumenta/disminuye

Estudios permiten estimar que **escurrimiento** frecuentemente será de 15% para suelos porosos/permeables a 50-85% en suelos lisos/poco permeables.

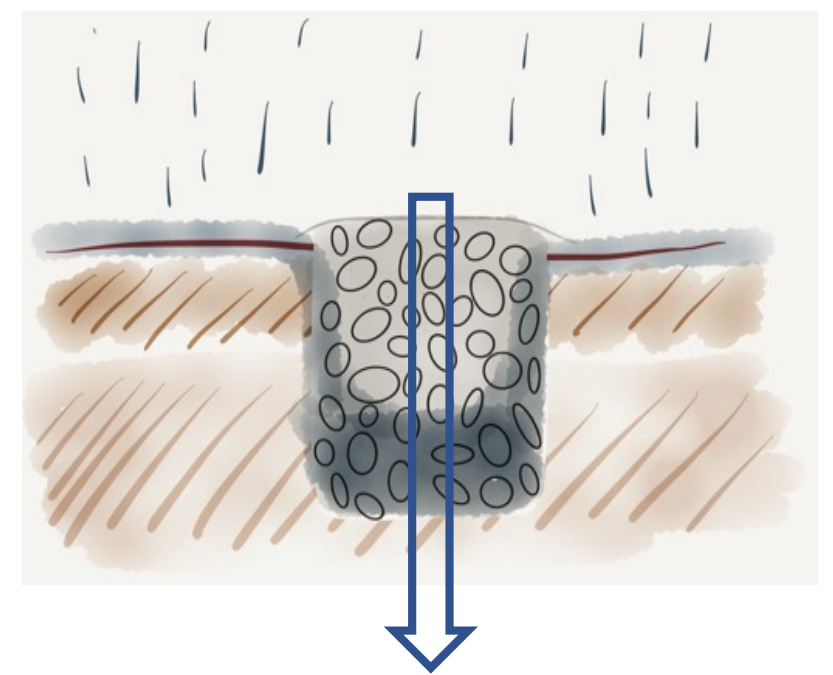
Por hectárea se puede esperar capturar de 375 a 2125 m³, anualmente.



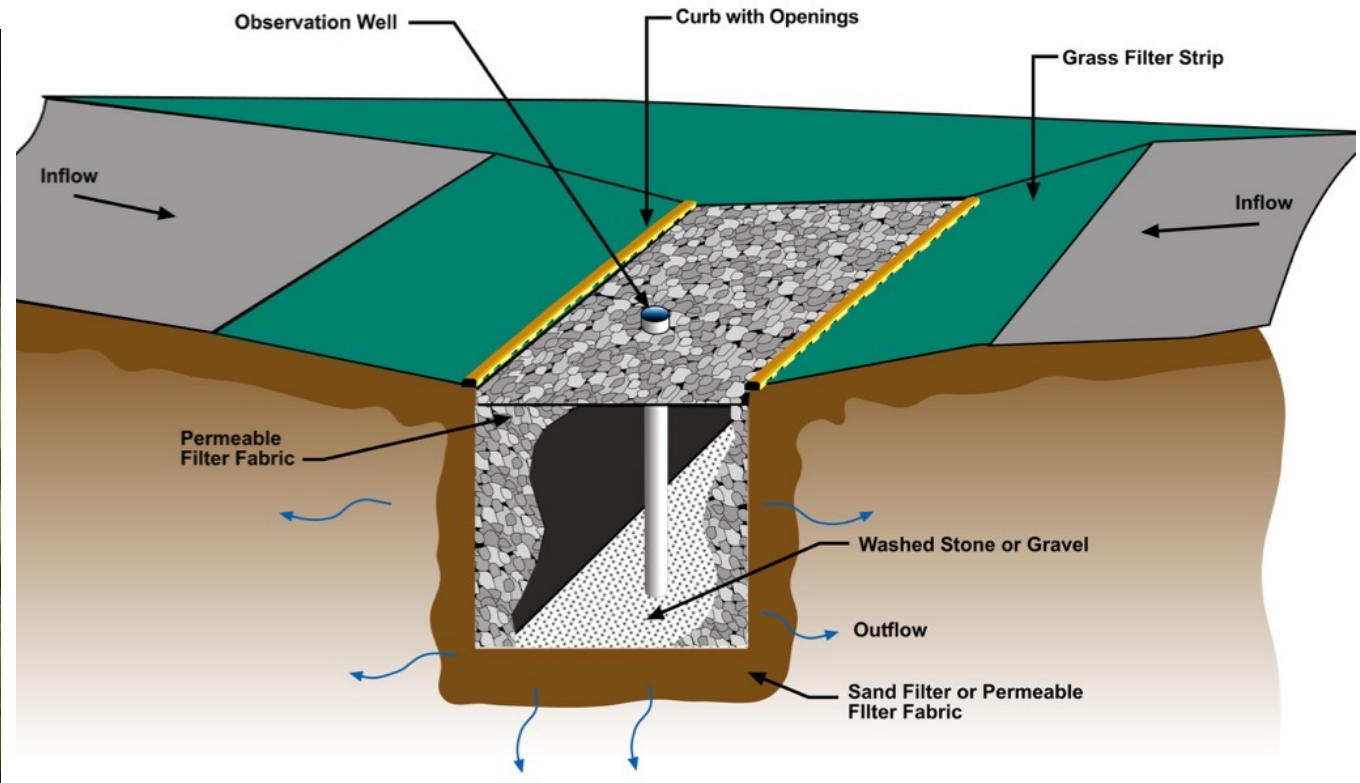
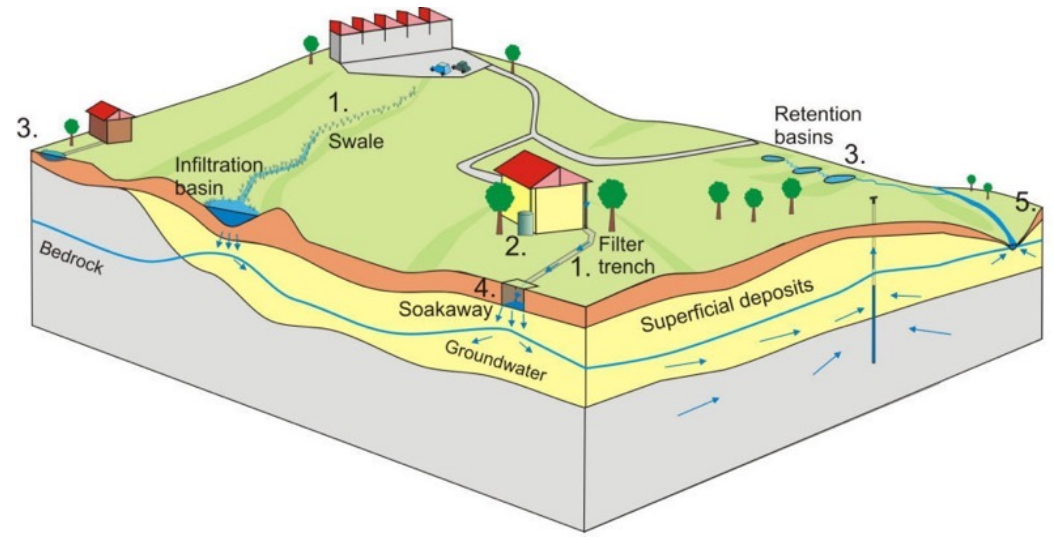
Perfil de suelo típico, donde destaca una zona impermeable cerca de la superficie y más abajo una permeable.



