

Guía  
de  
estándares  
de

# Sistemas Sanitarios Sustentables

Para áreas protegidas y zonas rurales

Subsidia



Mandante



Ejecuta



Co-ejecuta



Organismos interesados



Esta guía tiene como objetivo ilustrar soluciones sanitarias sustentables de servicios básicos, que pueden ser implementadas en localidades rurales extremas, aisladas o escasamente pobladas de nuestro país, donde no es posible construir soluciones convencionales para la provisión de agua potable y la evacuación de las aguas servidas. Además, propone la captación de agua desde fuentes que no están consideradas de manera recurrente, a pesar de las condiciones a las cuales están sometidas las localidades rurales como consecuencia de la escasez hídrica.

En este proyecto, el Ministerio de Salud, a través de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción de la Subsecretaría de Salud Pública, ha participado como co-ejecutor, con el objetivo de proporcionar información y aportar experiencia sobre los patrones sanitarios que deben considerarse para validar, desde tal perspectiva, estas alternativas de soluciones, y de esta manera incorporarlas en los procesos de actualización normativa de agua potable y aguas servidas que se están realizando en la actualidad.

Con todo lo anterior, se busca contribuir a mejorar la calidad de vida de la población rural de nuestro país, otorgando alternativas de soluciones sanitarias que se ajusten a las necesidades de los territorios y con estándares sanitarios que permiten proteger la salud de las personas y de su entorno.

## **Ministerio de Salud**

Co-ejecutor del proyecto





## 1. Introducción

- 1.1 Ciclo del Agua
- 1.2 Habitar Sustentable
- 1.3 Proyecto Sanitario

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

- 2.1 Sistemas Sanitarios Sustentables
- 2.2 Pensamiento Circular
- 2.3 Captación
- 2.4 Uso
- 2.5 Saneamiento y evacuación

## 3. ¿Dónde se pueden implementar?

- 3.1 Zonas de Excepción
- 3.2 ¿Por qué hacer el esfuerzo?

## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

- 4.1 Agua potable
- 4.2 Dotación de agua
- 4.3 Usos domésticos
- 4.4 Usos para actividades productivas
- 4.5 Dotaciones excepcionales
- 4.6 Estudios prácticos
- 4.7 Resumiendo



## 5. Aprende y educa

- 5.1 Aprende y educa
- 5.2 Operación y mantención
- 5.3 Educación ambiental

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

- 6.1 Entorno
- 6.2 Chile geográfico
- 6.3 Fuentes de agua
- 6.4 Parámetros bioclimáticos
- 6.5 Parámetros de orientación
- 6.6 Topografía
- 6.7 Suelos
- 6.8 Factores humanos
- 6.9 Regeneración

## 7. Prototipos

- 7.1 Baño remoto Camanchaca
- 7.2 Agrocamping La Medicina

# 1

## Introducción

Ya avanzado el siglo XXI, nos encontramos en un punto crítico. Los ecosistemas están colapsando, los acuíferos secándose, el desierto avanza, el bosque esclerófilo se seca y muchas zonas pobladas están viendo morir sus cosechas y animales debido a una sequía histórica y a un deficiente y desbalanceado manejo del recurso hídrico. Todos estos factores están provocando una crisis socio ambiental sin precedentes que demanda urgentemente replantearse nuestro habitar, reflexionar sobre nuestra huella y el modelo de desarrollo que sustenta nuestras relaciones.



Las Áreas Protegidas y las zonas rurales, tienen la ventaja de coexistir de cerca con entornos naturales prístinos, silvestres y muchas veces libres de la huella humana. Habitar estos lugares en el contexto actual, es una oportunidad para abordar la planificación, el diseño y la construcción desde la sustentabilidad, integrando de forma consciente el uso/operación/mantención de los sistemas y la infraestructura. Una planificación en sincronía con el territorio, eficiente, circular, y amigable con el medio ambiente, promueve relaciones simbióticas con el entorno, permite la regeneración y propicia espacios de encuentro, aprendizaje, experimentación y trabajo colaborativo.



La infraestructura hídrica es lo primero en implementarse al momento de habitar un Área Protegida o una zona rural. Desde un baño remoto ubicado al final de un sendero en la montaña, hasta sistemas de captación, almacenamiento y distribución de agua para abastecer a comunidades rurales, o sistemas de saneamiento de las aguas servidas, resultarán imprescindibles para el habitar.

En la actualidad los sistemas sanitarios convencionales que se usan en las Áreas Protegidas y zonas rurales funcionan bien bajo ciertos parámetros, pero, a veces, ante un contexto de crisis climática, o en zonas de alto valor ecosistémico, zonas remotas, zonas contaminadas y/o con características geográficas especiales, estas soluciones no resuelven el desafío del habitar sustentable.



Los sistemas alternativos que proponemos surgen como una posibilidad para resolver las necesidades sanitarias mediante sistemas basados en la naturaleza y el uso de tecnologías fácilmente accesibles. Estos se han desarrollado en torno a métodos, artefactos, máquinas o técnicas que solucionan de forma sustentable el desafío de abastecer un territorio de agua y sanear los deshechos de las personas que viven en él.

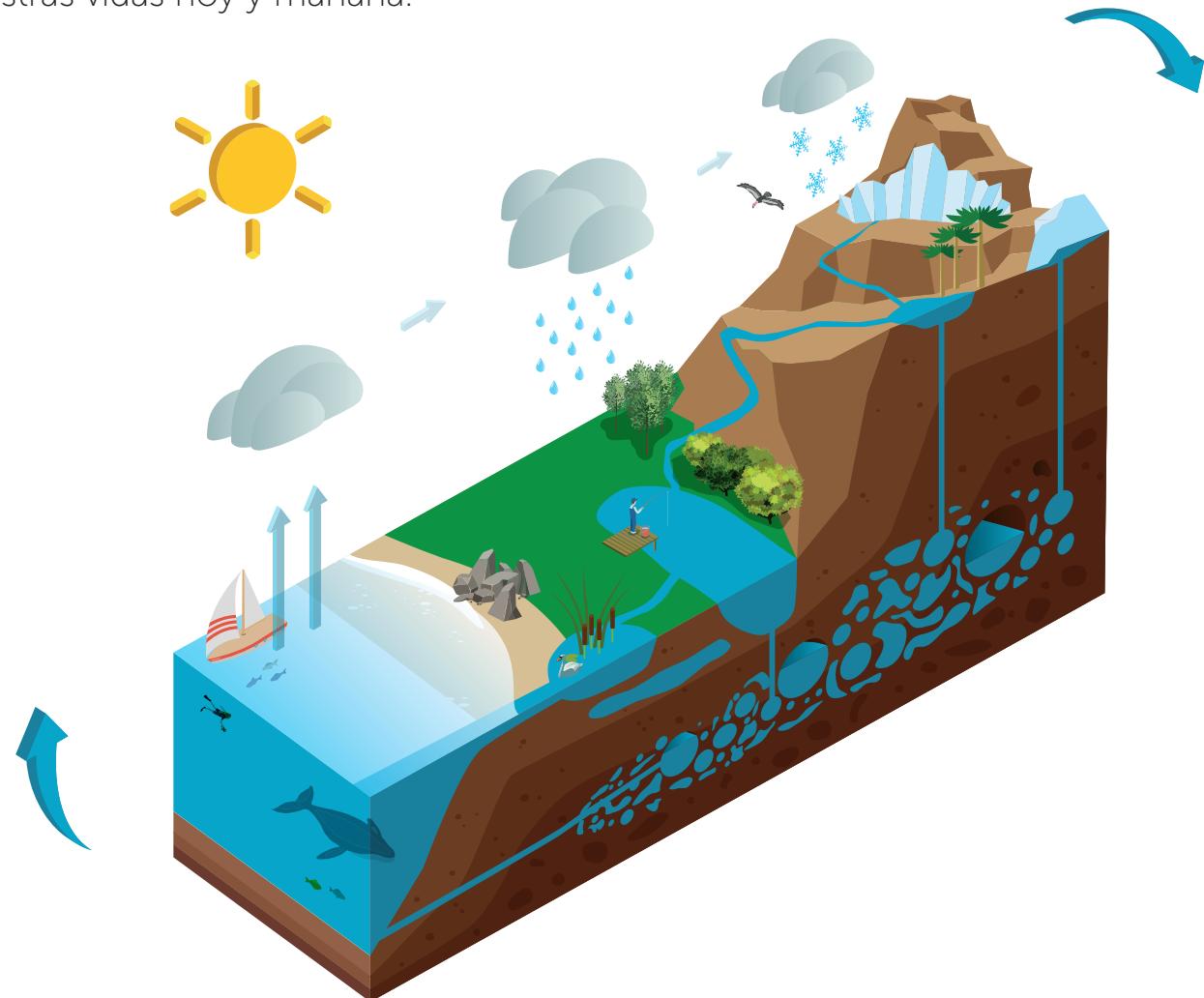
Esta guía propone variados sistemas sanitarios sustentables apropiados para el territorio chileno, y en particular para el sector turístico en entornos naturales, dispositivos autónomos en sintonía con el ciclo del agua y que sean una alternativa no convencional para enfrentar el desafío del habitar humano, conservar y poner en valor nuestro patrimonio natural.



## 1.1. Ciclo del agua

**El ciclo hidrológico es el flujo continuo de las aguas, sus fenómenos y estados en relación simbiótica con la biosfera.**

Todas las fuentes de agua disponibles para nuestro habitar se encuentran ahí. De este flujo continuo dependemos; la forma como nos relacionemos con él impactará nuestras vidas hoy y mañana.

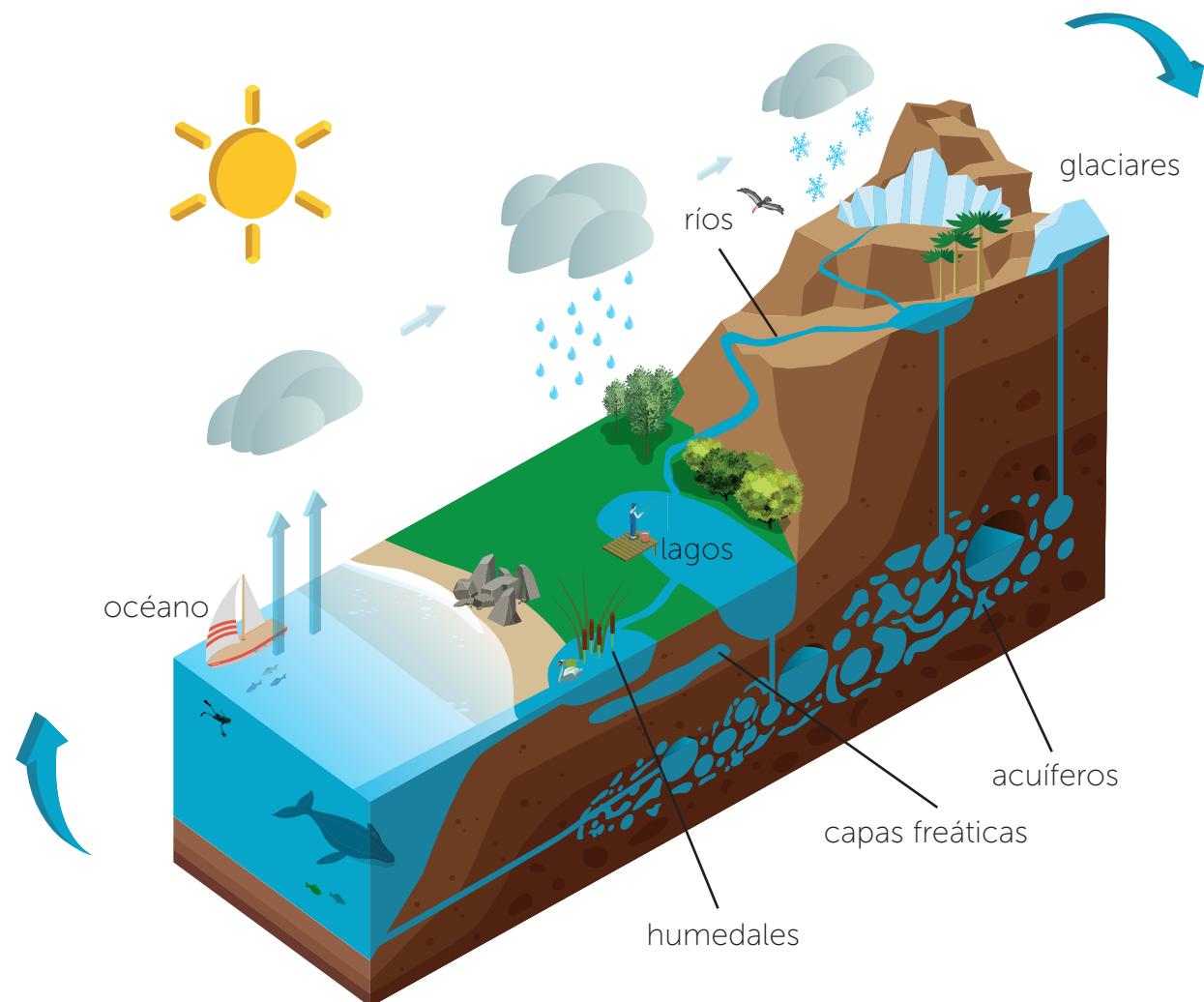


# 1.1. Ciclo del agua

## Hidrosfera

Capa donde habita el agua en la tierra

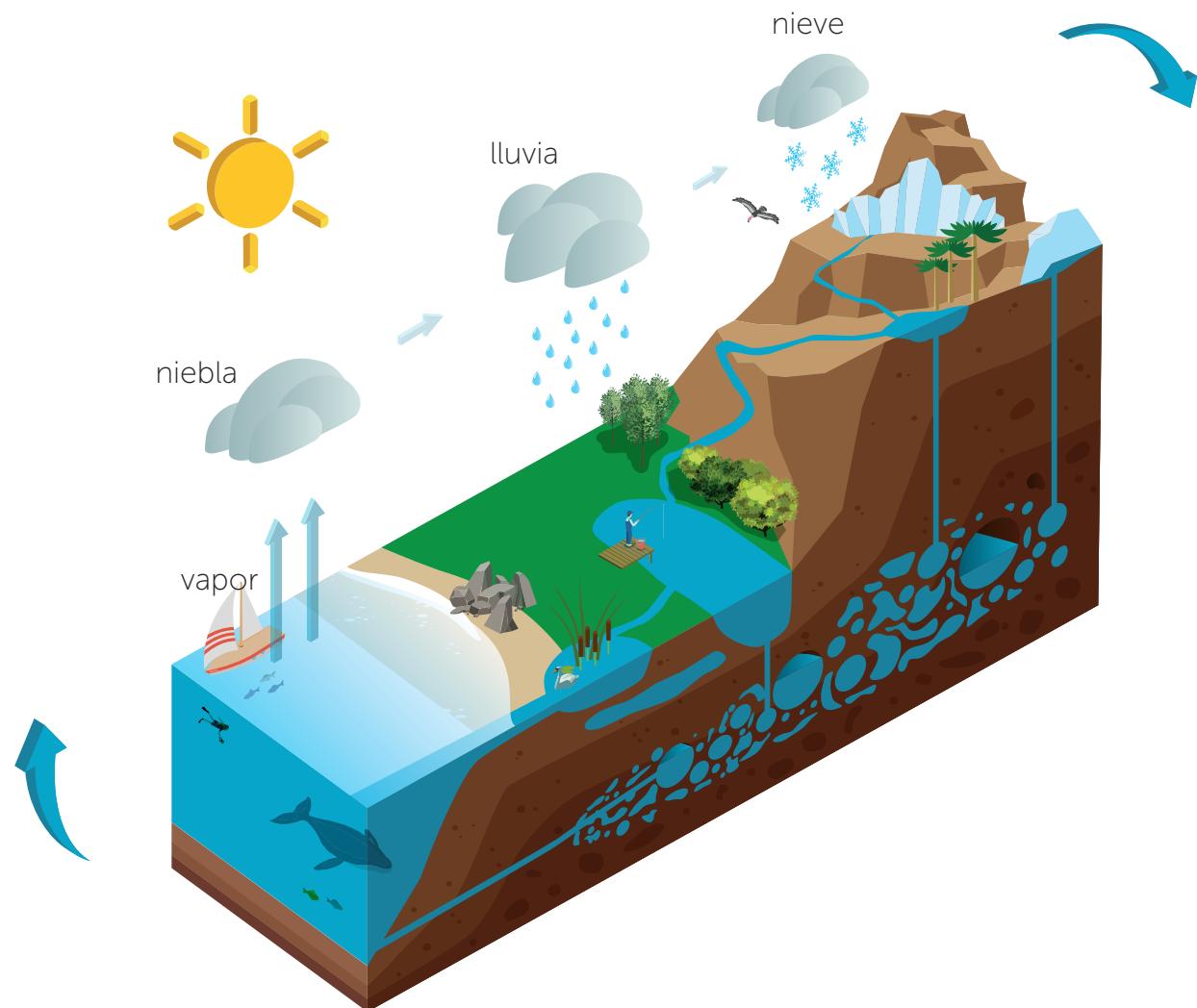
(ríos, lagos y lagunas, manantiales, acuíferos, capas freáticas, humedales, mares y océanos).



# 1.1. Ciclo del agua

## Hidrometeoro

Capa donde habita el agua en la atmósfera  
(niebla, lluvia, nieve, granizo, humedad, rocío, vapor, nubosidad, evapotranspiración).