En situaciones de lluvia breve e intensa, el agua se acumula en la superficie, pero no logra descender por esta barrera impermeable, evaporándose días después

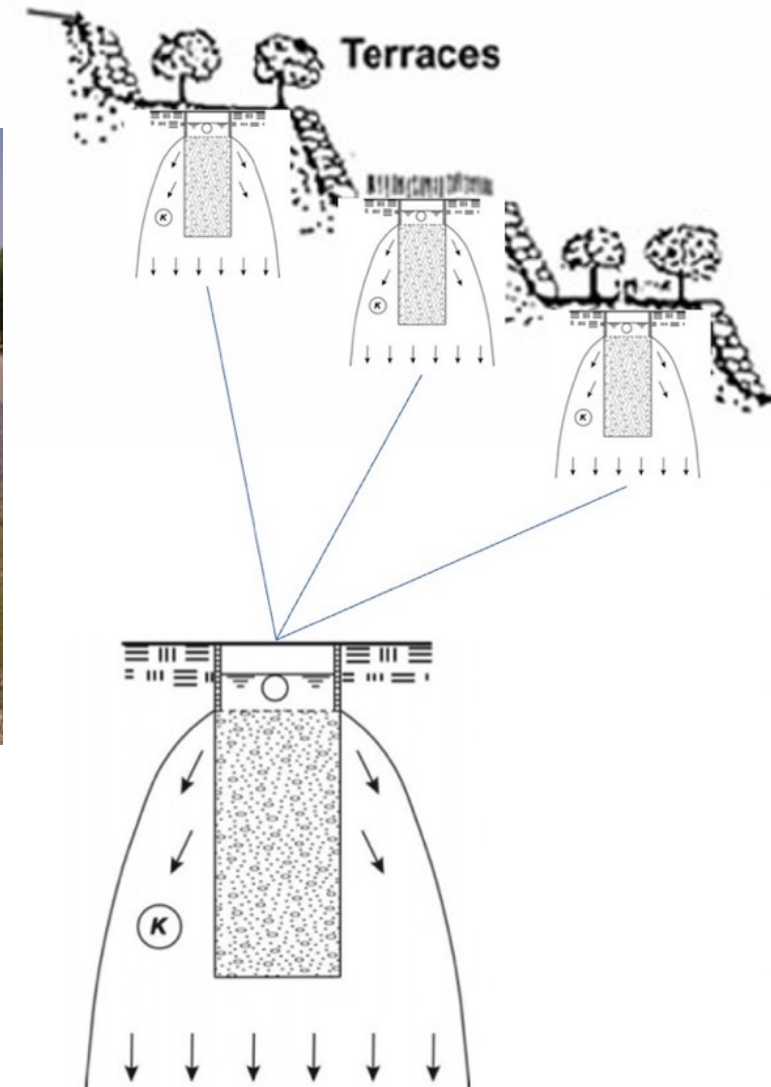
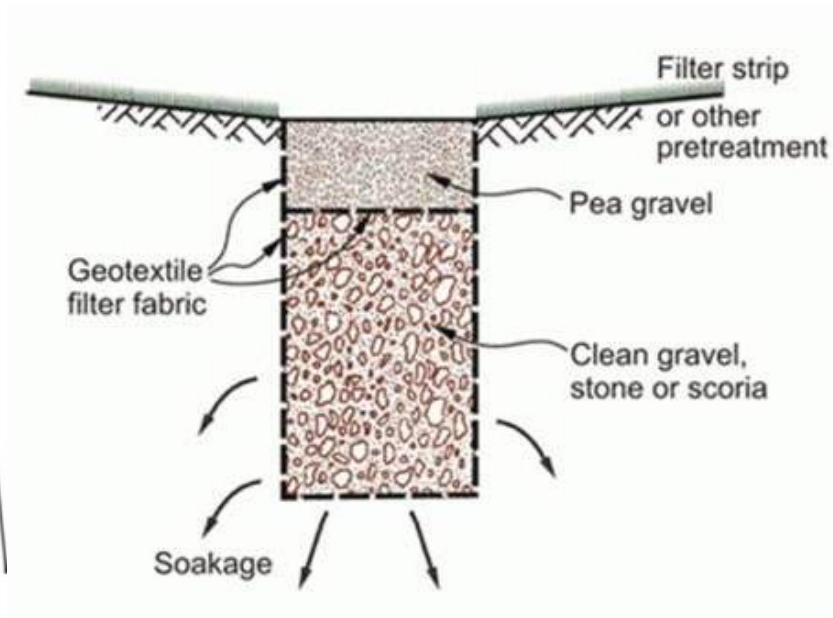
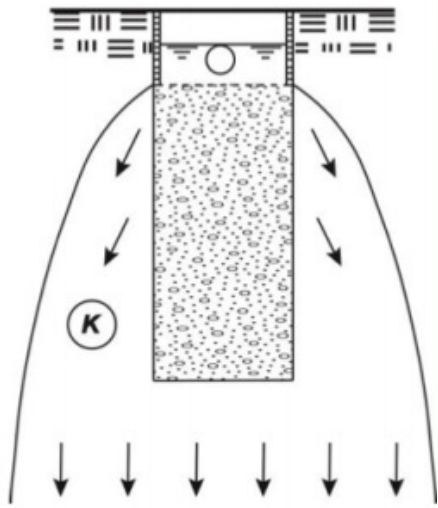


Un elemento de infiltración permite que grandes flujos de agua descendan durante las lluvias y se integren a las napas subterráneas.

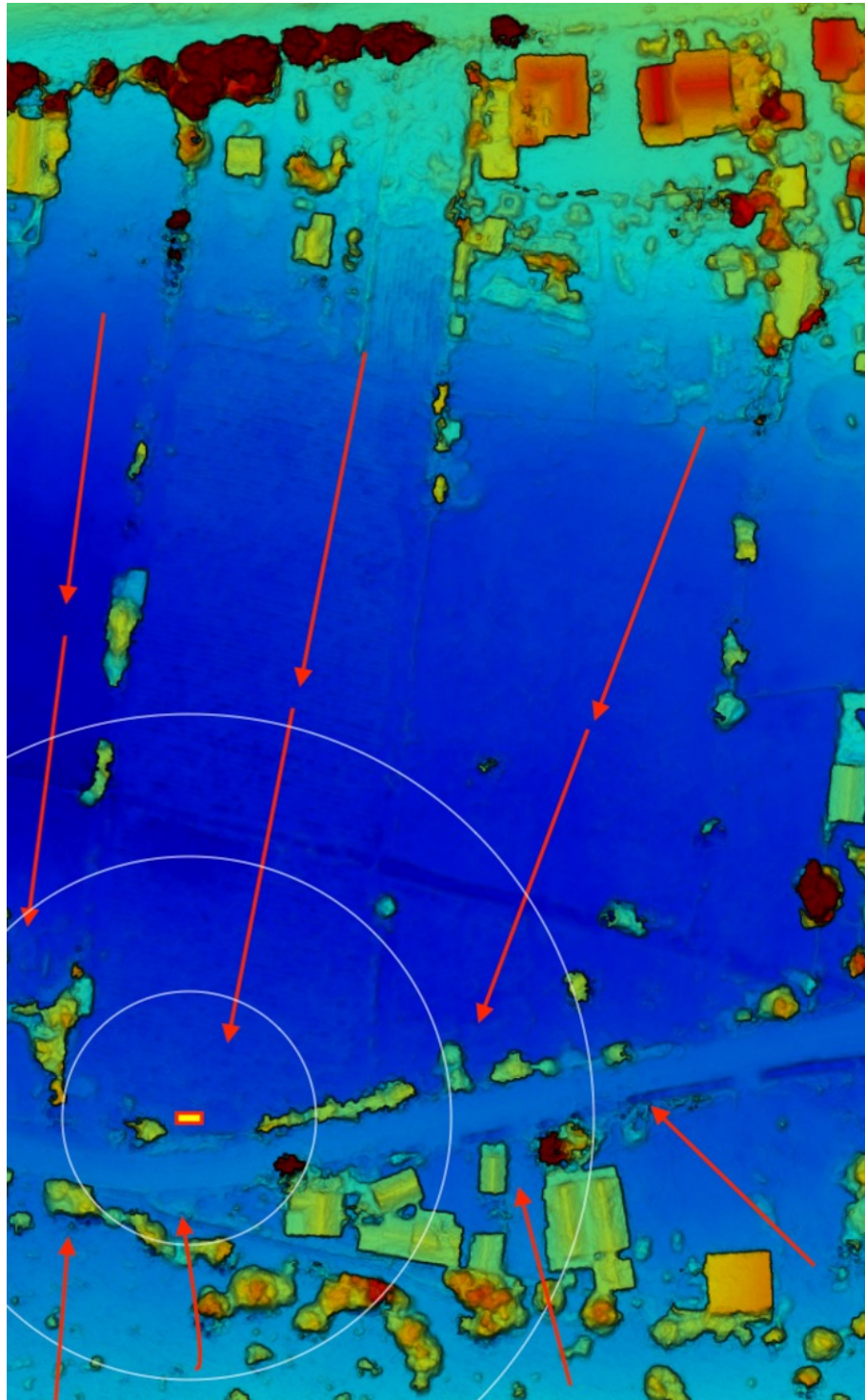


INFILTRATION TRENCH

Drenes de Infiltración



Permite geometrías puntuales, lineales o de área



El agua escurrirá hacia el sur (parte baja de la fotografía) como lo indican las flechas rojas, y tenderá a ingresar por el elemento de infiltración (rectángulo amarillo).