## 1.2. Habitar Sustentable

**La biósfera** es el ecosistema global, el lugar en donde interactuamos todos los seres vivos, nos relacionamos y evolucionamos sosteniendo todas las vidas en equilibrio y armonía.

**El habitar humano** hoy debe aspirar a coexistir con el ciclo natural para lograr la sustentabilidad y ser parte de él sin destruir ni contaminar.



Para habitar un territorio es necesario **contar con abastecimiento de agua** y disponer de alguna forma para **devolverla al ciclo** de forma sana, una vez utilizada.

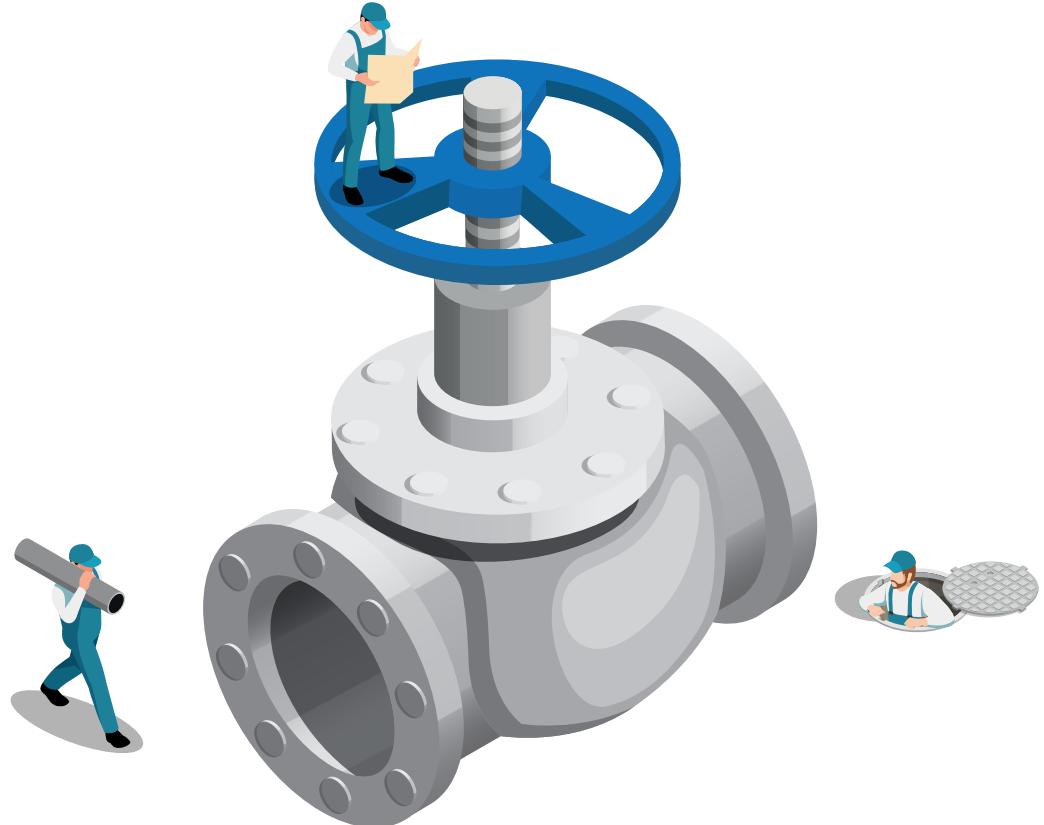
**El agua** es el elemento fundamental para la vida como la conocemos. Tanto para nosotros, como para la biodiversidad que nos sustenta.

## 1..3. Proyecto Sanitario

**El sistema sanitario** es la infraestructura requerida para abastecer de agua potable un territorio y tratar las aguas servidas y los deshechos humanos.

**Un proyecto sanitario** nos permitirá especificar el diseño y características del sistema de abastecimiento de agua para consumo y de evacuación de las aguas servidas de un inmueble.

Este proyecto compuesto de planos, memoria descriptiva y de cálculo, guiará la construcción y será la base para su formalización.



# 1.3. Proyecto Sanitario

## Sistema de agua potable

Está conformado por una fuente de captación, y un sistema de distribución, almacenamiento y tratamiento del agua.



## Sistema de alcantarillado

Está conformado por una red de tuberías de recolección junto a un sistema de tratamiento o depuración y evacuación o eliminación de las aguas servidas.

# 2

## ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

Comprender el entorno, los ciclos naturales y estar en sintonía con la biosfera nos ayudará a planificar sistemas sanitarios sustentables.

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.1. Sistemas Sanitarios Sustentables

**El sistema sanitario sustentable** es un diseño inspirado en la naturaleza. En ella no hay desperdicios, los desechos de unos son alimentos de otros. Es un sistema que propone un habitar sustentable, sin residuos y que asegura la conservación de los ecosistemas.

#### Ciclo sanitario

Los efluentes tratados son descargados al entorno sin ocasionar impactos para que vuelvan sanos al ciclo del agua.



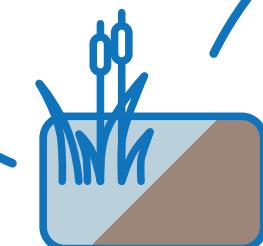
#### Captación

Sistemas y tecnologías para abastecerse de agua desde las diversas fuentes disponibles en el territorio.



#### Uso

Planificación de las formas de uso que se le darán al agua.



#### Saneamiento y evacuación

Sistemas de tratamiento de las aguas servidas y de los desechos humanos.

Reutilización de aguas grises.

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

# 2.2. Pensamiento Circular

Reflexionar, de forma cuidadosa y creativa, en torno a las 3 etapas del ciclo sanitario: captación, uso y saneamiento; nos permitirá encontrar estrategias para lograr un sistema sanitario sustentable y circular.

**1. Cuando captamos el agua** las fuentes alternativas pueden ser una oportunidad de contar con agua suficiente para el consumo doméstico y para otros usos, y, al mismo tiempo, de no estresar ecosistemas con un consumo hídrico desmedido.

**2. Cuando planificamos el uso del agua** procuramos un mínimo consumo y adoptamos una nueva conciencia al utilizarla. Aprendemos nuevos hábitos que colaboren con el sistema de saneamiento y que nos comprometan con el medio ambiente.

**3. Cuando nos hacemos cargo del saneamiento y evacuación de las aguas servidas y los deshechos humanos**, nos aseguramos de que el agua retorne sana al territorio y nuestros deshechos sean efectivamente saneados o compostados, permitiendo incluso mejorar nuestros suelos y regenerar ecosistemas.



## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.3. Captación



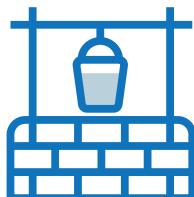
Comenzando el ciclo sanitario, se deben implementar **sistemas de captación** de agua desde el territorio. Los sistemas convencionales más usados son los pozos y bocatomas. En ausencia de esa posibilidad, hoy existen sistemas alternativos que permiten abastecerse desde diferentes fuentes de agua no convencionales presentes en nuestro entorno.



## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

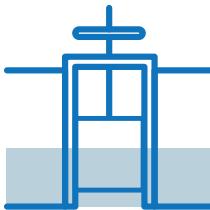
### 2.3. Captación

#### SISTEMAS CONVENCIONALES



##### **Pozos**

Excavaciones de profundidad suficiente para captar agua de las napas subterráneas.



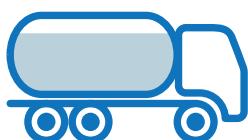
##### **Bocatomas**

Estructuras que derivan parte de un curso de agua superficial para ser consumida.



##### **Plantas desaladoras**

Sistemas eléctricos de filtración de alta presión del agua del mar para dejarla apta para consumo humano. Estos sistemas deben disponer de forma sustentable el subproducto generado llamado salmuera, que contiene altos niveles de sales minerales.



##### **Aljibe\***

Sistema de distribución de emergencia mediante la gestión de camiones repartidores. Los camiones aljibes dependen de fuentes de captación exógenas, y hoy se consideran una fuente de abastecimiento válida.

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.3. Captación

#### SISTEMAS ALTERNATIVOS



##### **Atrapaniebla**

Estructuras de superficie semipermeable ubicadas en zonas estratégicas con presencia de niebla densa y viento que permiten captar el agua presente en la niebla costera.



##### **Cosecha de agua lluvia**

Sistemas diseñados para captar las escorrentías producidas por la lluvia, en superficies planas o inclinadas, naturales o artificiales.



##### **Condensador de humedad**

Sistemas eléctricos que permiten la captación y condensación de la humedad relativa del aire.

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.4. Uso



**Una planificación adecuada del uso** que se le dará al agua debe contemplarse como parte del ciclo sanitario. Sistemas alternativos son una oportunidad para mejorar la calidad de vida y propiciar condiciones de mayor desarrollo. Éstos permiten disminuir la cantidad de agua requerida y/o reutilizar una parte de ella, pero requieren de nuevos hábitos y una correcta operación/mantención para su buen funcionamiento. Incorporarlos, nos da la posibilidad de optimizar nuestro uso del agua.

Conocer en detalle los usos del agua nos ayuda a planificar de forma más precisa y eficiente nuestro consumo.



#### **Uso doméstico**

Uso de agua para el consumo doméstico de quienes habitan en el lugar.



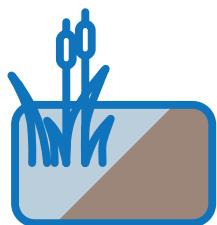
#### **Uso para la actividad productiva**

Uso de agua para ofrecer un servicio productivo asociado al turismo.



## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.5. Saneamiento y evacuación



Al final del ciclo sanitario, las aguas servidas deben volver al territorio sanas para integrarse al ciclo hidrológico y/o poder ser reutilizadas. Estas pueden tratarse de distintas maneras en función de las características del entorno y los alcances del sistema.

Sistemas alternativos pueden introducir mejoras en la calidad del saneamiento del agua permitir la reutilización y reducir el consumo requerido (esto último en caso de optarse por baño seco). Pueden, además, reemplazar a los sistemas tradicionales en zonas donde estos no funcionan.



## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

### 2.5. Saneamiento y evacuación

#### SISTEMAS CONVENCIONALES

##### Saneamiento



###### Fosa séptica

Tecnología para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas (grises y negras). Se trata de una forma sencilla y accesible de dar tratamiento a las aguas, pero no resulta tan completa o efectiva para situaciones de alta carga o para ciertas condiciones geográficas u operativas.

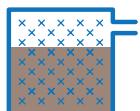
###### Plantas de tratamiento



Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (grises y negras), a través de varios procesos tecnificados y sucesivos. Son apropiadas para situaciones de alta carga o mayores requerimientos de depuración. Requieren altas inversiones y operación especializada.

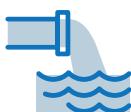
**Podrían permitir la reutilización de aguas grises.**

##### Evacuación



###### Infiltración

Evacuación de las aguas servidas tratadas por medio de infiltración en el territorio. Debe cumplir con la norma.



###### Descarga a los cursos de agua

Evacuación de las aguas servidas tratadas por medio de la descarga a cursos superficiales. Debe cumplir con la norma.

## 2. ¿Qué es un Sistema Sanitario Sustentable?

# 2.5. Saneamiento y evacuación

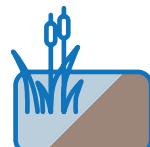
## SISTEMAS ALTERNATIVOS

### Saneamiento



#### Baño seco

Tecnología de baño que no utiliza agua para el arrastre de los excrementos y que deshidrata y/o composta el material fecal.



#### Humedales construidos

Sistemas de tratamiento que reproducen ciclos biológicos naturales para que aguas servidas queden de calidad suficiente para su evacuación sana en el territorio. **Podrían permitir la reutilización de aguas grises.**

### Reutilización



#### Estrategias de reutilización de aguas grises

Canalización de aguas grises y negras por separado, con el fin de que aguas grises (aquellas que no contienen material fecal) se puedan reutilizar después de ciertos filtros y procesos para que estas queden en condiciones de calidad suficiente para su uso en inodoros o riego. Debe cumplir con la norma

# 3

## ¿Dónde se pueden implementar?

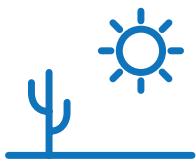
Los sistemas sanitarios sustentables alternativos tienen restricciones para su uso en el territorio. En ciertas zonas de excepción es posible implementarlos.

### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

## 3.1. Zonas de Excepción

Los sistemas sanitarios alternativos se proponen como una alternativa en zonas donde se dan ciertas situaciones excepcionales.

### Zonas de excepción



**Zonas de climas desérticos o de escasez hídrica**



**Zonas de conservación**



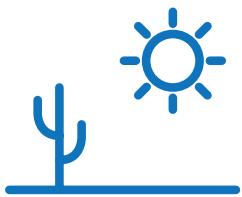
**Zonas remotas**



**Otros casos particulares**

### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

#### 3.1. Zonas de Excepción



#### Zonas de climas desérticos o de escasez hídrica

En climas desérticos y zonas de escasez hídrica donde las posibilidades de contar con fuentes de agua subterráneas o superficiales para el abastecimiento son bajas, se priorizan sistemas alternativos de baja demanda hídrica, como los baños secos y los sistemas de saneamiento que permiten la reutilización de aguas grises.

Sistemas de abastecimiento de fuentes múltiples y cosecha de agua desde fuentes alternativas (lluvia, niebla, nieve, mar) son también una oportunidad de asegurar agua suficiente.



### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

## 3.1. Zonas de Excepción



### Zonas de conservación

Las zonas con ecosistemas en estado de conservación muchas veces no pueden admitir sistemas convencionales. Los principales reparos pueden tener relación con la explotación hídrica de los ecosistemas, con la protección de algún tipo de suelo donde no se recomienda excavar; o con los altos riesgos ambientales de sistemas sanitarios disfuncionales o insuficientes.

En particular, las zonas habilitadas para el uso público muchas veces plantean el desafío de sanear las excretas de numerosos visitantes en cortos períodos de tiempo o de implementar servicios en zonas de muy difícil acceso. En Áreas Protegidas los usos de suelo de un plan de manejo dictarán los sistemas sanitarios admisibles, y deberá evaluarse de forma precisa el impacto de cualquier obra de infraestructura sobre el territorio.



### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

## 3.1. Zonas de Excepción



### Zonas Remotas

En zonas remotas o escasamente pobladas, el acceso a soluciones sanitarias convencionales es muy limitado. En estos lugares las inversiones requeridas pueden ser mucho más altas, y los costos de operación de los sistemas pueden ser insostenibles. En estos casos se valoran sistemas alternativos, que te permitan habitar de forma circular y hacerte cargo de tus propios deshechos. Islas y lugares sin acceso vehicular son especialmente complejos, pues se hacen más costosos los procesos de construcción, de operación y el acceso a servicios sanitarios específicos (limpieza de fosas, abastecimiento de emergencia de agua con camión aljibe, etc).



### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

#### 3.1. Zonas de Excepción



#### Otros casos particulares

En zonas contaminadas que han sido identificadas por tener ecosistemas severamente dañados, se justifica el uso de sistemas alternativos para propiciar la regeneración de los balances hidrológicos y sistémicos.

En suelos donde no se puede excavar porque son muy duros o rocosos, no se recomienda usar inodoros tradicionales con descarga de agua, pues ellos deben ir acompañados de sistemas enterrados de fosa séptica. En su reemplazo, la opción más utilizada es el baño seco.

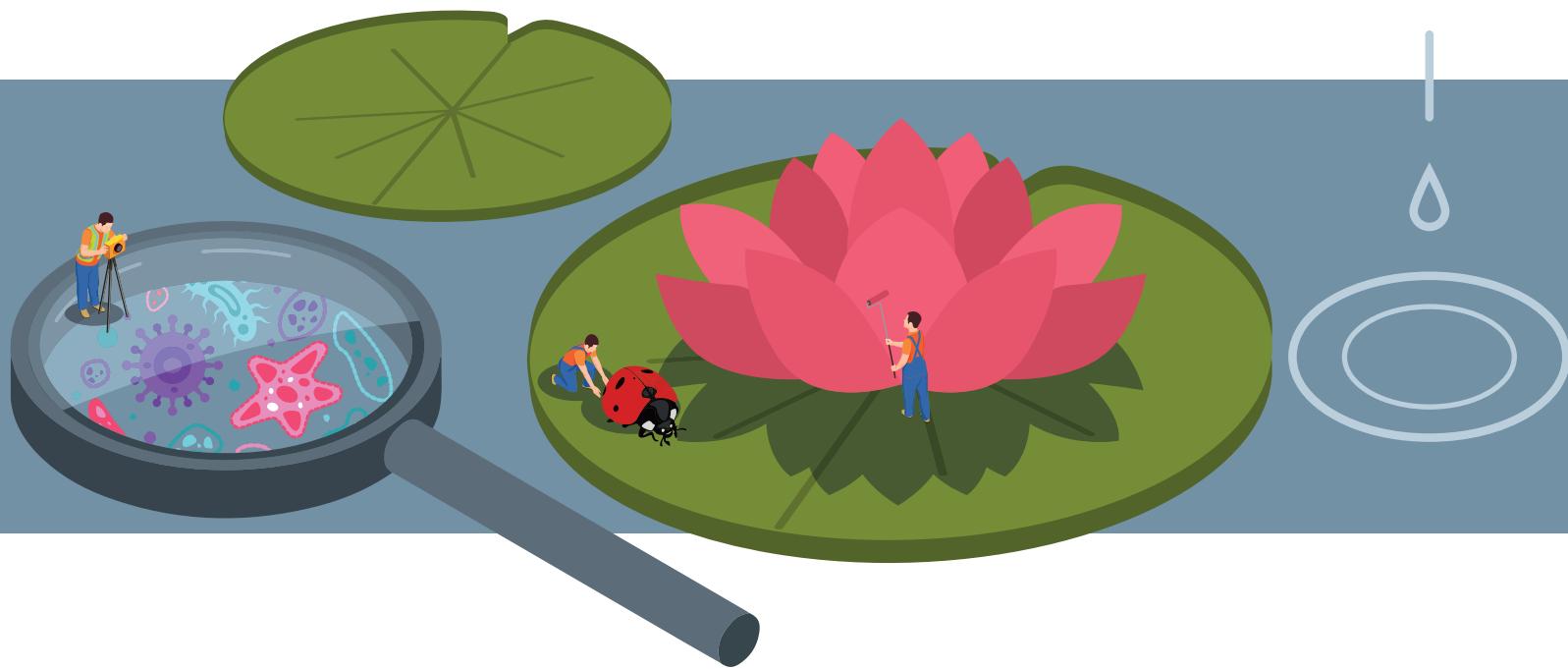
En suelos saturados de agua no resulta efectivo el drenaje de aguas servidas para su infiltración en el territorio. Estos terrenos por lo general tienen muy alta permeabilidad y el efluente llega demasiado rápido a las capas freáticas sin completar un tratamiento adecuado de los residuos.