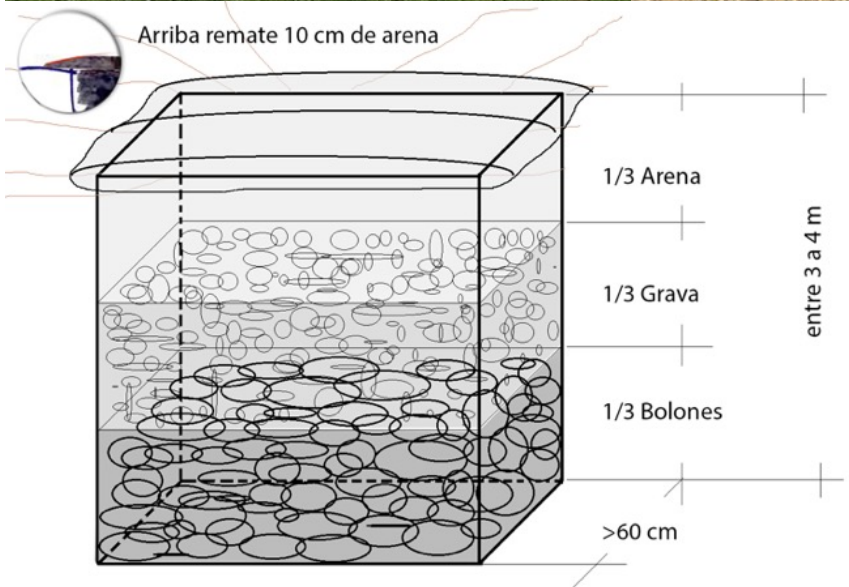
Factores importantes para el diseño del sistema de recarga hídrica.

- Historia del terreno.
- Topografía.
- Suelos superficiales.
- Suelos/estratos subterráneos.
- Pérdidas por evapotranspiración.
- Estabilización de los sedimentos que trae el agua.
- Ubicación del dren.
- Forma de los drenes.
- Relleno del dren.
- Cuidado y mantención.

Requerimientos para un diseño efectivo.

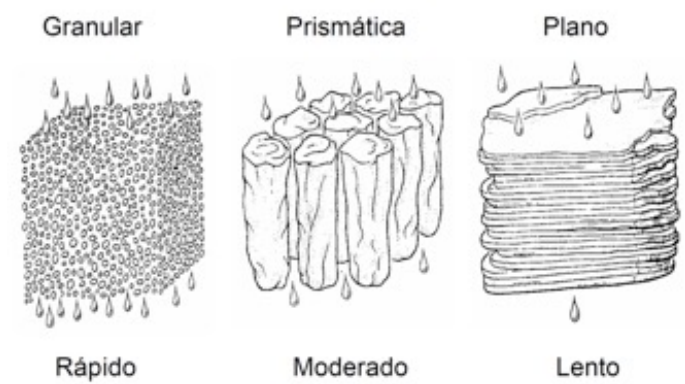
- Levantamientos topográficos y de uso de suelos.
- Muestreo de suelos sondajes/infiltrómetros.
- Modelación/Simulación Escurrimiento.
- Diseño .
- Modelación/Simulación Recarga.
- Obras.

Diseño y trabajos para habilitación del paso del agua.



Velocidades de infiltración cientos de veces más rápida que suelo normal.

El suelo es crítico.



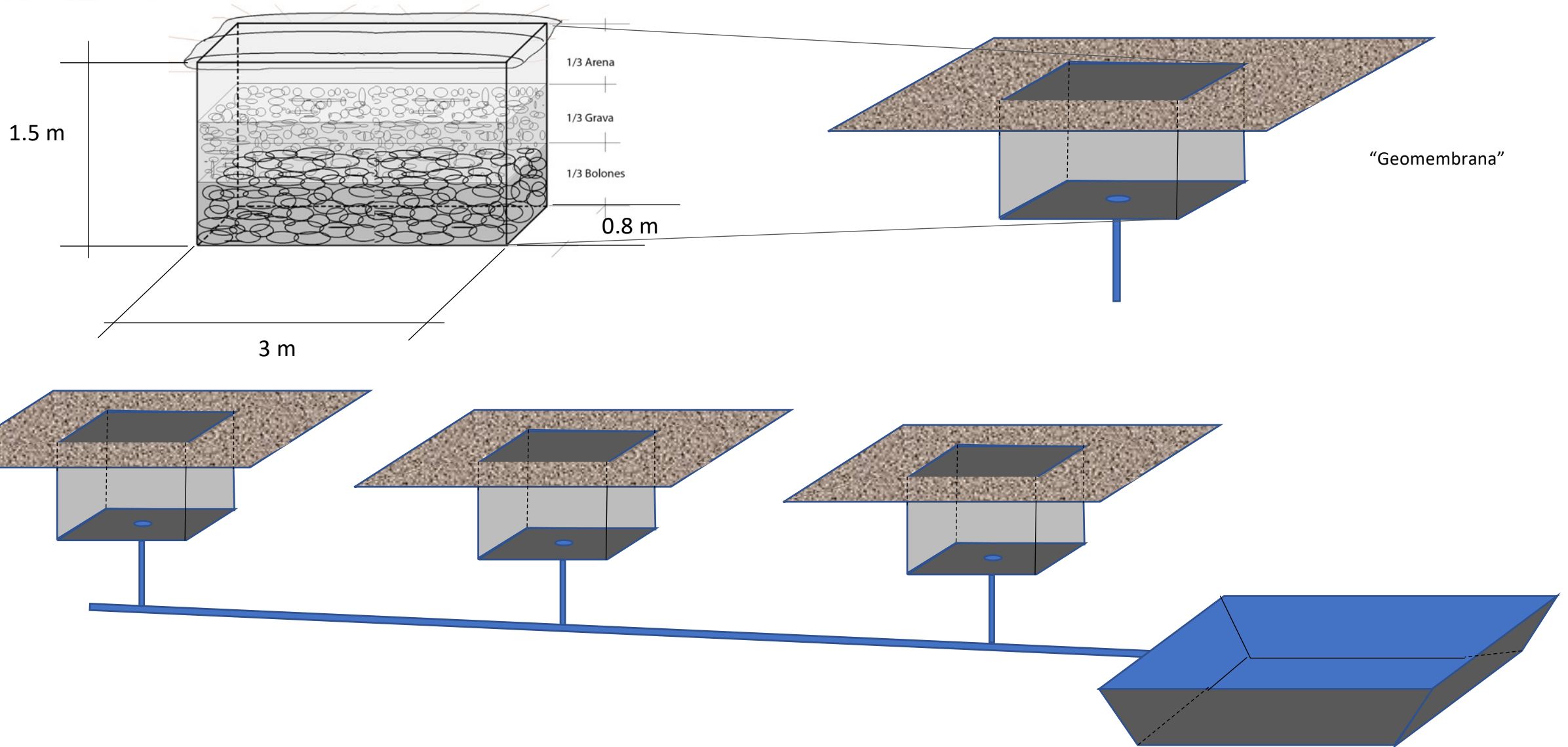


MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE



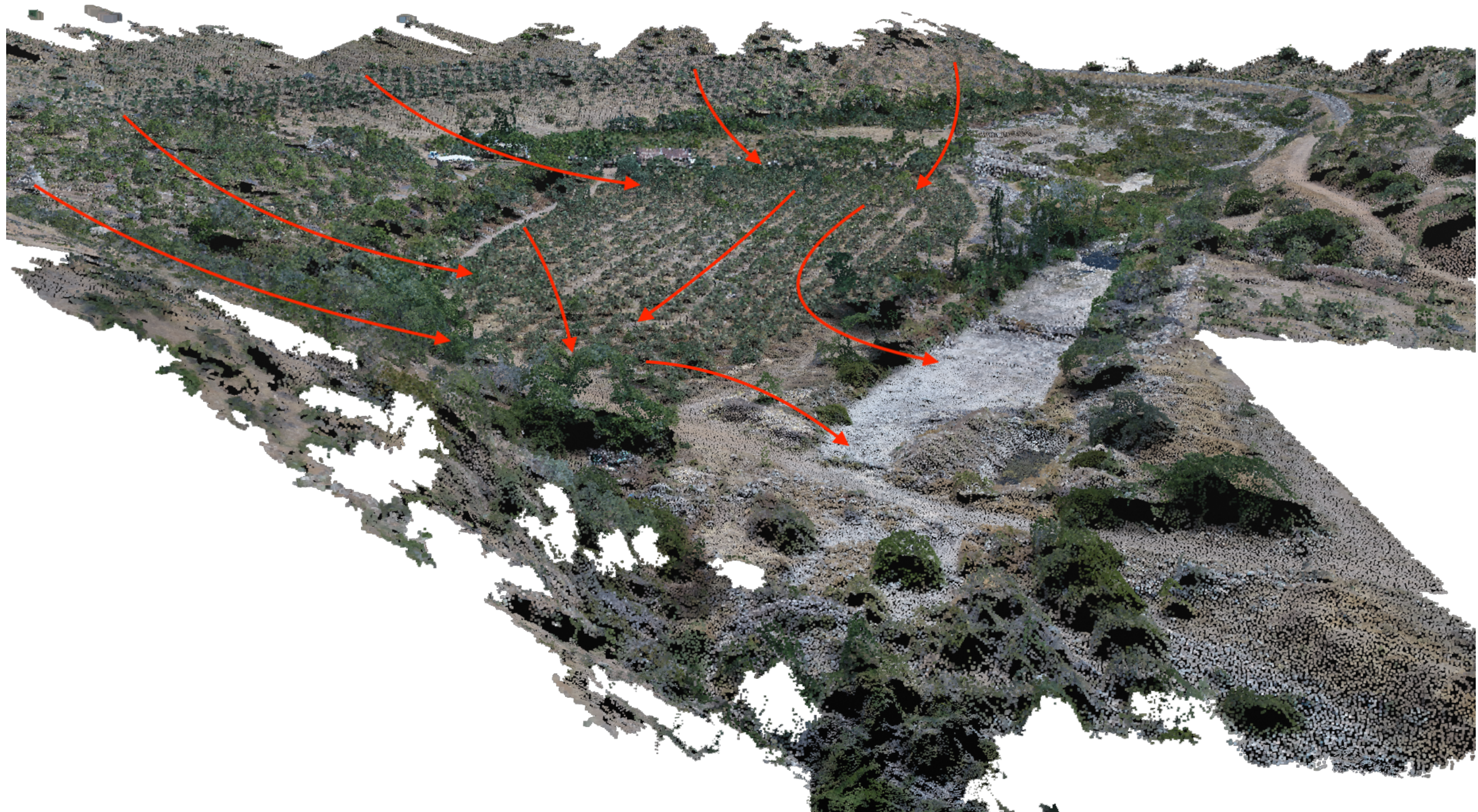


“Zona de calma”













GEOMATIKA: Sistema de información geográfica de la fruticultura chilena

GEOMATIKA: Sistema de información geográfica de la fruticultura chilena

LADERAS

Precipitaciones 29-01-21 al 30-01-21 Estaciones meteorológicas FDF Precipitación actual / histórica Grados día

Precipitaciones 30-01-21 al 31-01-21 Precipitaciones 29-01-21 al 30-01-21 Estaciones meteorológicas FDF Precipitación actual / histórica Grados día

Evento de precipitaciones acumuladas desde las 8:00 am del día 29 de enero a las 8:00 am del día 30 de enero 2021

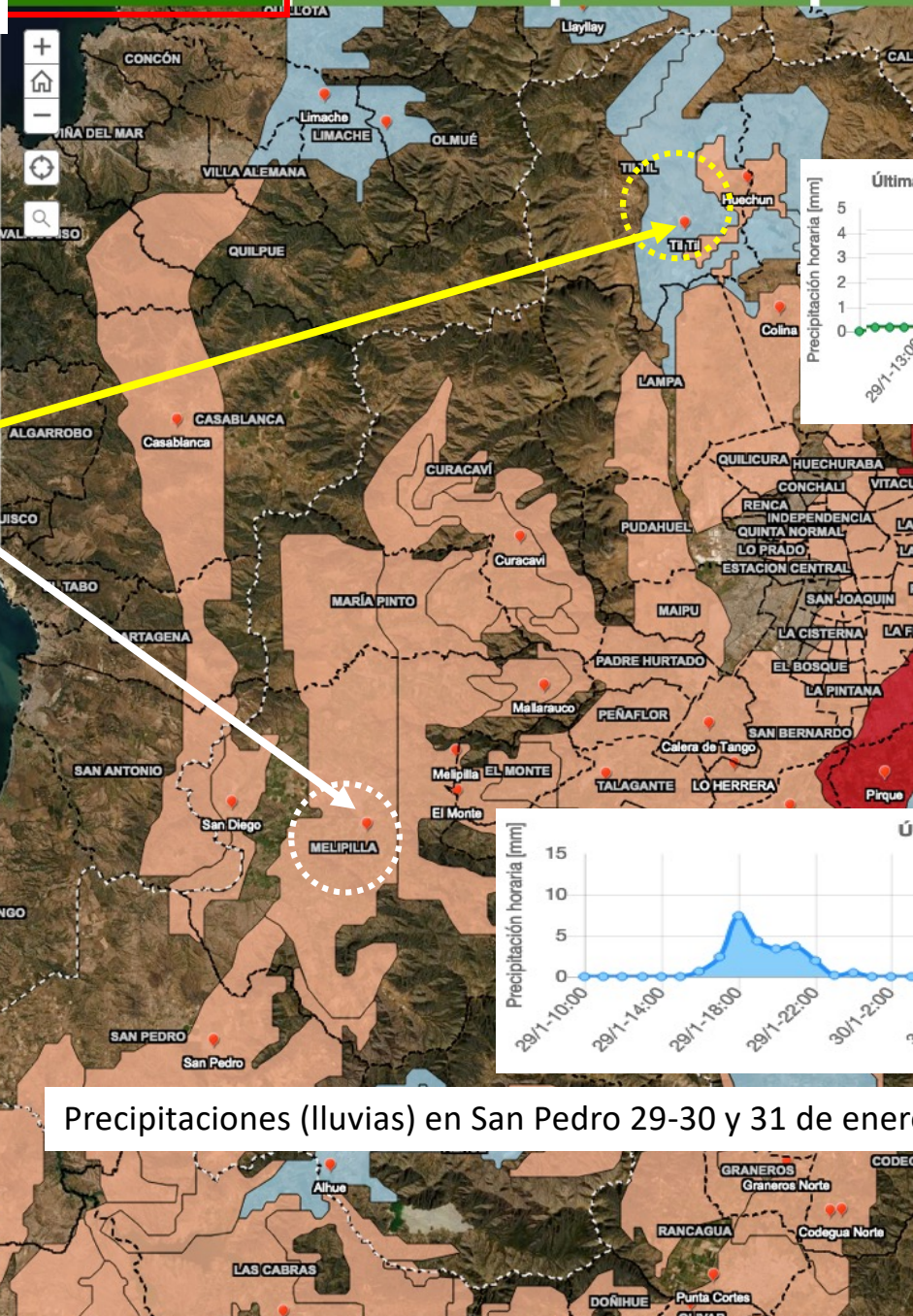
Evento de precipitaciones acumuladas desde las 8:00 am del día 30 de enero a las 8:00 am del día 31 de enero 2021