### 3. ¿Dónde se pueden implementar?

## 3.2. ¿Por qué hacer el esfuerzo?

Implementar sistemas sanitarios alternativos significa generalmente mayores esfuerzos en la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. Son sistemas que están basados en la naturaleza y aprovechan los mismos ciclos biológicos que crean la vida y que también la degradan. **Son sistemas vivos que requieren atención y cuidado.**



La vida moderna a veces nos lleva a creer que podemos habitar este territorio sin esfuerzos: que podemos simplemente abrir el grifo y confiar que el agua va a llegar hasta ahí, y que podemos tirar la cadena y confiar que nuestros deshechos se irán a otro lugar para que alguien más se haga cargo de ellos. La verdad es que estos procesos significan tremendos **costos económicos, sociales y ambientales**. Hacernos cargo de estos costos de manera local y asumir la gestión del agua y el saneamiento, puede ser una forma más sustentable de habitar el planeta.

# 4

## ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

Para dimensionar el tamaño de tu sistema sanitario es esencial que conozcas la cantidad de agua que usarás al año.

## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.1. Agua potable

**Debes asegurar tu abastecimiento de agua potable de manera que cumpla con:**

#### **Calidad**



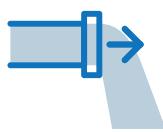
El agua de fuentes alternativas (lluvia, nieve, humedad del aire) suele ser un agua de gran calidad Hoy, en algunos casos, incluso mejor que la de vertientes y acuíferos. En una zona contaminada la calidad del agua se deteriora. En cualquier emplazamiento, los sistemas de producción de Agua Potable deben incorporar desinfección y tratamiento adecuados. La calidad de agua se deberá garantizar a través de muestras de laboratorio.

#### **Cantidad**



El sistema deberá asegurar un abastecimiento en cantidad suficiente, incluso incorporando escenarios pesimista de producción o escenarios de consumo elevado.

#### **Continuidad**



Para asegurar continuidad debemos proyectar un acopio de agua lo suficientemente grande para los períodos de escasez. Se recomienda que la cantidad de agua en los estanques nunca baje de la dotación requerida para un par de semanas de consumo.

## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.2. Dotación de agua

## ¿Cuántos litros de agua potable se usarán al año?

Debes conocer este dato para dimensionar el tamaño de tu sistema sanitario sustentable. Deberás calcular tanto tus usos domésticos como el uso para actividades productivas.



#### Usos Domésticos

Los principales usos domésticos del agua potable son cinco: cocina y bebida, lavado de manos, ducha, lavadero e inodoros con descarga de agua. En algunos casos se usa también un sexto: riego o piscinas.

El estándar generalmente aceptado en Chile para el consumo de agua potable en el ámbito doméstico, es entre 120 y 170\* litros por habitante al día.

#### Usos para actividades productivas

Los usos productivos son todos aquellos usos que le darás al agua, para poder ofrecer tu servicio. Para el caso de los servicios turísticos, estos usos serán muy similares a los usos domésticos, pero las cantidades podrían variar. En términos generales, este valor puede tomar un amplio rango y se puede estimar con bastante seguridad que se encontrará entre 2 y 300\* litros por cada usuario atendido al día, dependiendo del tipo de servicio turístico y del estándar que ofrezca.

\*Datos de elaboración propia aportados por MINSAL

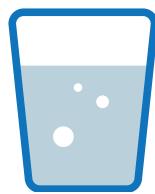
#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.3. Usos domésticos

### Estimaciones de consumo por día para un habitante doméstico



Cocina y bebida



**9 / 13 litros  
diarios**

Lavamanos



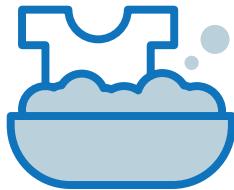
**6 / 8,5 litros  
diarios**

Ducha



**39 / 58 litros  
diarios**

Lavadero



**27 / 40,5 litros  
diarios**

Inodoro con  
Descarga de agua



**37 / 56 litros  
diarios**

Riego o piscina



**0 / 100 litros  
diarios**

\*Datos de elaboración propia aportados por MINSAL, en referencia a estudio realizado por la OMS

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.4. Usos para actividades productivas

Para facilitar el cálculo de los usos productivos, distinguiremos entre 2 tipos de servicios turísticos: Servicios de Alojamiento y Servicios para Pasantes. La diferencia entre ellos, es que en los servicios para pasantes, el usuario sólo permanecerá en el recinto unas cuantas horas. En un servicio de alojamiento, el usuario podría llegar a estar el día completo y consumir tanto o más que un habitante doméstico.

### Servicio turístico para Pasantes



### Servicio turístico de Alojamiento



Por servicio para **pasantes** se puede entender cualquier servicio en que se reciban usuarios sin prestar alojamiento, y pueden ir desde un restaurante, sitio de merienda, un lugar de atractivo turístico, un baño, un sendero, un museo, un centro de atención de público, o cualquier otro.

Los servicios de **alojamiento** pueden ser cabañas, hospedajes, hosterías, albergues, hoteles, campings o lodges.

## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.4. Usos para actividades productivas

#### Servicios turísticos para pasantes

Si prestas cualquier tipo de servicio para pasantes tus usuarios probablemente estarán unas cuántas horas al día en el lugar. Ellos probablemente no usaran los 120/170 litros que consume cualquier habitante, **sino sólo una parte de ello**. Detalla lo que hace cada uno de tus visitantes mientras está en el lugar. ¿Cuántas veces va al baño? ¿Toma agua mientras está ahí? ¿Lava platos? ¿Se ducha?. Si conoces los usos que se le dará al agua y te apoyas en los datos que existen, te será más fácil calcular el agua que usarás.

#### Punto mínimo

(Baño)



En su versión mínima puede que sólo se use agua para un baño sin ducha (lavado de manos e inodoros con descarga de agua), y que no se provea agua para ningún otro uso.

#### Punto máximo

(Hot tub + piscinas + bebida y cocina + baño)



Los servicios para pasantes que más agua consumirán, tal vez serán aquellos que además de requerir bebida y cocina, duchas, lavado de manos, inodoros con descarga de agua, y lavaderos, requerirán agua para entregar servicios relacionados al agua como piscinas, termas, huertos o viveros demostrativos... Estos usos deberán ser detallados de forma independiente.

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.4. Usos para actividades productivas



### Servicios turísticos de alojamiento

Si prestas servicio de alojamiento a tiempo completo, tus usuarios ocuparán una cantidad de agua similar a la que consume cualquier habitante, así que **podrías estimar que usarán 120/170 litros por cada noche de alojamiento.**

Sin embargo, es importante que definas qué tipo de servicios de alojamiento ofreces y sus variables. Los usos del agua varían entre un hotel, cabaña, hospedaje, hostería, camping o lodge. Si tu alojamiento incluye muchas prestaciones, ocuparás más agua. Si tu alojamiento es más básico, ocuparás menos. Riego de jardines y piscinas, por ejemplo, aumentarán la dotación requerida.

También **es importante evaluar cuánto tiempo pasarán tus usuarios en el lugar.** Si sólo están durante la noche y durante el día se dedican a hacer actividades turísticas, su consumo será menor.

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

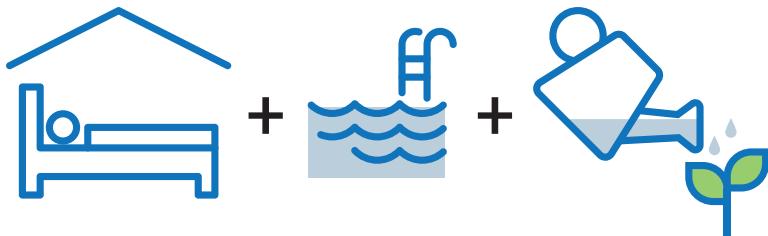
## 4.4. Usos para actividades productivas



### Punto Mínimo

(Hostal Caminero)

En su versión mínima se usará agua para baño (ducha, lavado de manos, inodoros con descarga de agua), para aseo (lavadero) y probablemente para ofrecer un desayuno (bebida y cocina). Sólo se usará una parte de la dotación de un habitante doméstico (120/170 litros).



### Punto Máximo

(Hotel + Piscina + Jardines)

Se usará agua para baño (ducha, lavado de manos, inodoros con descarga de agua), tal vez para ofrecer una pensión completa de desayuno, almuerzo y comida (bebida y cocina), aseo y lavado de ropa (lavadero), mantención de jardines y piscinas (riego). Tus usuarios probablemente usarán más de lo que usa un habitante doméstico (120/170 litros)

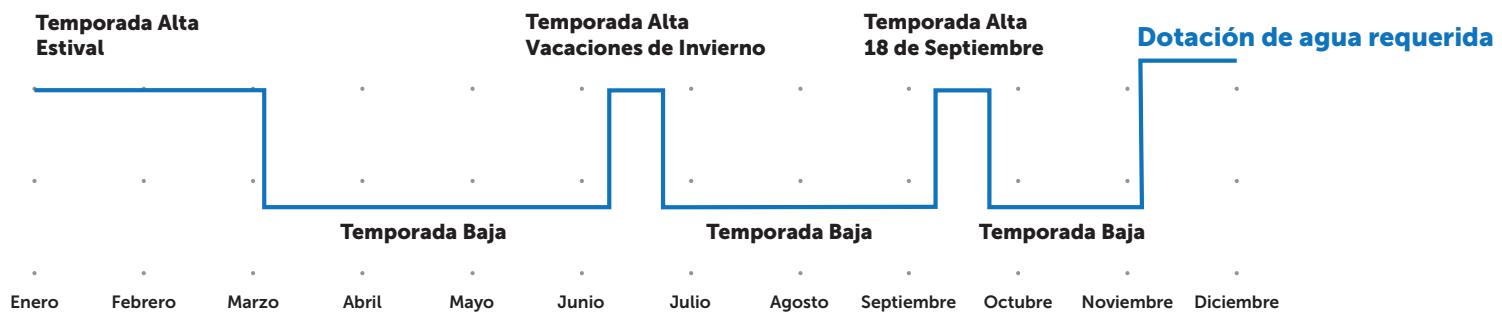
## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.4. Usos para actividades productivas

#### Estacionalidad

Los servicios turísticos por lo general requieren una dotación de agua muy diferente para las distintas estaciones del año. No se necesitará la misma cantidad de agua en verano y en invierno. Deberás calcular las diferencias en el consumo de agua durante las distintas temporadas de tu actividad productiva para tener una proyección para el año completo.

**EJEMPLO DE ESTACIONALIDAD EN EL CONSUMO DE AGUA PARA UN SERVICIO TURÍSTICO TIPO**

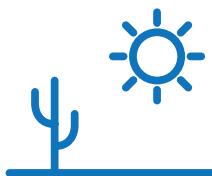


Para esta proyección será importante considerar los cálculos de crecimiento que se esperan para el servicio turístico. Un horizonte temporal de, al menos, 10 años es recomendable para hacer proyecciones de consumo.

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.5. Dotaciones excepcionales

Las excepciones confirman la norma: Hay excepciones que debes considerar. La cantidad de agua que ocupará una persona puede presentar variaciones importantes para ciertos escenarios de excepción. En estos casos debes revisar el estándar de entre 120 y 170 litros que ocuparás como base para el cálculo.



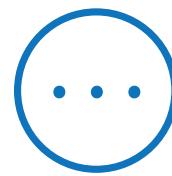
Zonas de climas  
desérticos / escasez hídrica



Zonas de  
conservación



Zonas Remotas



Otros casos  
particulares

Para estos casos de excepción, y si estás considerando implementar sistemas alternativos, puede que te enfrentes a alguno de estos escenarios:

**Sistemas de baja  
demanda hídrica**

**Sistemas de  
abastecimiento  
de fuentes  
múltiples**

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.5. Dotaciones excepcionales

### Sistemas de baja demanda hídrica

Los casos de excepción, muchas veces nos llevan a adoptar sistemas de baja demanda hídrica que pueden afectar significativamente tu consumo de agua, como lo son el baño seco o aquellos sistemas que permiten la reutilización de aguas grises. Ambos pueden significar un ahorro de hasta un 30%.



## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.5. Dotaciones excepcionales

#### Sistemas de abastecimiento de fuentes múltiples

Los escenarios de excepción nos pueden motivar a implementar sistemas alternativos para captación de agua desde fuentes alternativas como la lluvia o la niebla. En estos casos, es muy probable que terminemos contando con sistemas de abastecimiento desde fuentes múltiples para mejorar nuestra posibilidad de asegurar agua disponible. En situaciones críticas incluso podremos considerar el abastecimiento de emergencia por camión aljibe o la compra de agua embotellada para bebida.

Para este tipo de sistemas se podrá argumentar diferentes calidades para los distintos usos. El agua para “bebida y cocina” debe ser siempre el agua de mejor calidad.

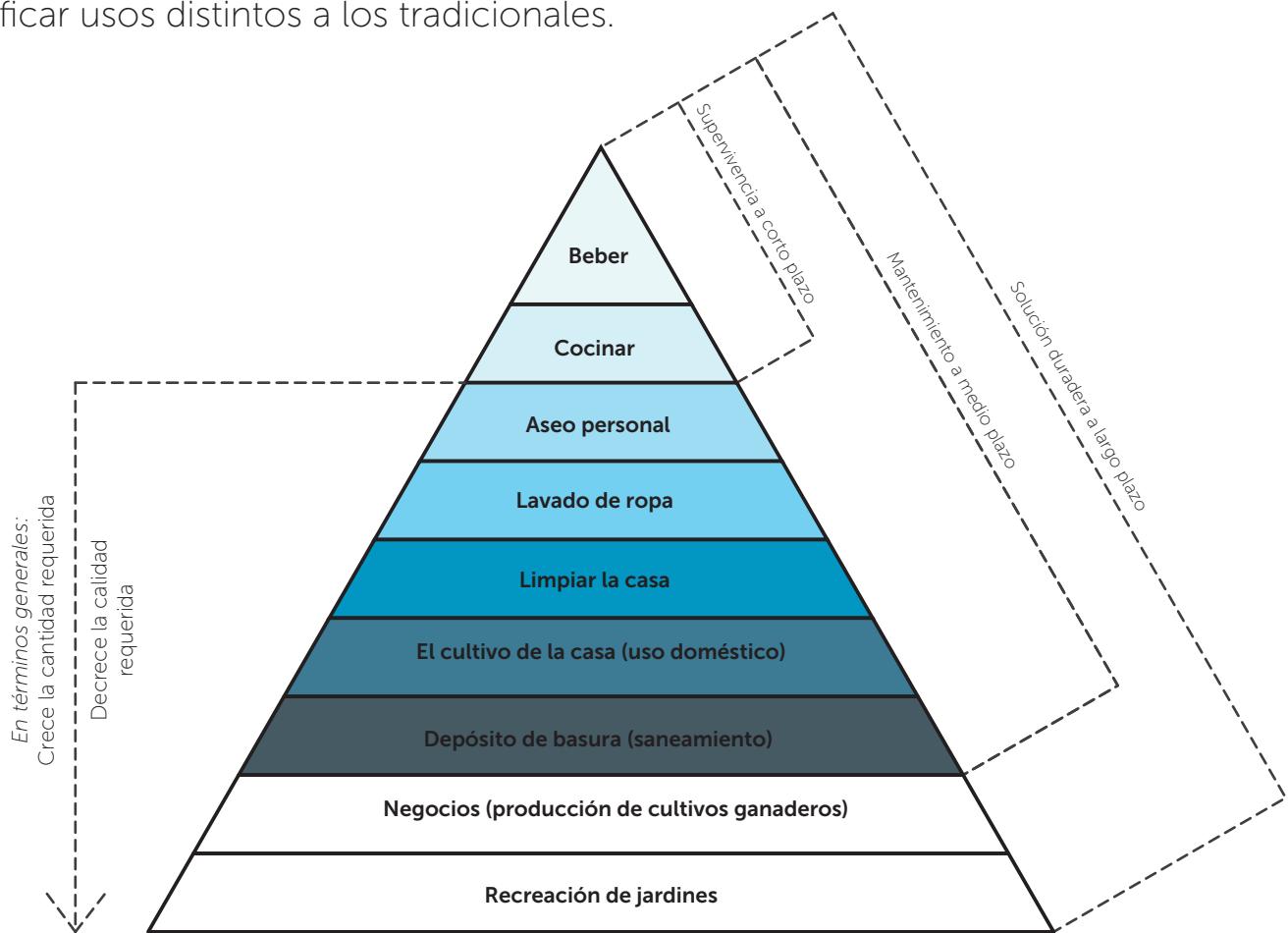


## 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

### 4.6. Estudios prácticos

#### Apóyate en estudios existentes...

Estimaciones que pueden resultarte útiles para calcular de forma más precisa tus usos domésticos o el uso para tus actividades productivos, son las que nos muestran la OMS y la Ong Oxfam. Ambas nos sirven para poder descomponer los datos, y especificar usos distintos a los tradicionales.