Estación meteorológica FDF

Evento precipitaciones 29-01-21 a 30-01-21

Precipitaciones (mm) promedio de las estaciones en el área

- > 35 mm
- > 20 - 35 mm
- > 5 - 20 mm
- 0 - 5 mm



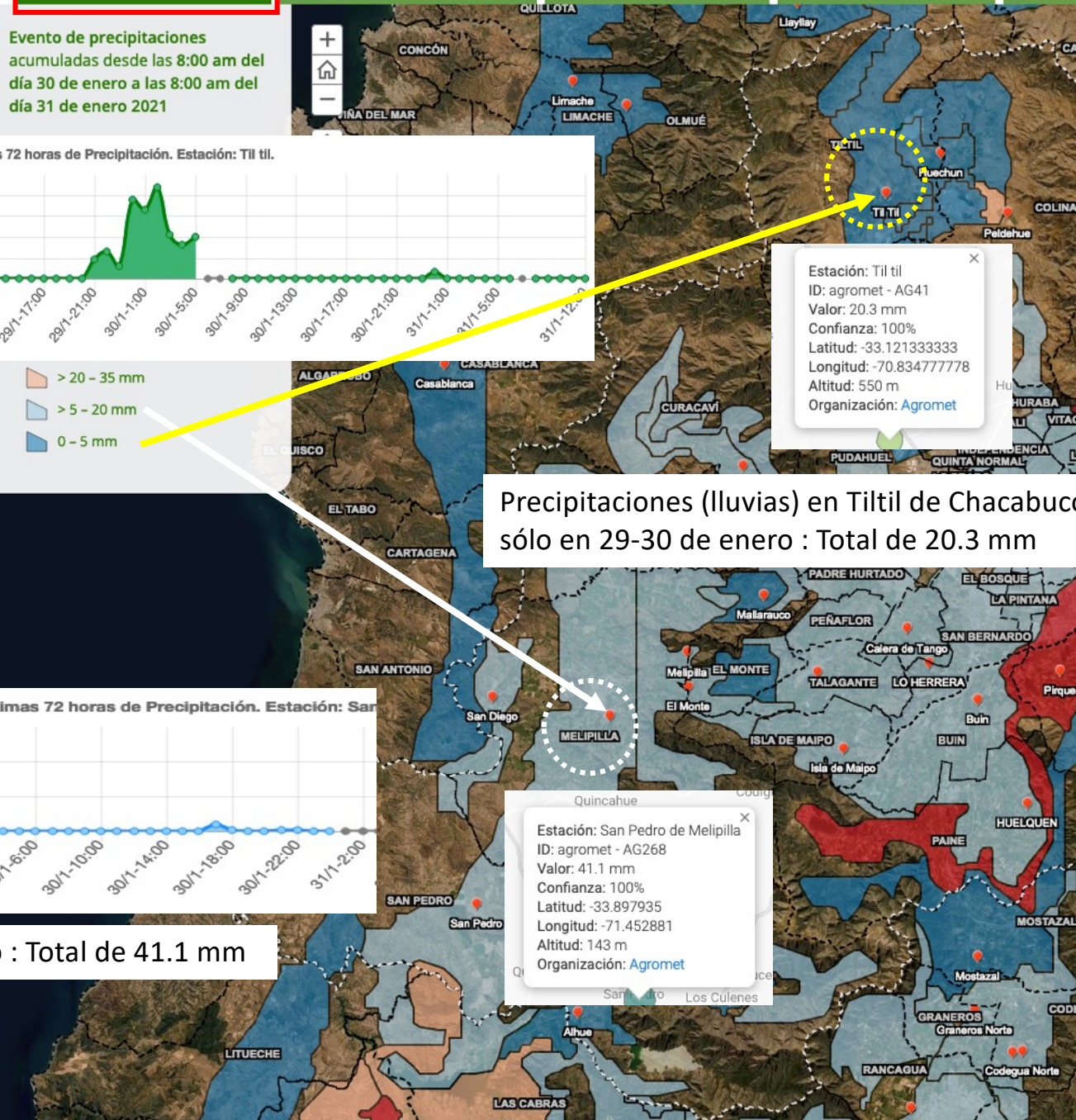
Estación: Tiltil
 ID: agromet - AG41
 Valor: 20.3 mm
 Confianza: 100%
 Latitud: -33.121333333
 Longitud: -70.834777778
 Altitud: 550 m
 Organización: Agromet

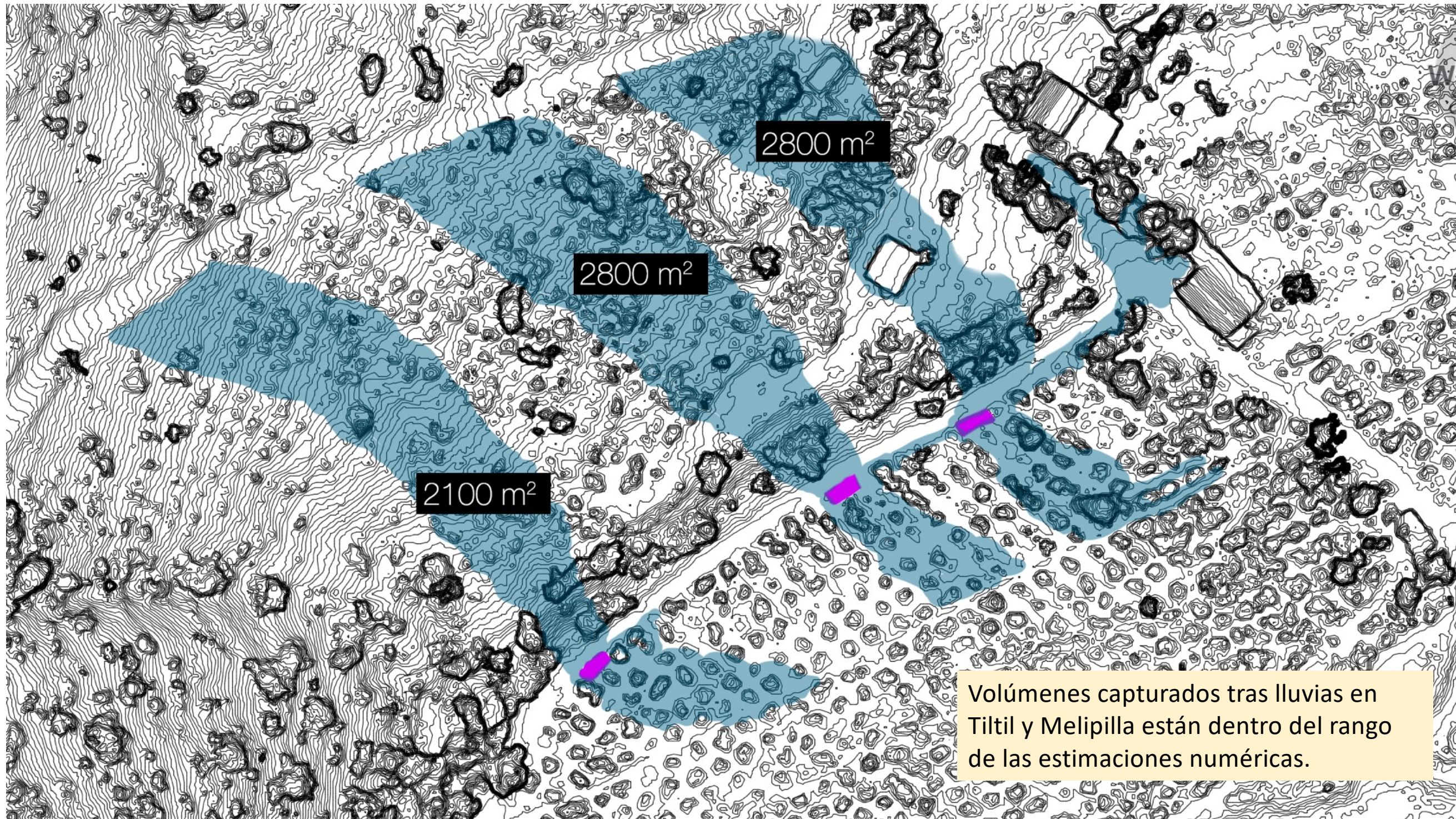
Precipitaciones (lluvias) en Tiltil de Chacabuco sólo en 29-30 de enero : Total de 20.3 mm



Estación: San Pedro de Melipilla
 ID: agromet - AG268
 Valor: 41.1 mm
 Confianza: 100%
 Latitud: -33.897935
 Longitud: -71.452881
 Altitud: 143 m
 Organización: Agromet

Precipitaciones (lluvias) en San Pedro 29-30 y 31 de enero : Total de 41.1 mm





2800 m²

2800 m²

2100 m²

Volúmenes capturados tras lluvias en Tiltil y Melipilla están dentro del rango de las estimaciones numéricas.

VALLE/PLANO



VALLE/PLANO

Volumen por 100 mm de lluvia caídos por hectárea = 1000m³

Volumen Capturado = Volumen * C

C = Runoff Coefficient

C en el campo = .1 ~ .4

Si se cuenta con 100 hectáreas (1km²), con las lluvias de la zona central y un C=.15 se podría capturar :

>>> 100 x 1000 x .15 = 15 mil m³ anuales.

Suelos lisos, menos porosos, arcillosos, aumenta el escurrimiento.

A-382.36 (4)-2. RUNOFF COEFFICIENTS. Tables Detail A and B are for using the rational formula.

DETAIL A: RUNOFF COEFFICIENTS (C), RATIONAL FORMULA

Land Use	Percent Imper-vious Area	Design Storm 24-Hour Event	Hydrologic Soil Group											
			A			B			C			D		
			Slope Range (%)			Slope Range (%)			Slope Range (%)			Slope Range (%)		
			0-2	2-6	> 6	0-2	2-6	> 6	0-2	2-6	> 6	0-2	2-6	> 6
Industrial	90	2- and 10-year	0.67	0.58	0.68	0.68	0.68	0.69	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70
		25-, 50-, and 100-year	0.85	0.85	0.86	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86
Commercial	95	2- and 10-year	0.71	0.71	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
		25-, 50-, and 100-year	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Residential: gh-density (>6 units/acre)	60	2- and 10-year	0.47	0.49	0.50	0.48	0.50	0.52	0.49	0.51	0.54	0.51	0.53	0.56
		25-, 50-, and 100-year	0.58	0.60	0.61	0.59	0.61	0.64	0.60	0.62	0.66	0.62	0.66	0.69
Medium-density (2-6 units/acre)	30	2- and 10-year	0.25	0.28	0.31	0.27	0.30	0.35	0.30	0.33	0.38	0.33	0.36	0.42
		25-, 50-, and 100-year	0.33	0.37	0.40	0.35	0.39	0.44	0.38	0.42	0.49	0.41	0.45	0.54
Low-density (0.7-2 units/acre)	15	2- and 10-year	0.14	0.19	0.22	0.17	0.21	0.26	0.20	0.25	0.31	0.24	0.28	0.35
		25-, 50-, and 100-year	0.22	0.26	0.29	0.24	0.28	0.34	0.28	0.32	0.40	0.31	0.35	0.46
Agriculture	5	2- and 10-year	0.08	0.13	0.16	0.11	0.15	0.21	0.14	0.19	0.26	0.18	0.23	0.31
		25-, 50-, and 100-year	0.14	0.18	0.22	0.16	0.21	0.28	0.20	0.25	0.34	0.24	0.29	0.41
Open Space	2	2- and 10-year	0.05	0.10	0.14	0.08	0.13	0.19	0.12	0.17	0.24	0.16	0.21	0.28
		25-, 50-, and 100-year	0.11	0.16	0.20	0.14	0.19	0.26	0.18	0.23	0.32	0.22	0.27	0.39
Freeways and Expressways	70	2- and 10-year	0.57	0.59	0.60	0.58	0.60	0.61	0.59	0.61	0.63	0.60	0.62	0.64
		25-, 50-, and 100-year	0.70	0.71	0.72	0.71	0.72	0.74	0.72	0.72	0.73	0.76	0.75	0.78

Source: Wisconsin department of transportation (WDOT), Facilities Development Manual (July 2, 1979), Procedure 13-10-5.

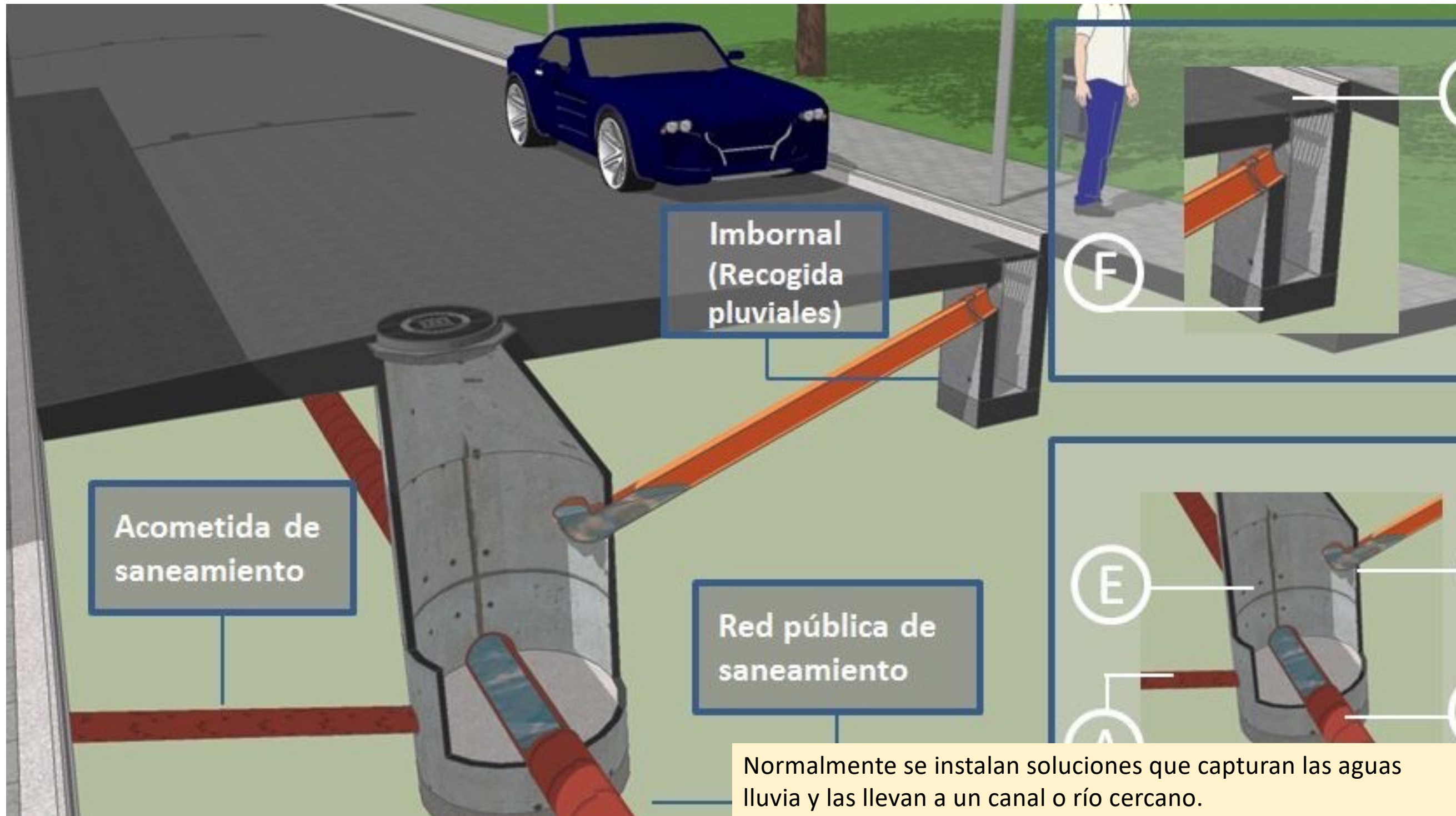
Agua y Urbanismo



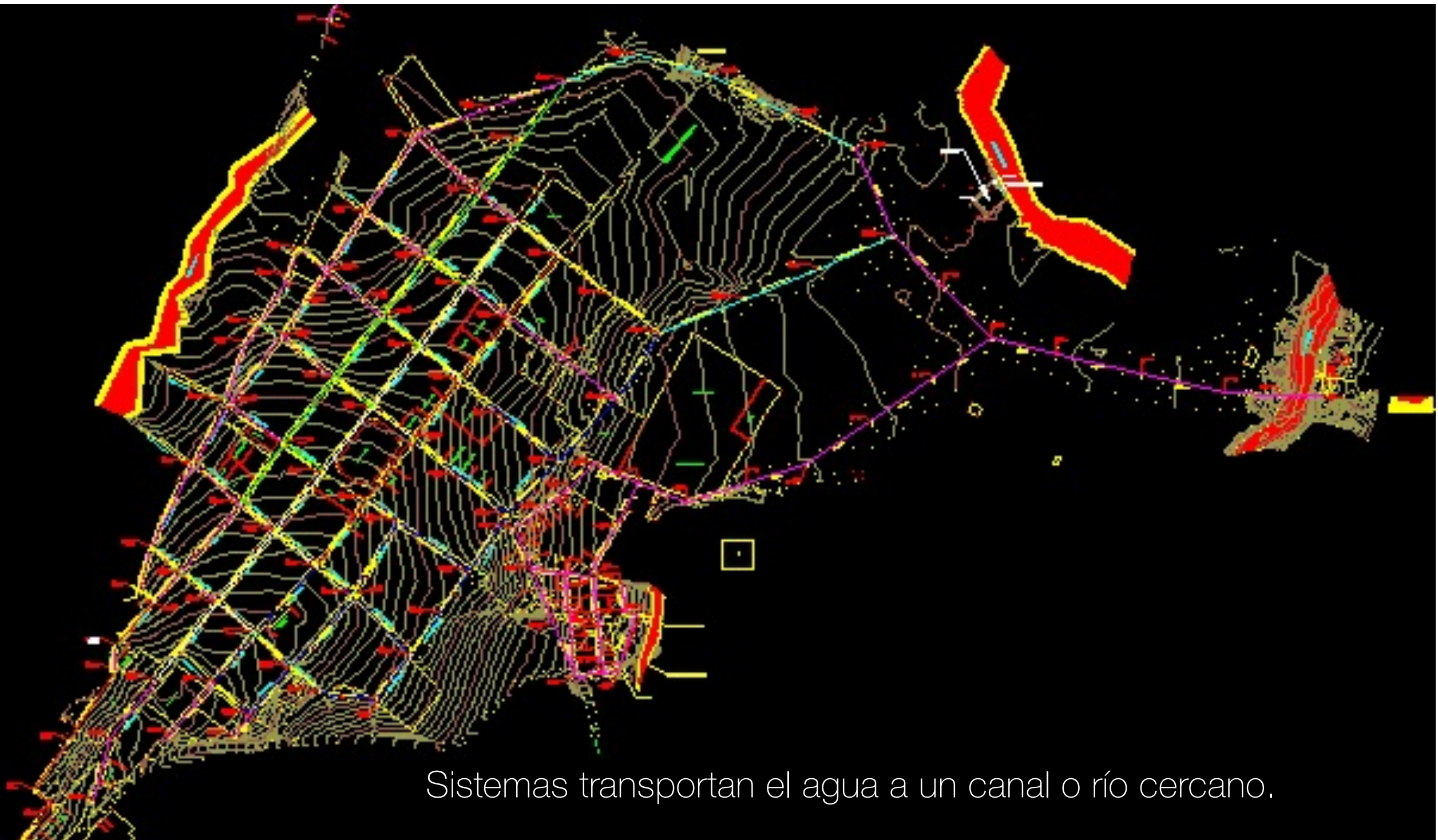
El área verde cubierta, ahora impermeabilizada, es importante, incluso en desarrollos “verdes”.