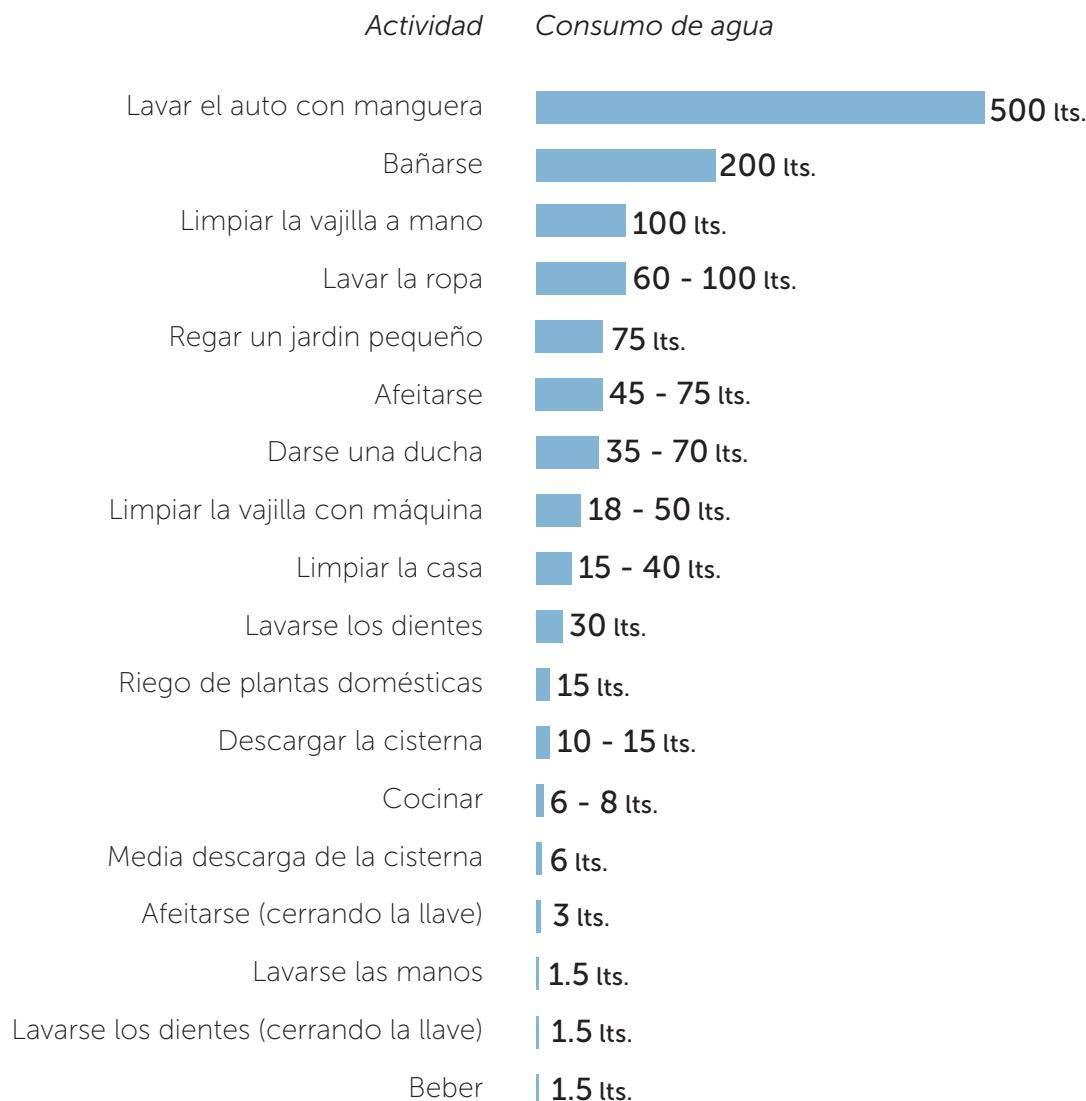


Jerarquía de requerimientos de agua (inspirado en la jerarquía de necesidades de Abraham Maslow. (1908 - 1970) Estudio realizado por la OMS.

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.6. Estudios prácticos

Según los datos estimados por la ONG Oxfam, el consumo de agua de algunas actividades domésticas comunes serían los siguientes:



#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.7. Resumiendo

Cálculo total de litros de agua que usarás al día:



**Formula para  
Usos Domésticos**

$$= H \times CH$$



**Formula para  
Usos de  
actividades  
productivas**

$$= H \times CU$$

**H:** Habitantes al día

**CH:** Consumo por habitante al día en promedio\*

**CU:** Consumo por usuario al día en promedio\*

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

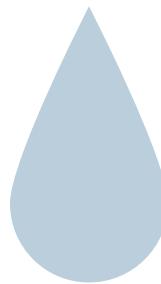
## 4.7. Resumiendo

Gracias al uso de sistemas alternativos ( baños seco, reutilización de aguas grises para inodoros, etc.) es posible disminuir considerablemente el consumo promedio de agua.



### Usos Domésticos

Consumo al día promedio  
por habitante



sistemas  
convencionales  
entre  
**120 y 170 lts.**



sistemas  
alternativos  
entre  
**84 y 119 lts.**



### Usos en actividades productivas

Consumo al día promedio por usuario



sistemas  
convencionales  
entre  
**2 y 300 lts.**



sistemas  
alternativos  
entre  
**2 y 210 lts.**

#### 4. ¿Cómo asegurar mi consumo de agua?

## 4.7. Resumiendo

Total de litros de agua que usarás al año:



### Usos Domésticos

$$\left[ \begin{array}{c} \text{habitantes al dia} \\ \times \\ \text{consumo por habitante al dia en promedio} \end{array} \right]$$



Consumo al día  
por habitante

Consumo al día por habitante  
**Sistemas alternativos**

**120 / 170 lts.**

**84 / 119lts.**



### Usos para actividades productivas

$$\left[ \begin{array}{c} \text{usuarios al dia} \\ \times \\ \text{consumo por usuario al dia en promedio} \end{array} \right]$$



Consumo al día  
por usuario

Consumo al día por usuario  
**Sistemas alternativos**

**2 / 300 lts.**

**2 / 210 lts.**

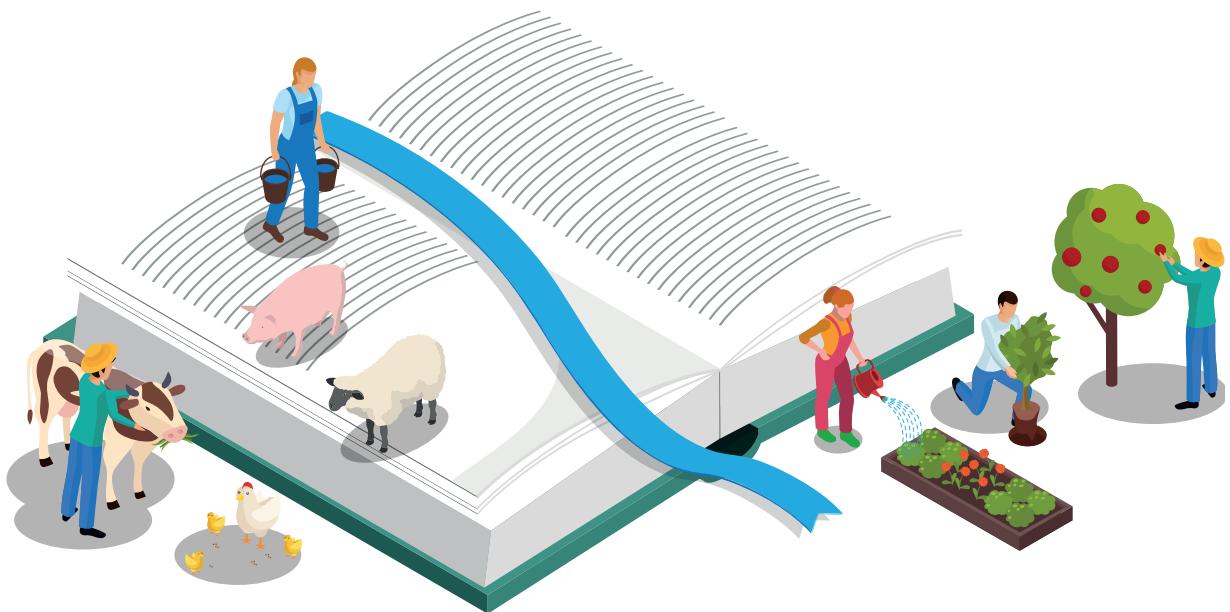
5

# Aprende y educa

Aprende nuevos hábitos y ayuda a otros a hacerlo también.

## 5. Aprende y Educa

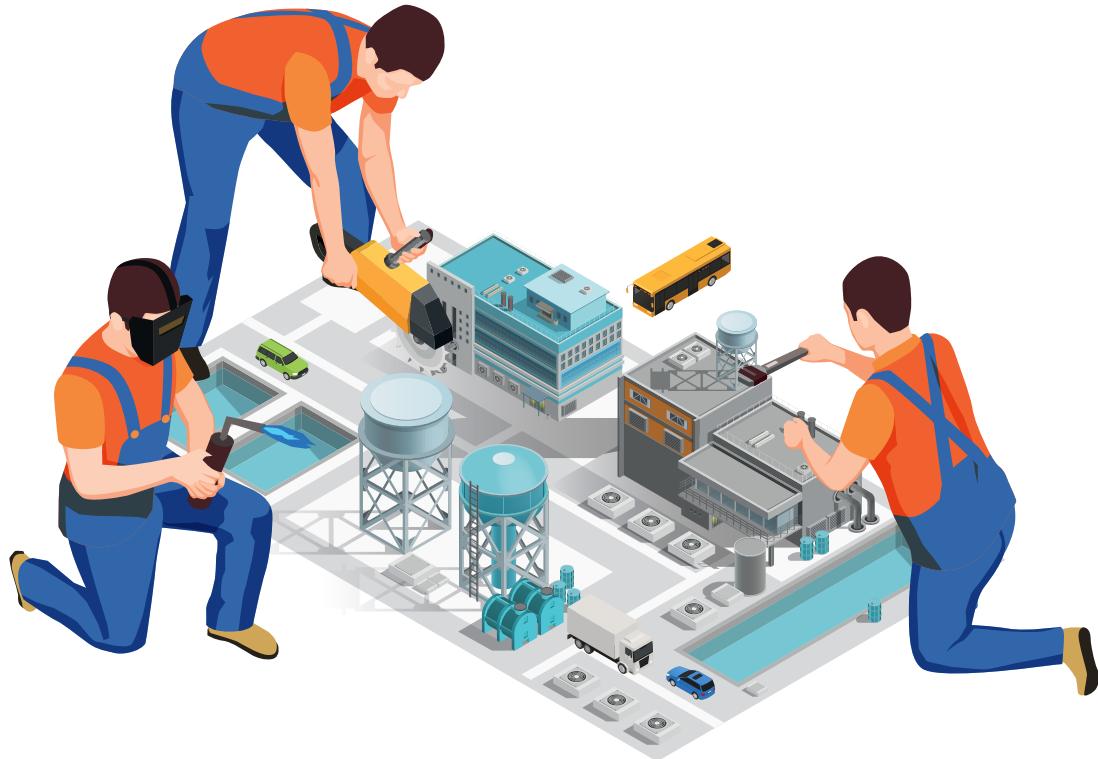
**Nuevos hábitos se aprenden con paciencia y voluntad.** Ocupar el agua con moderación, usar un baño seco, dejar atrás los detergentes tóxicos o separar las aguas grises son todos actos que requieren de una nueva forma de hacer las cosas. Aprender a usar un Sistema Sanitario no Convencional es un desafío que se asume al optar por sistemas más sustentables.



**Los servicios turísticos no sólo deben aprender nuevos hábitos, sino que además deben educar a sus usuarios.** Los visitantes pueden ser aliados cuando les mostramos la lógica de un habitar sustentable, manifestamos de forma clara las instrucciones de uso y les enseñamos las ventajas y ahorros que están generando.

## 5.2. Operación y mantenimiento

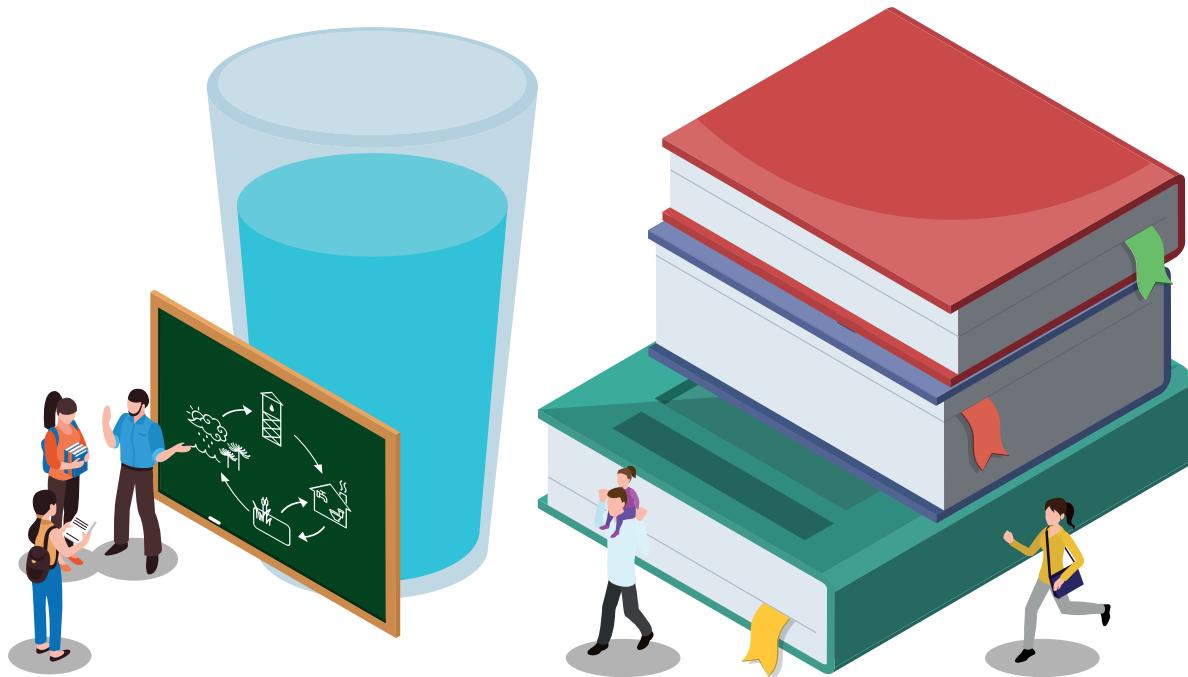
Palear, lavar, hilvanar, monitorear, reparar... pueden ser parte de las **faenas** que requiera la operación de un sistema sanitario no convencional. Es probable que no sean tareas extenuantes, y que sólo demanden algunas horas semanales, sin embargo **si no se ejecutan, el sistema fracasará.**



Es crucial diseñar en detalle un plan de mantenimiento a mediano plazo, y asegurar los recursos y las personas que puedan ejecutar labores de **operación /mantención.**

## 5.3. Educación y mantención

Ofrecer **Educación ambiental** como parte de proyectos sanitarios sustentables no sólo busca la cooperación del usuario para el buen funcionamiento del sistema, sino que además siembra la inquietud en ellos, de trabajar por un habitar sustentable. Esta inquietud luego se propaga de forma exponencial y va impulsando acciones colectivas que tienen el potencial de cambiar el mundo.



Usa mensajes provocadores que sorprendan al lector. Sé claro en definir las instrucciones de uso. Entrega datos concretos respecto a las cantidades de agua ahorrada o a las fuentes que te proveen. Involucra a los visitantes y cuéntales los desafíos del agua y saneamiento en tu territorio.

# 6

## ¿Cómo influye el entorno?

Analiza las posibilidades de tu territorio. Del lugar donde te encuentres dependerán tus sistemas apropiados.

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.1. Entorno

El entorno está constituido por todo lo que nos rodea, factores sociales, culturales y coyunturales, así como todos los parámetros bioclimáticos que inciden en el medioambiente donde nos desarrollamos.