Clave es el destino del agua que ahora no llega a las áreas verdes.

Normalmente se instalan soluciones que capturan las aguas lluvia y las llevan a un canal o río cercano.



Normalmente se instalan soluciones que capturan las aguas lluvia y las llevan a un canal o río cercano.

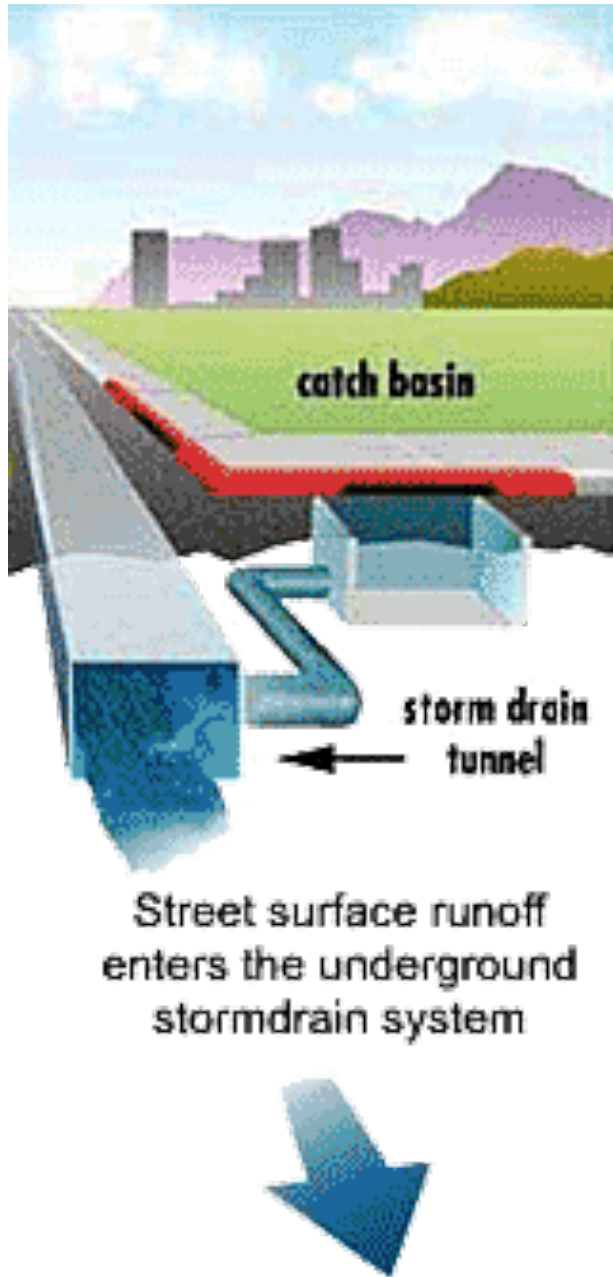


Sistemas transportan el agua a un canal o río cercano.



Aceites
Metales Pesados

Existen soluciones pasivas para eliminar los sedimentos, aceites y otros no solubles capturados y arrastrados por las aguas lluvia, principalmente al avanzar por calzadas y superficies de estacionamiento.



Existen soluciones pasivas para eliminar los sedimentos, aceites y otros no solubles capturados y arrastrados por las aguas lluvia, principalmente al avanzar por calzadas y superficies de estacionamiento.



HOW HIGH POINT DRAINAGE WORKS TO RECHARGE OUR GROUNDWATER AND PROTECT THE CREEK

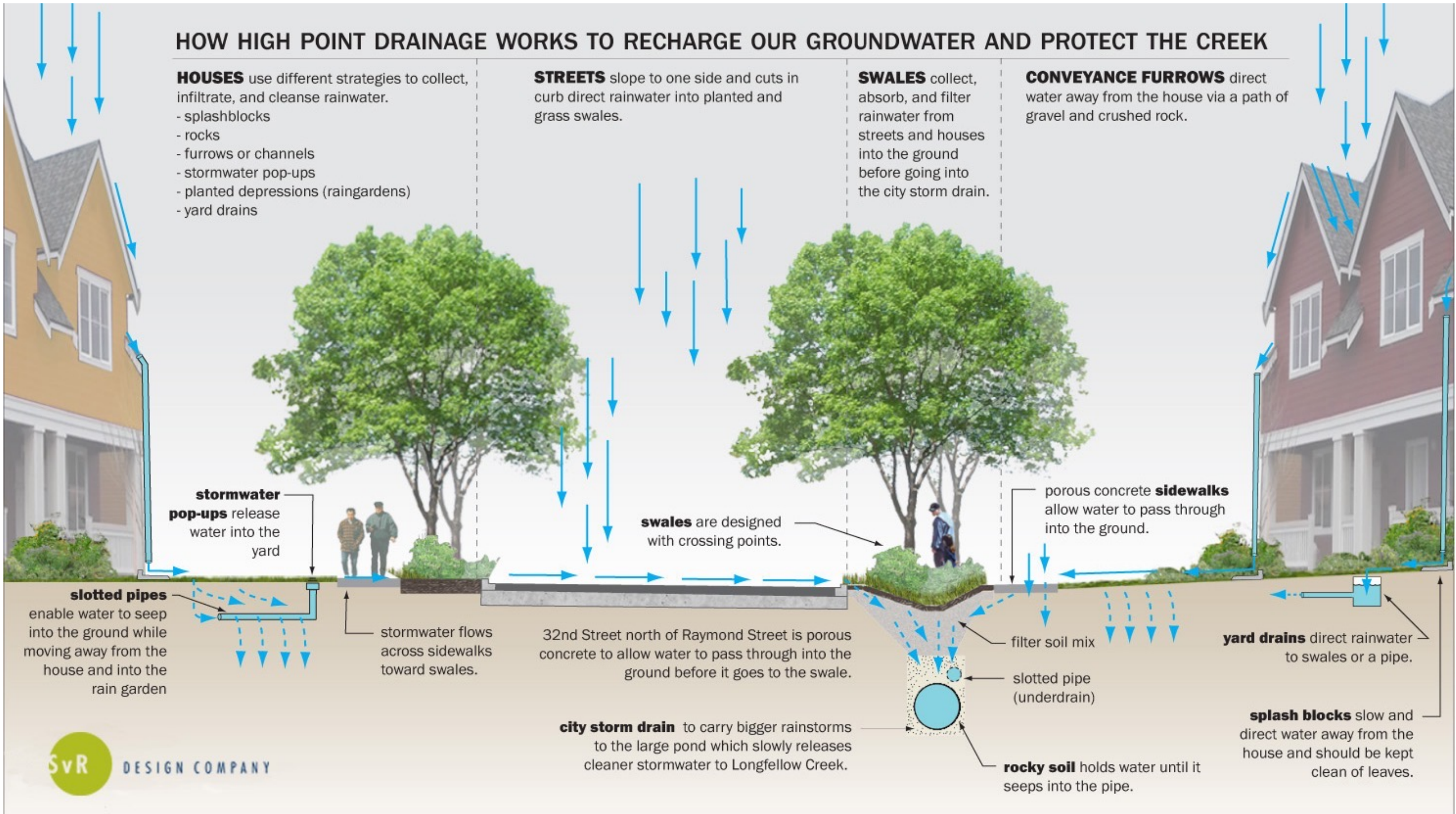
HOUSES use different strategies to collect, infiltrate, and cleanse rainwater.