#### Parámetros geográficos para el diseño bioclimático de sistemas sanitarios sustentables



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

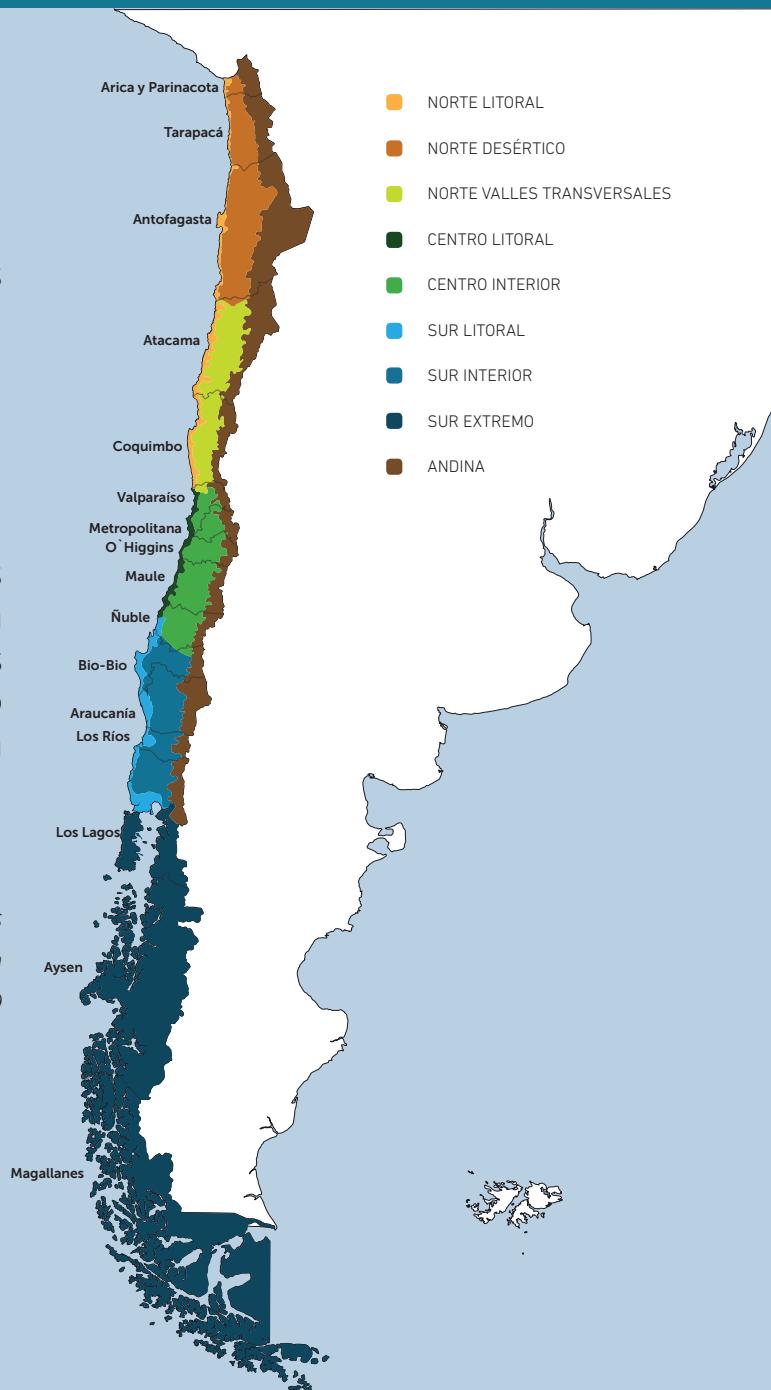
# 6.2. Chile Geográfico

## Macrozonas climáticas de Chile

Las variables climáticas de una zona geográfica constituyen uno de los factores más relevantes al momento de enfrentar el diseño, uso, operación y mantenimiento de la infraestructura hídrica.

Del clima dependerán las fuentes de agua disponibles en el territorio. También la actividad microbiológica que incide en los procesos de descomposición, deshidratación y de saneamiento de los desechos y aguas servidas. Zonas de alta oscilación térmica y/o zonas bajo la isoterma 0º también inciden en el comportamiento de los sistemas.

\*Los datos para la elaboración de los parámetros bioclimáticos relevantes se abordarán desde la NCh 1079 que estable una zonificación climática habitacional para Chile estructurada en 9 macrozonas



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

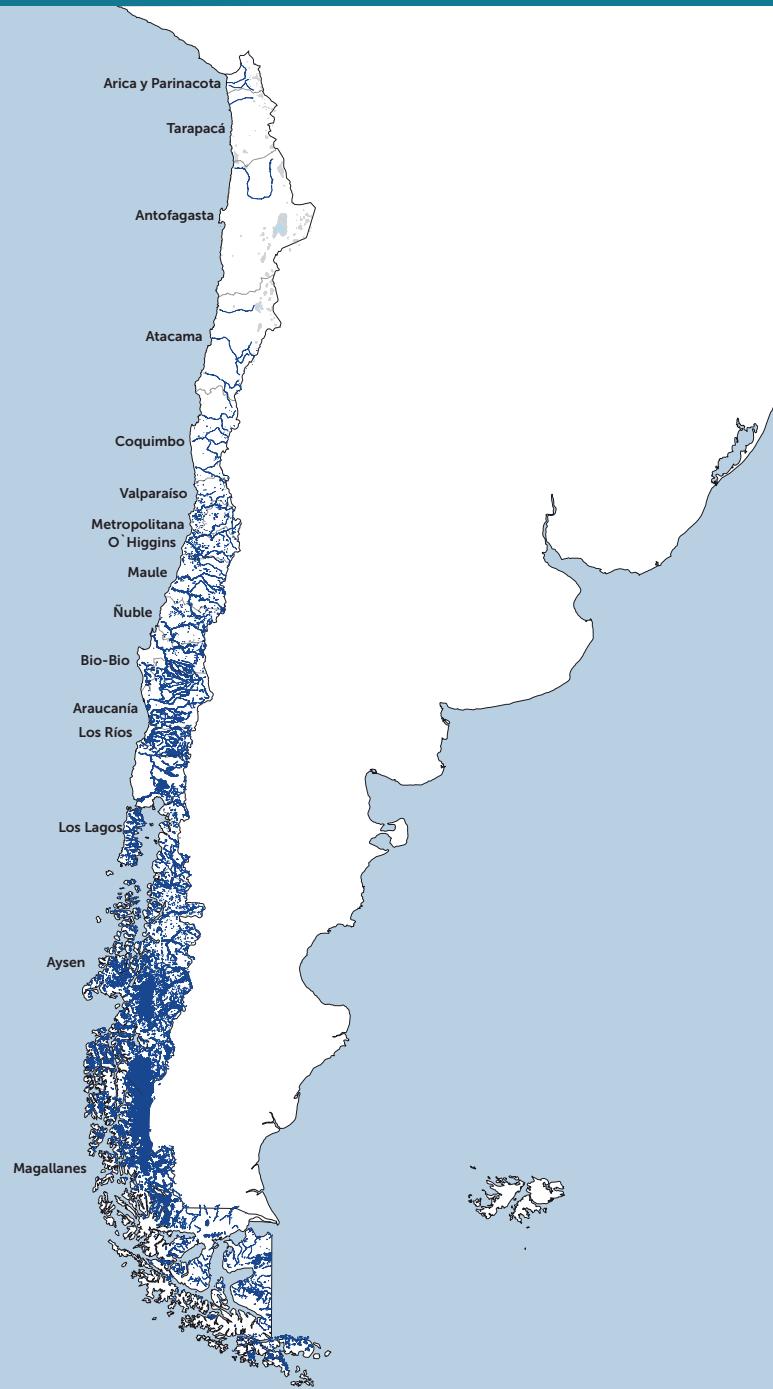
### 6.3. Fuentes de agua

#### Cuencas hidrográficas

En Chile los ríos por lo general son torrentosos, de corta longitud y de caudal muy diverso. En la zona norte varían desde ríos esporádicos y de poco caudal a grandes ríos que transportan miles de litros por segundo en la zona sur. Discurren desde la Cordillera de los Andes hacia el Océano Pacífico.

La DGA (Dirección General de Aguas) ha dividido el territorio nacional en 101 cuencas hidrográficas con diferente balance de agua. El manejo de las cuencas, la gestión del agua y los efectos de la crisis climática ha generado nuevas zonas de escasez hídrica y colapso ecosistémico, disminución de los embalses, acuíferos, nieves eternas y glaciares.

La producción de agua por medio de fuentes alternativas toma relevancia en estos lugares donde no podemos seguir colapsando las cuencas hidrográficas.



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.3. Fuentes de agua

#### Agua de niebla

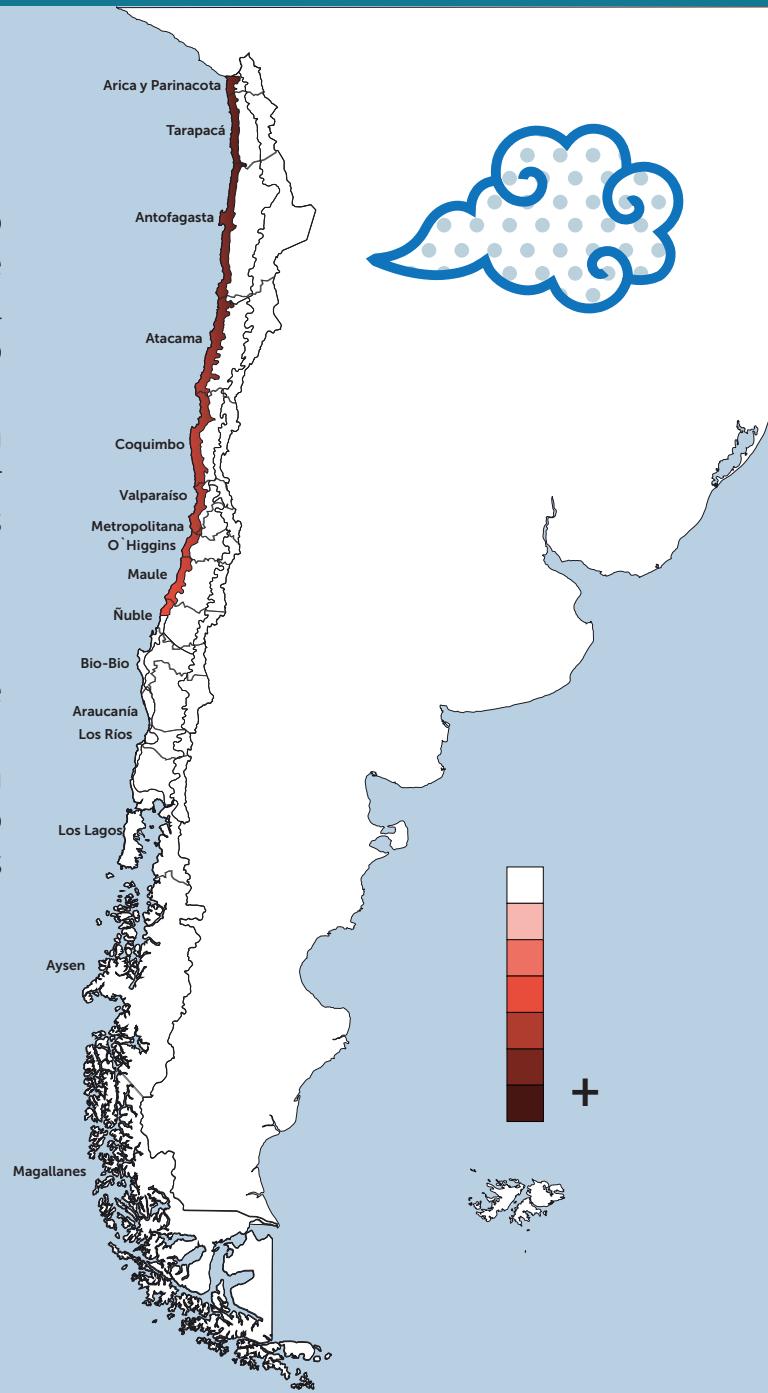
Existe una niebla costera, que producto del choque con las montañas asciende rápidamente, expandiéndose y enfriándose. Al enfriarse no puede contener la humedad como antes, generando que miles de gotitas de agua suspendidas viajen por el territorio y vallan quedando atrapadas en la vegetación del lugar o cualquier otra superficie. Este fenómeno es conocido como Camanchaca.

#### ¿Dónde?

La costa de Chile y Perú, específicamente desde la región de Bio-Bio hasta Lima existen condiciones óptimas para la producción de agua por medio de la niebla costera o Camanchaca. Las condiciones más favorables se dan en la zona norte, específicamente en la macrozona Norte Litoral.

#### Parámetros relevantes:

- Distancia a la costa
- Topografía local
- Vientos predominantes
- Zonas sobre los 400msnm



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.3. Fuentes de agua

#### Agua lluvia

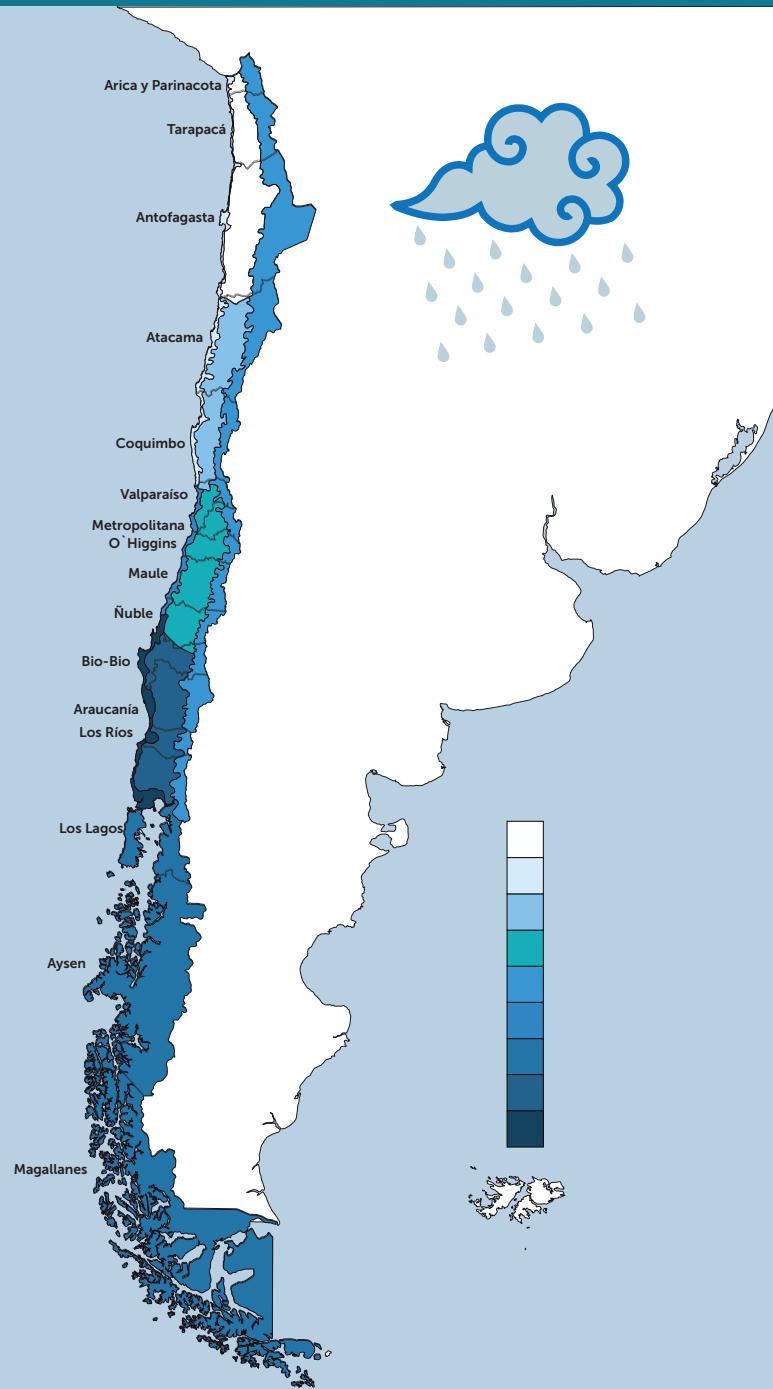
La lluvia es un fenómeno atmosférico crucial en el ciclo del agua, permite que el agua que escurrió hacia el mar, vuelva al territorio.

##### ¿Dónde?

En Chile la pluviometría puede variar desde nula en la zona norte hasta 2.000mm promedio anual en la zona sur costera (Valdivia). Por lo general, los sistemas de cosecha de aguas lluvias se utilizan en lugares sobre los 800mm de precipitación promedio anual.

#### Parámetros relevantes

- intensidad
- duración
- frecuencia



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.3. Fuentes de agua

#### Humedad del aire

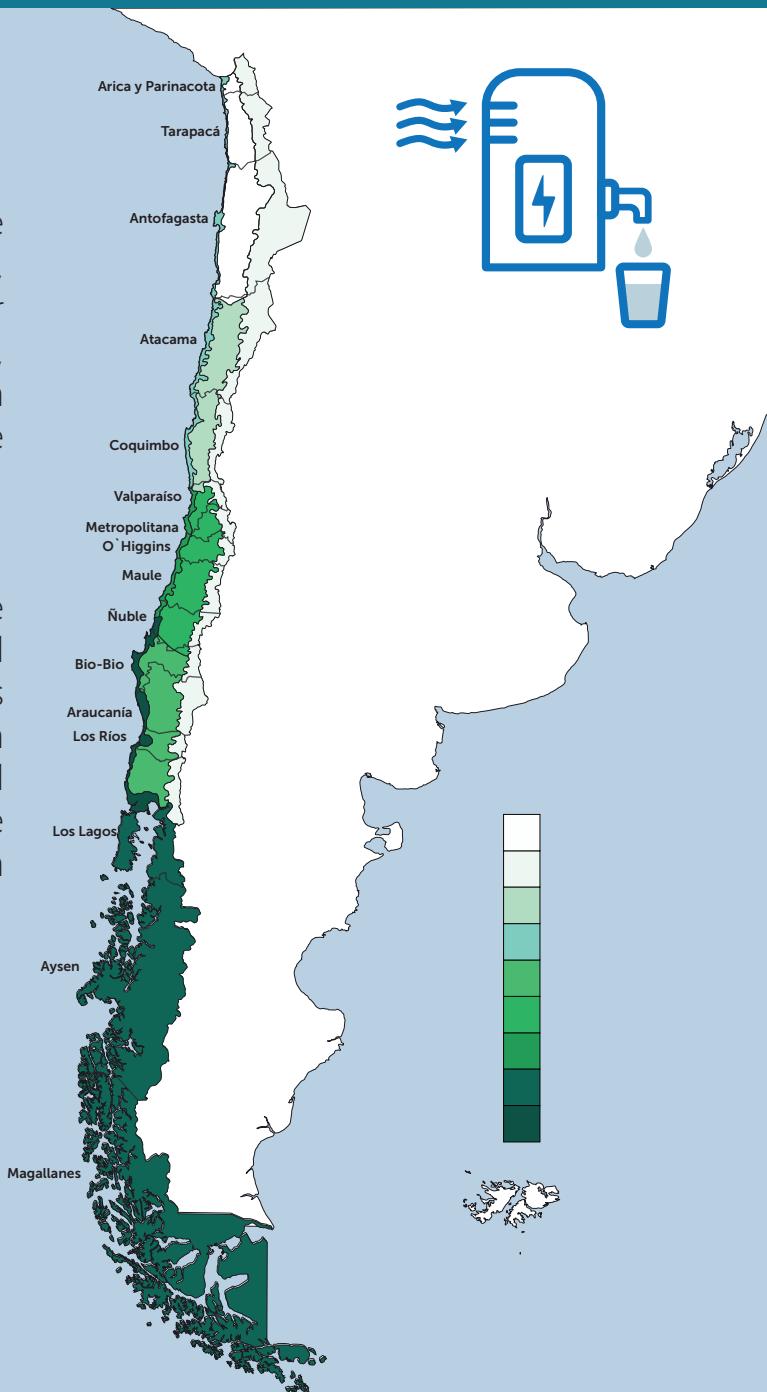
El vapor de agua está presente en el aire que respiramos. Según las condiciones climáticas, la cantidad de agua presente varía. El vapor procede de los mares, ríos, lagos, bosques, plantas y todos los seres vivos. Esta agua se puede condensar para su uso mediante equipos de condensación.

#### ¿Dónde?

Las zonas desérticas interiores y de altura se caracterizan por ser más secas. La humedad relativa disminuye. En las zonas bajas, costeras y con presencia de vegetación aumenta la evaporación y por lo tanto la humedad relativa. En zonas secas y húmedas es posible condensar la humedad del aire, pero con diferentes rendimientos.

#### Parámetros relevantes

- Humedad relativa
- Temperatura ambiente
- Energía



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.3. Fuentes de agua



#### Agua de niebla

La producción de agua de niebla es variable: depende de la presencia de la camanchaca o niebla costera. A pesar de su inestabilidad habrán días de niebla abundante tanto en invierno como en verano, y se considera que en Chile la producción de niebla puede ser más pareja durante el año que la de lluvia. Un estudio de niebla en el lugar específico de producción, te permitirá proyectar una producción mensual.



#### Agua lluvia

La producción de agua lluvia es variable: depende de la temporada lluviosa que en Chile suele estar fuertemente concentrada en ciertos períodos del año (por lo general, en invierno). Las precipitaciones concentradas obligan a proyectar un almacenamiento de mayor tamaño para asegurar cantidad y continuidad del abastecimiento durante todo el año.



#### Condensador de humedad

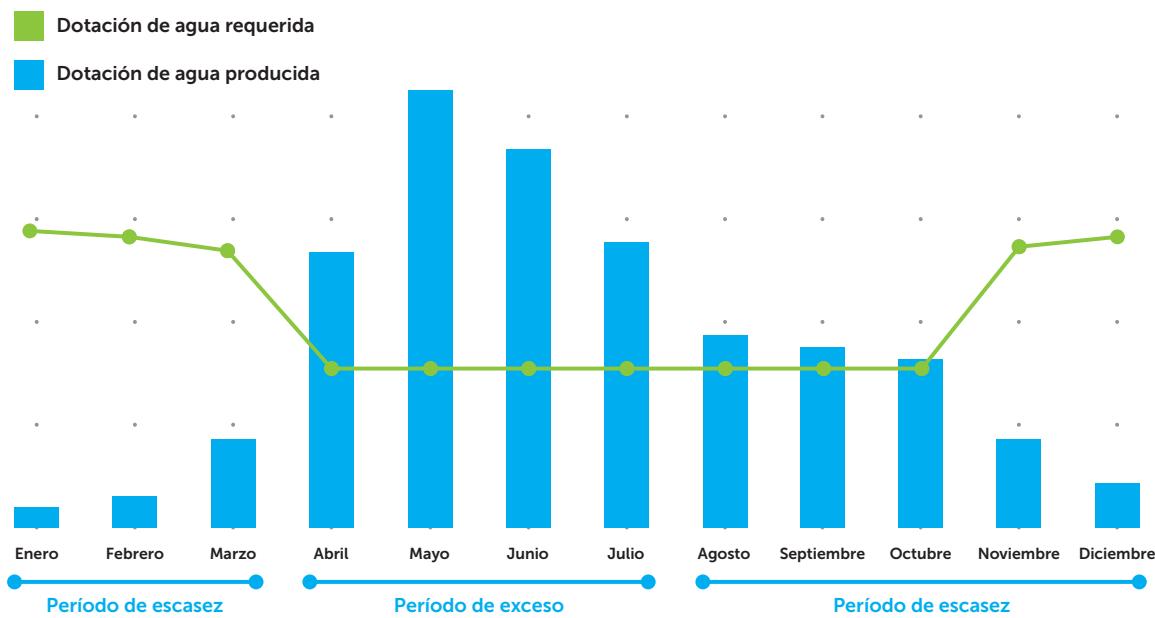
La humedad relativa es una variable estable, si bien varía durante el día y las estaciones del año, esto no afecta en mayor medida la producción de agua por medio de condensadores de humedad. Esta constancia permite proyectar con mayor precisión la producción anual.

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.3. Fuentes de agua

#### Dotación producida vs dotación requerida

Hay fuentes que ofrecen dotación de agua de manera constante, y otras que ofrecen más agua en algunas estaciones que en otras. Por otro lado, también hay usos que son más intensos en alguna estaciones que en otras. Cruzar datos del periodo en que tendrás agua disponible, y el periodo en que usarás el agua, será crucial para proyectar tu abastecimiento.



#### Acopio de agua

Cuando una fuente no es constante, la infraestructura contará con periodos de escasez y periodos de exceso de agua y se necesitará acopiar agua para trasladar de una estación a otra. Los sistemas que consideran acopio de agua requerirán un sistema de almacenamiento significativamente mayor.

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

# 6.4. Parámetros bioclimáticos

## Temperatura

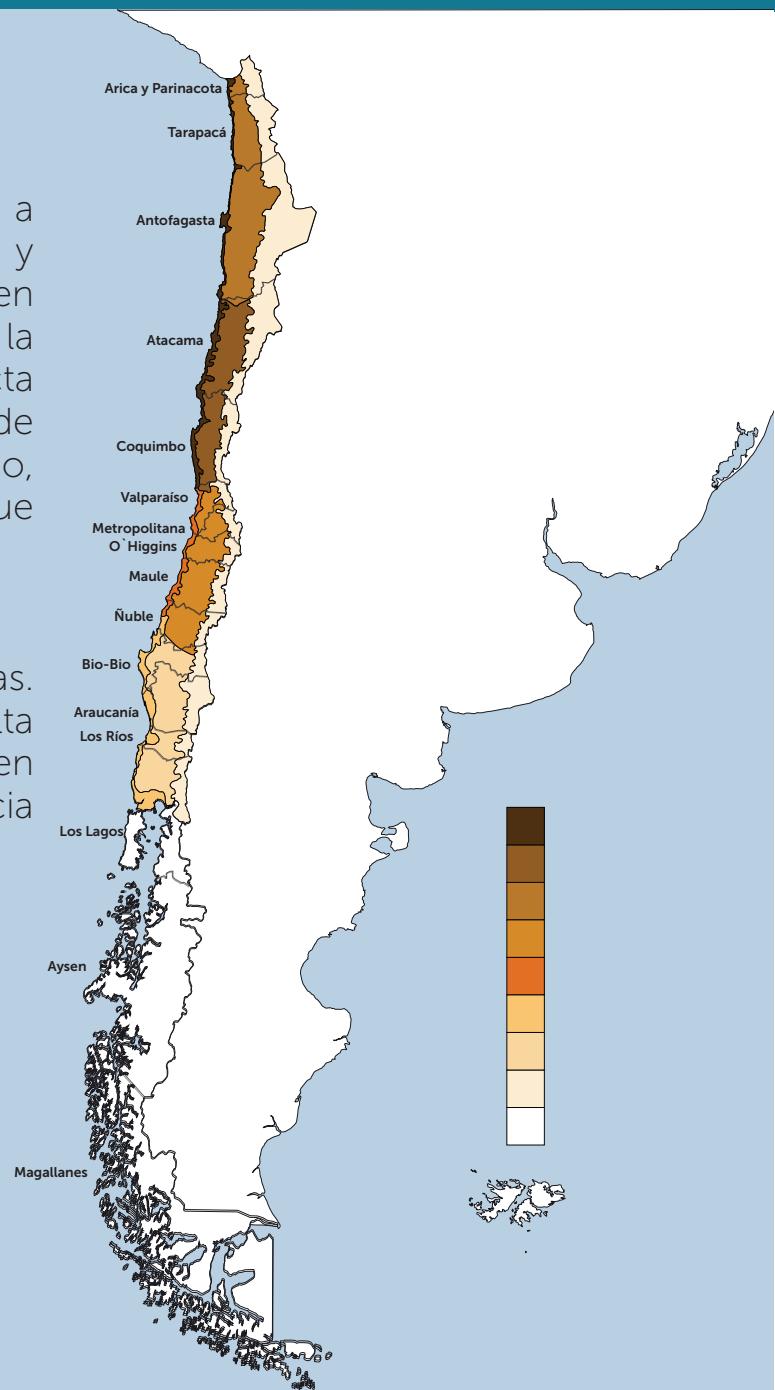
La temperatura ambiente está relacionada a los climas y microclimas, con la vegetación y la presencia de cuerpos de agua que permiten regular la temperatura y por sobretodo la oscilación térmica. Este fenómeno tiene directa relación con la efectividad de los procesos de saneamiento en las tecnologías de baño beco, humedales artificiales y lombrifiltros, ya que ayuda a la eficiencia de un sistema.

### ¿Dónde?

La zona norte tiene temperaturas más altas. En las zonas desérticas y andinas existe alta oscilación térmica. Las zonas costeras mantienen temperaturas más estables gracias a la presencia del mar.

### Parámetros relevantes

- Temperatura media anual
- Media máxima - media mínima
- Oscilación térmica



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

# 6.4. Parámetros bioclimáticos

## Oscilación térmica

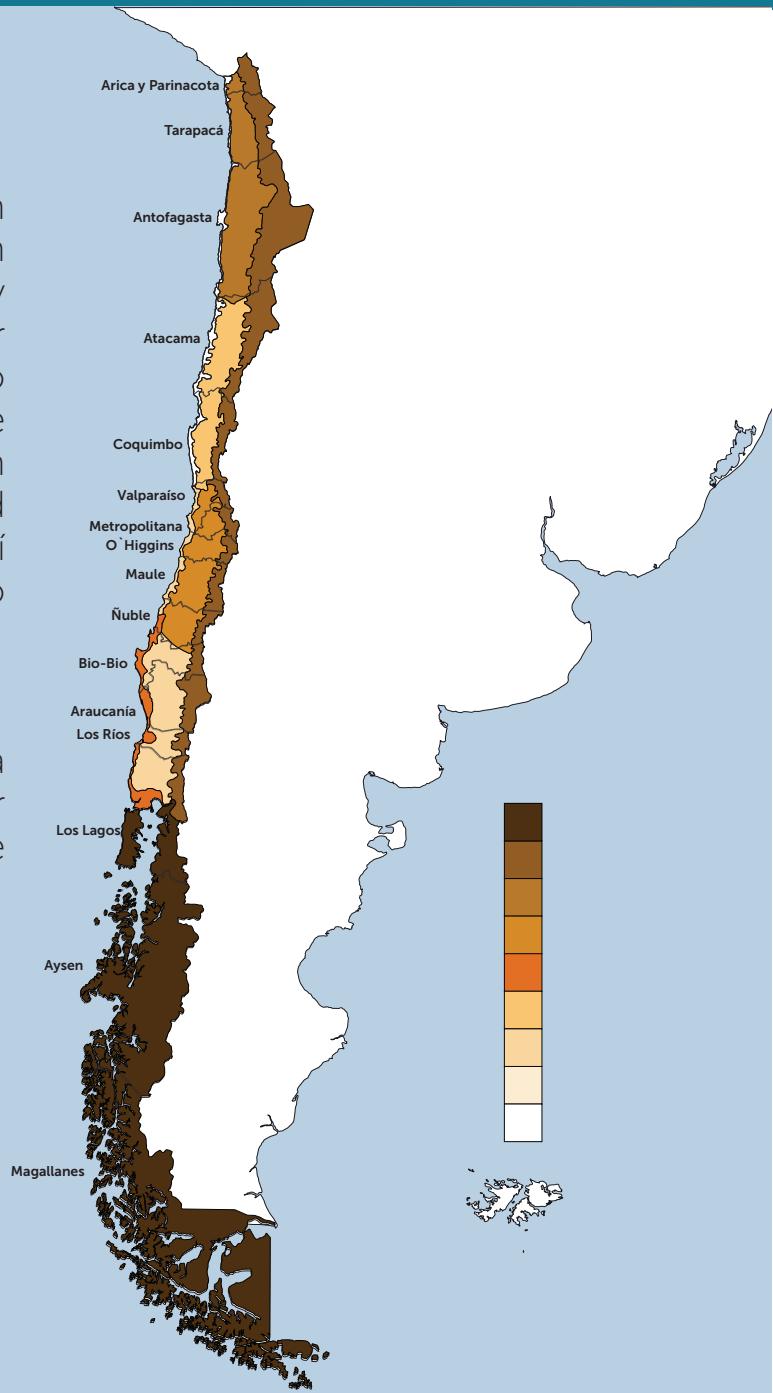
La diferencia diaria y anual de temperatura en un lugar determinado se denomina oscilación térmica. Las zonas andinas, australes y continentales en Chile presentan la mayor diferencia, acentuando épocas del año y/o momentos del día bajo la isoterma 0°. Este parámetro es determinante en una instalación sanitaria, debido al congelamiento de la red de agua potable y la red de alcantarillado, así como los procesos biológicos de saneamiento asociados.

### ¿Dónde?

La zona andina, sobre los 2.000msnm, la zona austral o sur extremo y ciertas zonas del sur interior y litoral presentan características de oscilación extrema o puntos de congelación.

### Parámetros relevantes

- Temperatura media anual
- Humedad media
- Vientos
- Proximidad a cuerpos de agua



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

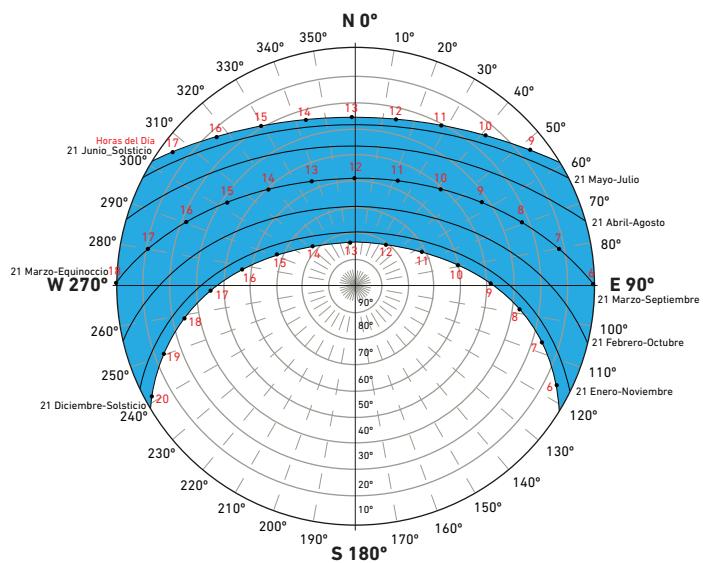
# 6.5. Parámetros de orientación

## Estrategia de orientación

El emplazamiento de la infraestructura y equipamiento para nuestro habitar responde a 2 parámetros de orientación fundamentales: asoleamiento y ventilación natural. Ambos fenómenos se integran por medio de estrategias de diseño pasivo. Mediante ángulos con respecto a los puntos cardinales, se puede medir la dirección del sol en distintas épocas del año y la dirección, frecuencia e intensidad del viento.