- splashblocks
- rocks
- furrows or channels
- stormwater pop-ups
- planted depressions (raingardens)
- yard drains

STREETS slope to one side and cuts in curb direct rainwater into planted and grass swales.

SWALES collect, absorb, and filter rainwater from streets and houses into the ground before going into the city storm drain.

CONVEYANCE FURROWS direct water away from the house via a path of gravel and crushed rock.



stormwater pop-ups release water into the yard

slotted pipes enable water to seep into the ground while moving away from the house and into the rain garden

stormwater flows across sidewalks toward swales.

swales are designed with crossing points.

32nd Street north of Raymond Street is porous concrete to allow water to pass through into the ground before it goes to the swale.

city storm drain to carry bigger rainstorms to the large pond which slowly releases cleaner stormwater to Longfellow Creek.

porous concrete **sidewalks** allow water to pass through into the ground.

filter soil mix
slotted pipe (underdrain)

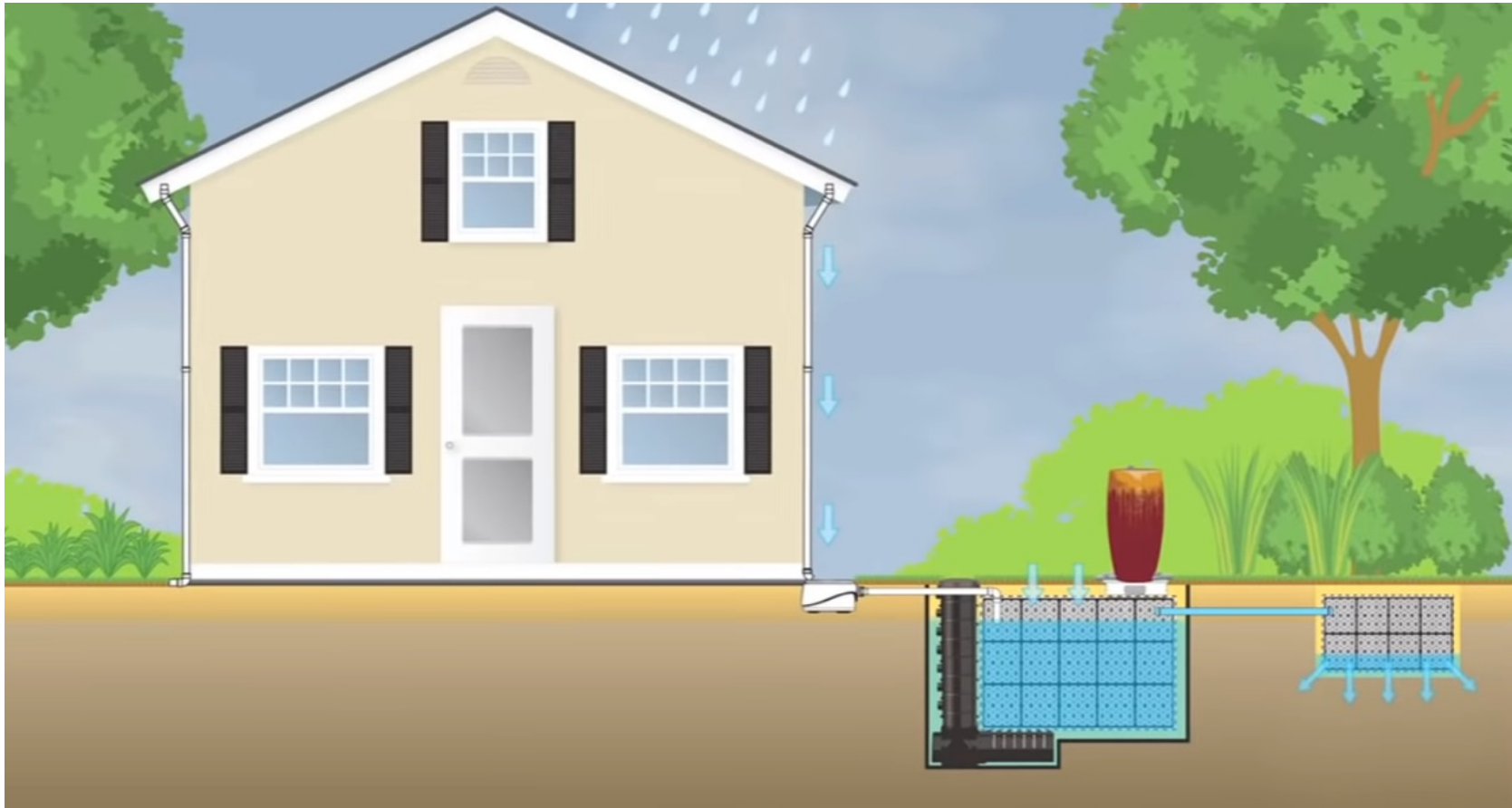
rocky soil holds water until it seeps into the pipe.

yard drains direct rainwater to swales or a pipe.

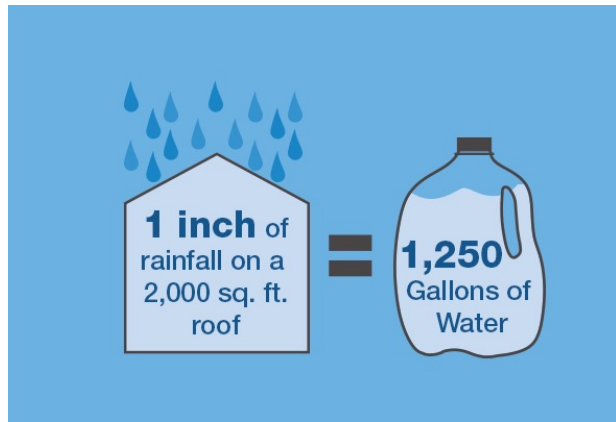
splash blocks slow and direct water away from the house and should be kept clean of leaves.



STORMWATER MANAGEMENT



25 mm de lluvia en 185 m²



4700 litros



Impactos sobre seguridad hídrica.

Aumenta las reservas locales de agua subterránea, disminuye los caudales extremos aguas abajo, disminuye escurrimientos superficiales y erosión, potencia la resiliencia.

Motivo de desarrollo tecnológico.

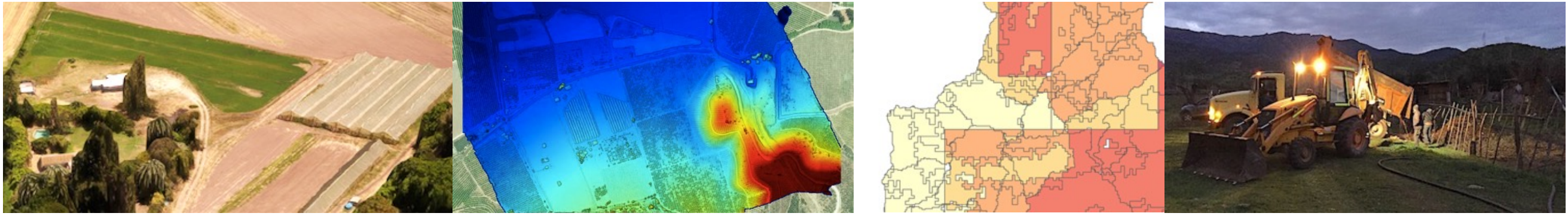
Experiencias exitosas en el extranjero, rápida y fácil implementación, bajos costos, y beneficios variados.

Situación o estado esperado al 2030

Agregado en variadas políticas de fomento para privados y público.

Difusión y conocimiento de beneficios, costos e impacto.

Implementado transversalmente.



Recarga Hídrica en Base a Captura e Infiltración de Aguas Lluvia

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS



Cedric Little, PhD
FIC UAI
cedric.little@uai.cl