## Asoleamiento

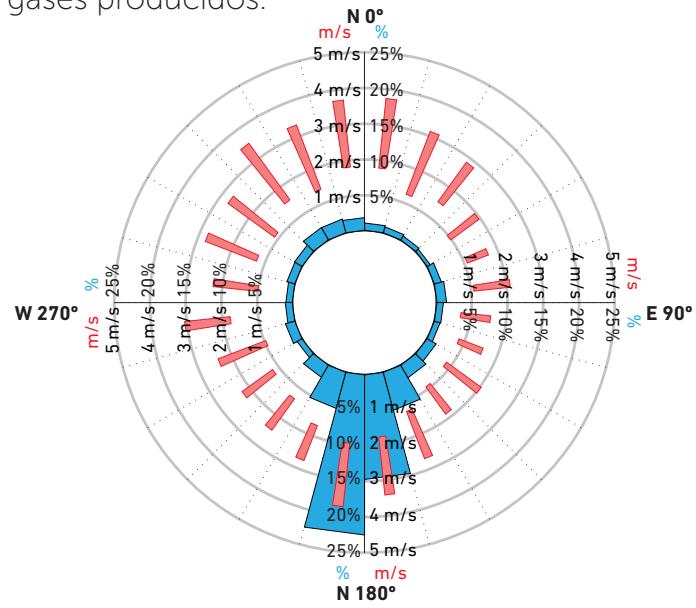
Se recomienda aprovechar el asoleamiento para los recintos húmedos como baños y cocina. El asoleamiento también puede influir en el flujo de la ventilación de los recintos debido a efectos convectivos que generan movimientos de aire.



**Carta solar.** Entrega información de los ángulos de salida y puesta en función de la época del año. También entrega el azimut, ángulo del sol sobre la superficie terrestre según hora y fecha del año.

## Vientos

Los vientos influyen directamente en la ventilación de los recintos y de los sistemas de saneamiento. Conocer los vientos de nuestro territorio permite planificar el emplazamiento del sistema sanitario procurando que el viento se lleve malos olores y gases producidos.



**Rosa de los vientos.** El viento registrado históricamente se gráfica en cartas de viento del lugar. Entregan 3 tipos de información: la dirección predominante, la frecuencia y la intensidad del viento respecto a los puntos cardinales.

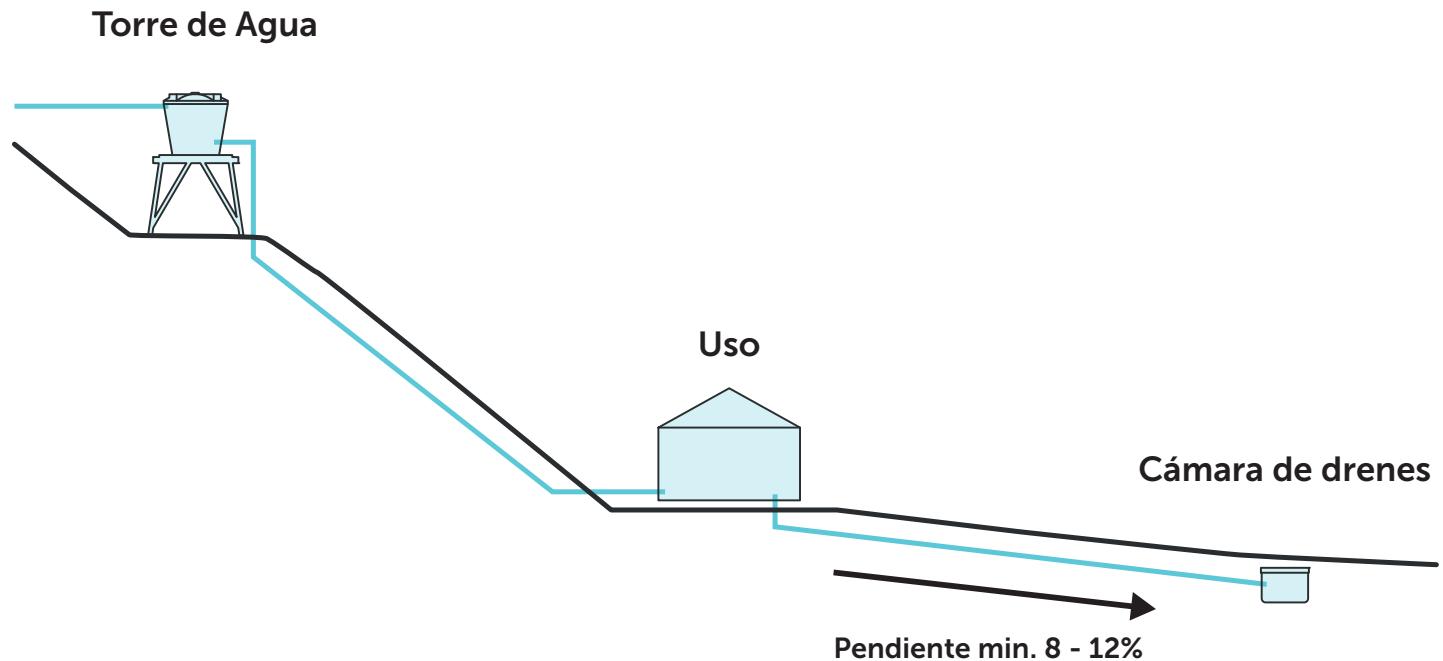
## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.6. Topografía



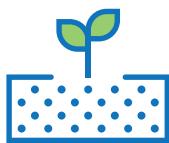
#### Usar la pendiente como reserva de energía

La pendiente del lugar dónde se instalarán los sistemas sanitarios sustentables es crucial al momento de planificar el flujo de las aguas. Agua almacenada en altura es una reserva de energía, debido a la presión natural que le da a la red de agua potable. Así mismo, las aguas servidas necesitan escurrir de forma natural. Se debe diseñar un flujo que tenga una pendiente entre 8% y 12%. Finalmente los drenes de infiltración deben estar en la parte más baja del terreno, alejado de posible fuentes de agua y con una pendiente similar a la de las aguas servidas.



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.7. Suelos



#### Suelo

El suelo es la capa de superficie terrestre biológicamente activa, en donde intervienen diferentes procesos químicos y físicos fundamentales para la existencia de los seres vivos. Un suelo sano contiene una distribución equilibrada de materia orgánica, minerales, microorganismos, bichos y poros para la circulación de agua y aire.

Hay muchos tipos de suelos que presentan características desafiantes para un sistema sanitario. Estos se pueden agrupar en:

- **Suelos saturados:** Suelos próximos a cuerpos de agua, riberas, litorales, humedales o turberas, por lo general presentan incapacidad de absorber más agua.
- **Suelos en estado de Conservación:** Suelos que sean parte de ecosistemas protegidos por algún objeto de conservación que lo merezca.
- **Suelos duros o rocosos:** Suelos de poca absorción por su dureza, ya sea por degradación, constituidos por roca o suelos extremadamente compactados.

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

### 6.7. Suelos



#### Índice de absorción

La capacidad que tiene un suelo determinado de absorber agua se denomina "índice de absorción" con este dato se puede calcular el tamaño de los drenes que necesitará tu sistema de tratamiento para evacuar las aguas servidas generadas.

1



Excava 2 hoyos separados por 20 mt. de distancia.  
Cada hoyo debe ser de **30 x 30 cm. y 35 cm. de profundidad.**

2



Llénalos con 15 cm. de agua y **deja infiltrar completamente (que desaparezca toda el agua)**

3



Llénalos nuevamente con 15 cm. de agua y toma el tiempo de cuanto demora cada uno **al bajar 2,5 cm.**

**\*Mientras más tiempo se demore el agua en drenar, menor es la capacidad de absorción de tu terreno.**

## 6. ¿Cómo influye el entorno?

# 6.8. Factores humanos

## Servicios Sanitarios Locales

De forma privada o pública, en el país se ofrecen distintos servicios sanitarios que cubren necesidades de infraestructura para abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

**Empresas Sanitarias** pueden ofrecerte servicios cuando estás localizado dentro de su área de concesión. Estos servicios se proveen principalmente mediante vastas redes de agua potable y de alcantarillado que agrupan infraestructura para una población de casas e instalaciones productivas.

Estos servicios se pagan de forma mensual a través de la cuenta de agua que el usuario paga todos los meses.

Además de las empresas sanitarias, existe una figura de provisión de infraestructura pública de red de agua potable llamada Agua Potable Rural (o **APR**). Este tipo de infraestructura es construida y gestionada por el estado y operada por cooperativas locales de consumo de agua potable que cobran una cuota fija o variable. Esta figura, al día de hoy, no incorpora servicios de alcantarillado y no provee agua para usos productivos, pero la nueva ley de servicios sanitarios rurales acarrea cambios en esta materia.

Si no cuentas con factibilidad de servicio, deberás implementar un proyecto particular.

**¡Verifica antes de empezar si cuentas con factibilidad de abastecimiento a través de las empresas sanitarias locales o de un sistema de APR!**



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

# 6.8. Factores humanos

## Proyecto Particular de Agua Potable y Alcantarillado

Sitienes **acceso** a fuentes de agua y cuentas con derechos particulares de aprovechamiento de agua (o derechos de agua), podrás contar con sistemas convencionales de captación de agua desde ríos o napas para abastecer tu sistema particular de agua potable y alcantarillado.

Si no tienes acceso a ellas, puedes implementar sistemas alternativos para captación de agua desde otras fuentes (lluvia, niebla o humedad del aire).

Teniendo definida tu fuente de agua, deberás diseñar, construir y operar cierta infraestructura sanitaria de agua potable y alcantarillado. Parte de esta infraestructura consistirá en tecnologías que requerirán **mantenCIÓN especializada** como retiro de lodos, limpiezas tecnificadas u otras.

Encontrar buenos y confiables **especialistas** será crucial para desarrollar tu proyecto. Hazles las preguntas correctas, y manifiesta de forma clara cuál es la solución sanitaria que necesitas.

**¡Evalúa tus posibilidades de acceso a fuentes de agua y considera la disponibilidad de proveedores de servicios en tu zona!**



## 6. ¿Cómo influye el entorno?

# 6.9. Regeneración

**Hoy, aprovechar las fuentes alternativas y mejorar la calidad del saneamiento es una oportunidad para restaurar nuestros territorios.**

**Reforestación:** Plantar especies de arboles nativos o perfectamente adaptados.

**Recuperación de suelos degradados:** Devolver nutrientes a la tierra, derivados de la orina y los deshechos humanos tratados, para enriquecer los sustratos.

**Recuperación de ecosistemas:** proveer ambientes fecundos y descontaminados para la flora y la fauna del lugar, que cobijen y alimenten las especies de la zona.

**Restauración de ciclos hidrológicos devastados:** Promover la infiltración de agua sana y los fenómenos de evapotranspiración para mejorar y restablecer los ciclos hidrológicos, recargando acuíferos y re estableciendo cuencas. Así mismo, aprovechando fuentes alternativas, se alivia la presión sobre otras fuentes agotadas.

**Restauración de suelos contaminados:** Mejoras a los sistemas de saneamiento aportan a descontaminar zonas críticas.

# 7

## Prototipos

Con 2 casos ejemplificamos el proceso metodológico para definir los parámetros del proyecto sanitario sustentable. Distintos especialistas participaron de estos proyectos.

# Prototipo

## Prototipo Área Protegida

Baño remoto Camanchaca

**CONAF**  
Parque Nacional Pan de Azúcar.  
Región de Atacama



Servicio turístico para  
Pasantes

## Prototipo Zona rural

Agrocamping La Medicina

**INDAP**  
Isla Quehui, Archipiélago de Chiloé.  
Región de Los Lagos



Servicio turístico de  
Alojamiento

## 7.1. Baño remoto Camanchaca

El mirador del final del sendero las lomitas, de Parque Nacional Pan de Azúcar, es un atractivo que convoca visitantes por su belleza despampanante. Todos los veranos, un promedio de 25 usuarios, emprende un recorrido de 4 horas bajo el inclemente sol del desierto, para llegar a la cima de un farellón costero desde donde pueden vislumbrar una inmensa porción de costa. En ese límite entre el mar y la tierra pueden observar la camanchaca, a medida que avanza y retrocede por el continente.

Es necesario en este lugar contar con un baño para los visitantes. Disponer de agua para hacer funcionar un baño, no es fácil en mitad del desierto de Atacama. Por esta razón se decidió instalar un baño seco que no utiliza agua para la descarga y un atrapanbiebla para producir el agua necesaria para el lavado de manos.

En las siguientes láminas se muestra el proyecto con sus principales parámetros sanitarios.



## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### **UBICACIÓN**

Parque Nacional Pan de Azúcar, sector Las Lomitas. Región de Atacama, Chile.

Emplazamiento remoto, con acceso vehicular para personal CONAF, sin energía eléctrica ni instalaciones de agua. Con alta presencia de Camanchaca, vientos fuertes y aluviones ocasionales.



# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## ENCARGO

Atender la necesidad de implementar servicios higiénicos en sector Las Lomitas, detectada en Plan Maestro de Desarrollo (2013), resolviendo el desafío de la escasez hídrica de la zona y la consecuente dificultad de proveer servicios sanitarios.

Lograr un diseño con mínimos requerimientos de mantención y operación.

Educar a los visitantes respecto al correcto uso de la infraestructura y gatillar conciencia en el uso del recurso hídrico.

Principio de mínimo impacto en el entorno, en los procesos de diseño y de construcción.

Dejar capacidades instaladas de construcción, operación y mantención en la comunidad local.

## PERFIL DE VISITANTE

Trekkeros en su mayoría. Familias o amigos, deportistas, comunidad local.



## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### ¿Cómo se calculó la dotación?

La dotación se calculó en función de la cantidad de visitantes promedio del lugar, y el consumo promedio de ellos.

Para un cálculo más preciso, se distinguió entre temporada alta y temporada baja, pues la visita cambia de forma significativa.

Se estimó que 25 visitantes llegarían en temporada alta y 5 el resto del año.

Se proyecta que cada uno de ellos se lave las manos una vez, ocupando 2 litros de agua.

No hay otros servicios, ni funcionarios en el lugar.

El cálculo de visitante se proyectó para un horizonte de diez años.

**Estimación de agua al día por usuario**



= 2 lts.

## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### ¿Cómo se calculó la dotación?

**Cantidad de agua al año**

**365 días al año**

**Temporada alta:** 90 días aprox.

25 visitantes que consumen 2 litros requerirán 50 litros de agua al día.

**Temporada baja:** 275 días aprox.

5 visitantes que consumen 2 litros requerirán 10 litros de agua al día.



$$\begin{array}{l} 90 \text{días} \times 50 \text{litros} \\ 275 \text{días} \times 10 \text{litros} \end{array} = \mathbf{7.250 \text{ litros al año}}$$



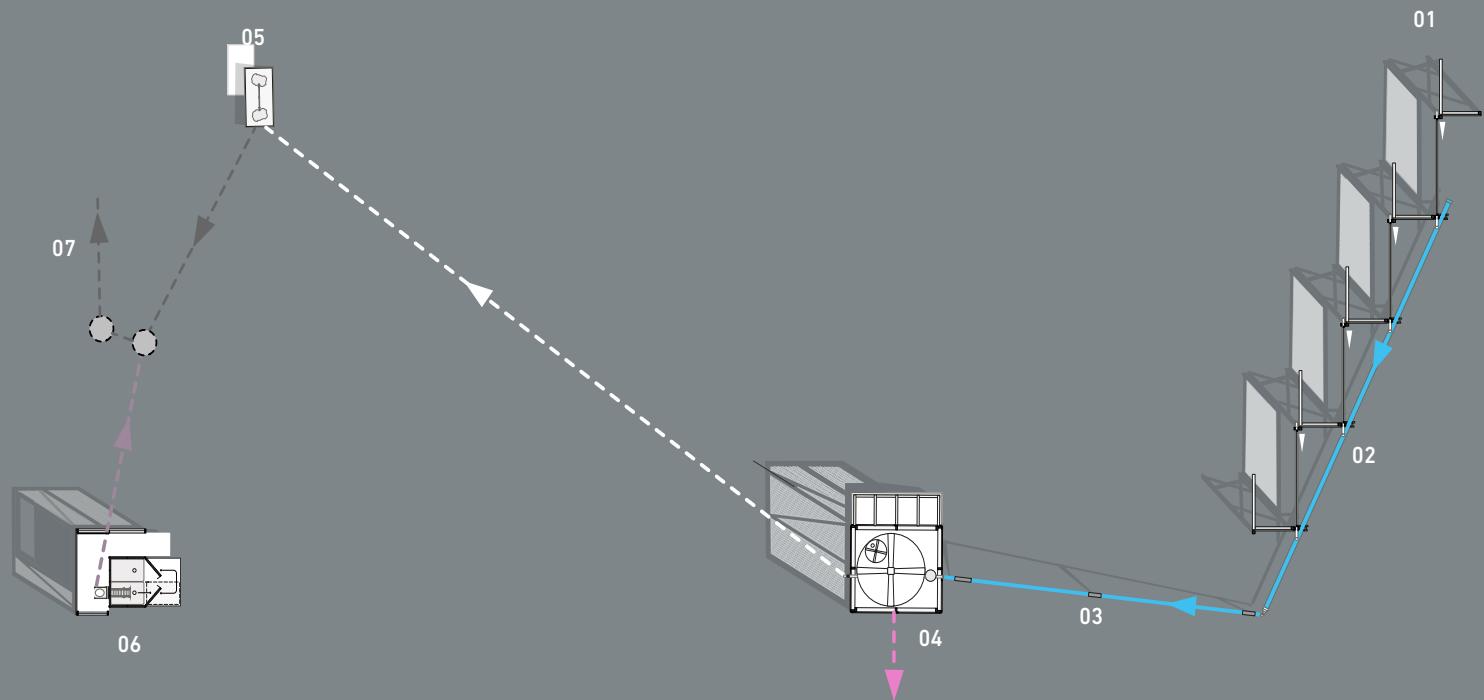
## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### Proyecto sanitario

Se proyectó un baño seco mirador, que aprovechando la majestuosa vista al océano, propone una experiencia sensorial al visitante. La cámara de saneamiento es hermética y ventila hacia los cuatro vientos por una tubería hacia el cielo que asegura un baño sin olores de ningún tipo. El material fecal se retira por primera vez después de 3 años. La orina se infiltra de forma segura en el terreno junto a las aguas servidas del lavamanos a través de drenes y pozo absorbente. El lavamanos funciona con agua cosechada por estructuras atrapaniebla ubicadas en una cota superior. El agua es almacenada en un estanque calculado para satisfacer la demanda de agua durante todas las estaciones del año. La diferencia de cotas da presión al sistema.



# 7.1. Baño remoto Camanchaca



- Cámaras de Inspección
- Dirección de Agua
- Agua Cruda
- - - Agua Potable
- - - Agua Gris/ fuente de manos
- - - Orina
- Despacho de Estanque Cónico

- 01/ estructura de atrapanieblas
- 02/ acueducto principal
- 03/ tubería de distribución aérea
- 04/ almacenamiento estanque cónico 2.400 lts.
- 05/ fuente de manos y baliza informativa
- 06/ baño seco con desviación de orina
- 07/ tratamiento aguas grises

PLANTA GENERAL  
/SISTEMA CAPTACIÓN, POTABILIZACIÓN Y USO

# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Sistema de captación Atrapaniebla

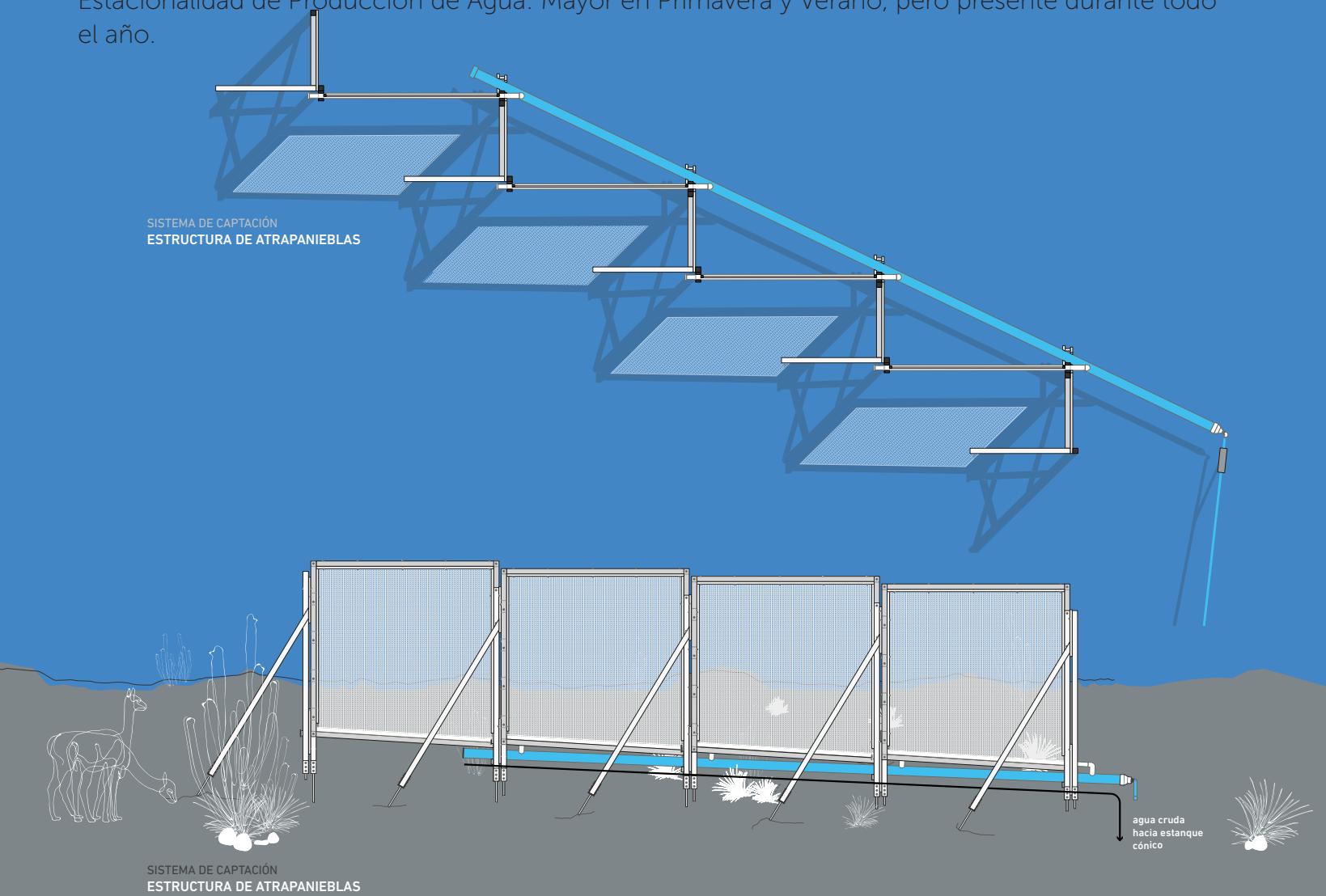
Sistema implementado: 4 bastidores con 31 m<sup>2</sup> de malla en total

Rendimiento estimado día promedio: 76 litros

Rendimiento estimado día máximo: 120 litros

\*estimación en base a registros históricos de proyectos atrapaniebla en Chile.

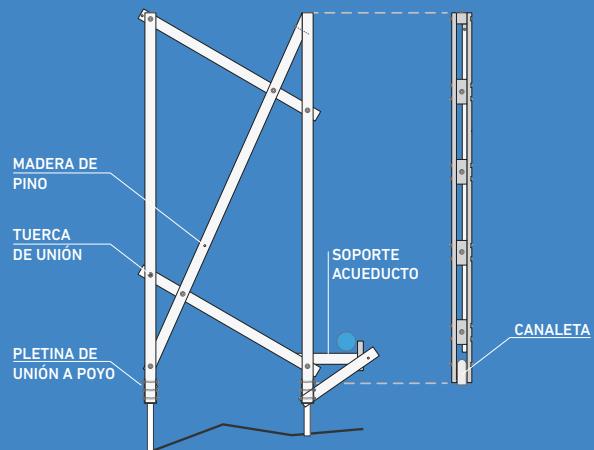
Estacionalidad de Producción de Agua: Mayor en Primavera y Verano, pero presente durante todo el año.



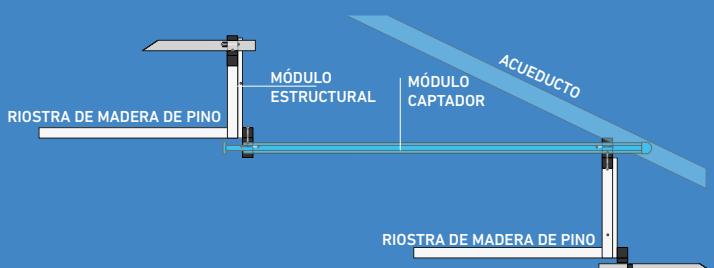
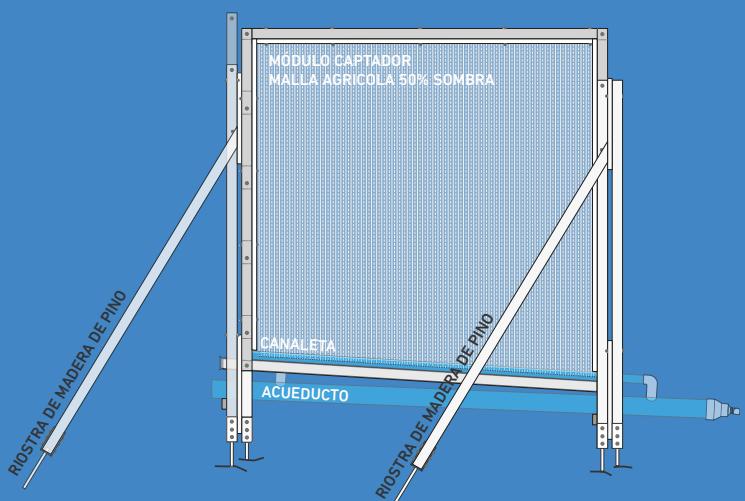
# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Sistema de captación Atrapaniebla

El sistema modular se estructura en base a módulos



DETALLE  
ESTRUCTURA DE ATRAPANIEBLAS  
ELEVACIÓN LATERAL DE MÓDULO ESTRUCTURAL



DETALLE  
ESTRUCTURA DE ATRAPANIEBLAS  
ELEVACIÓN FRONTAL Y PLANTA DE  
MÓDULO ESTRUCTURAL

# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Sistema de distribución

Presión natural por gravedad

Acueducto elevado desde estructura de atrapaniebla hasta estanque.

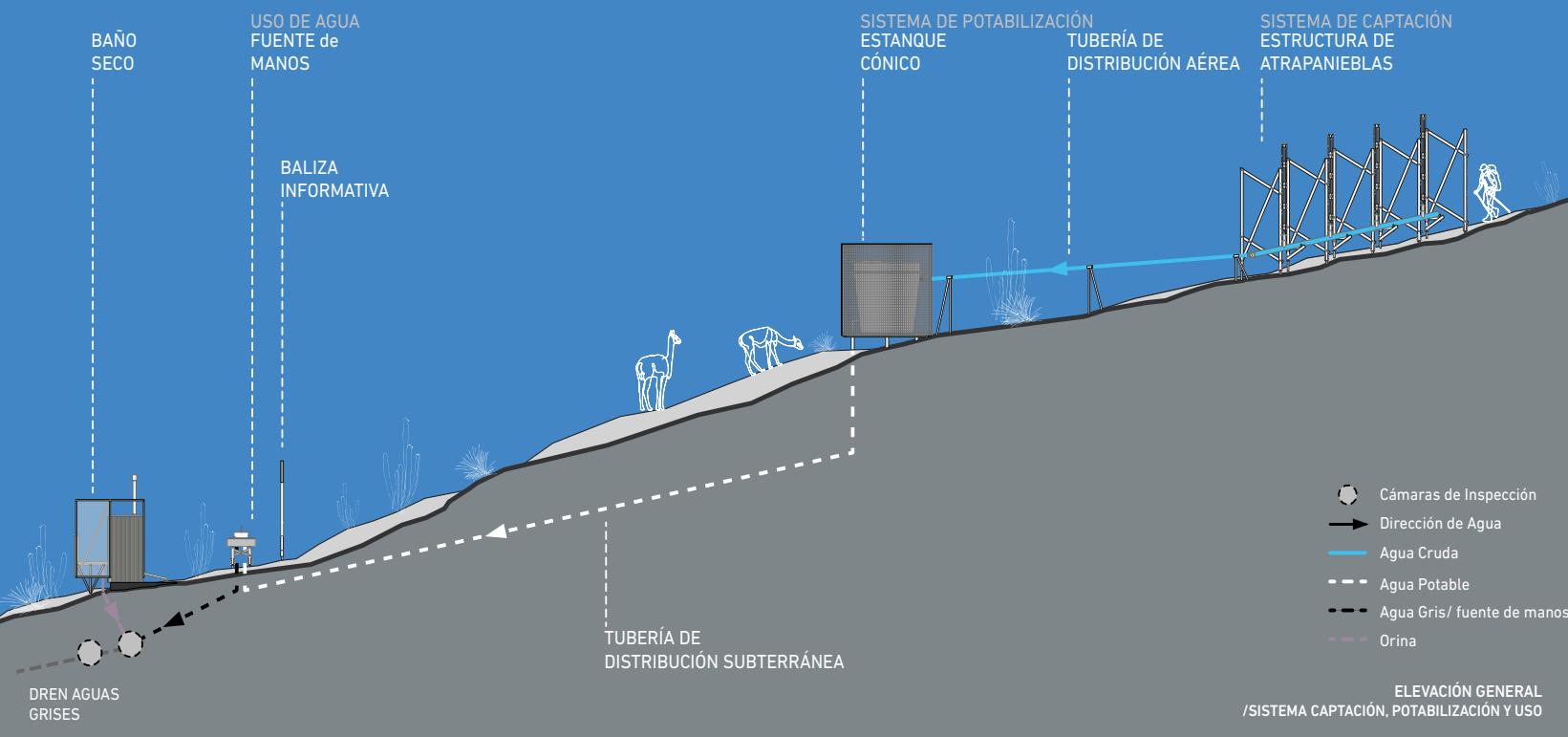
Canalización soterrada desde estanque hasta fuente lavamanos.

El agua es conducida desde el atrapaniebla al estanque por gravedad.

El agua es conducida desde el estanque al lavamanos por gravedad.

El agua es conducida desde el lavamanos al dren de infiltración por gravedad.

La orina es conducida desde el baño al dren de infiltración por gravedad.



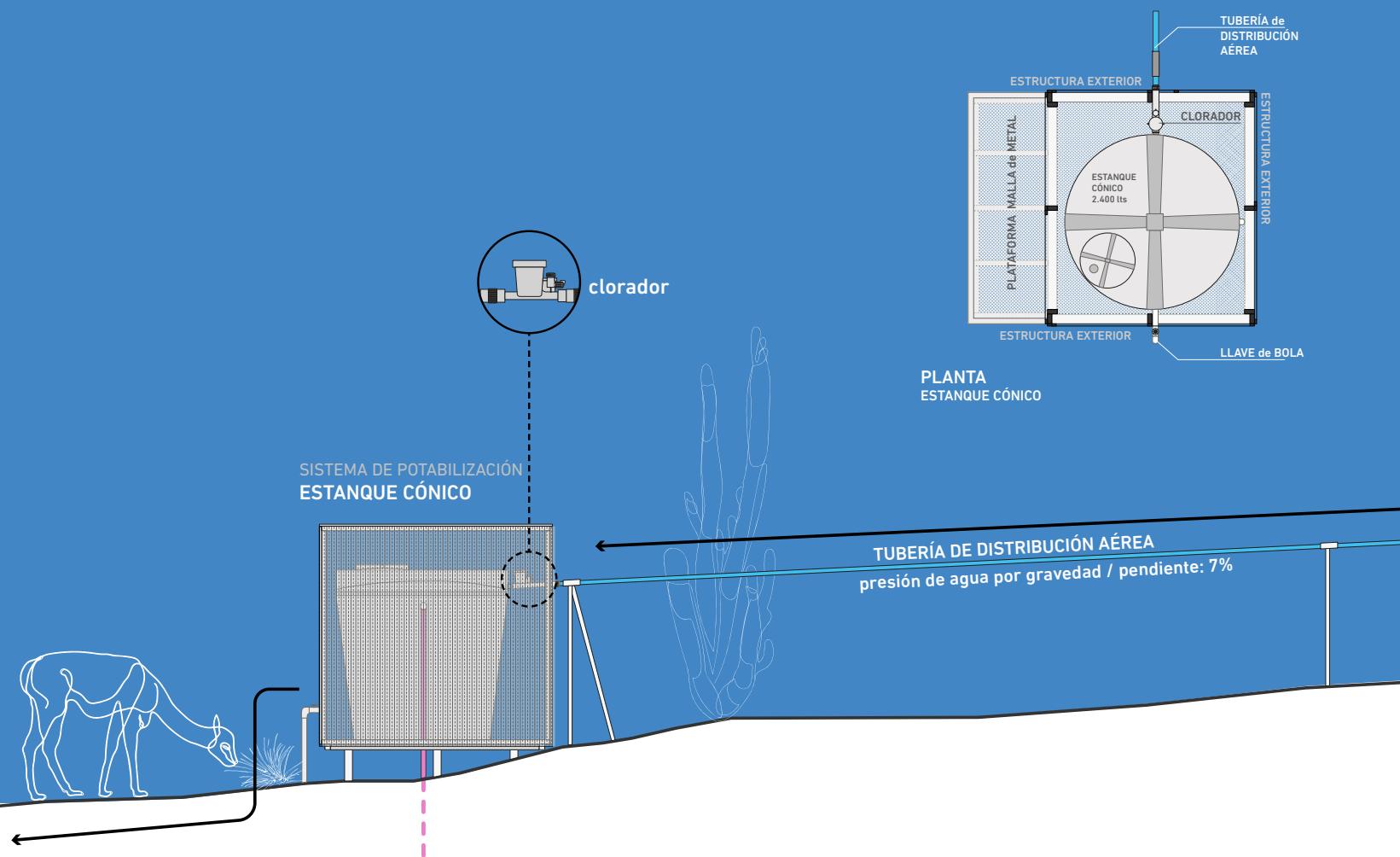
# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Almacenamiento y tratamiento

Almacenamiento recomendado según estudio diario de dotación requerida v/s dotación producida: 2.400 litros.

Sistema de desinfección: Cámara Cloradora +válvula sostenedora de presión o válvula flotador.  
Otros tratamientos: decantación en estanque

Calidad del agua: Cumple NCH 409



# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Usos

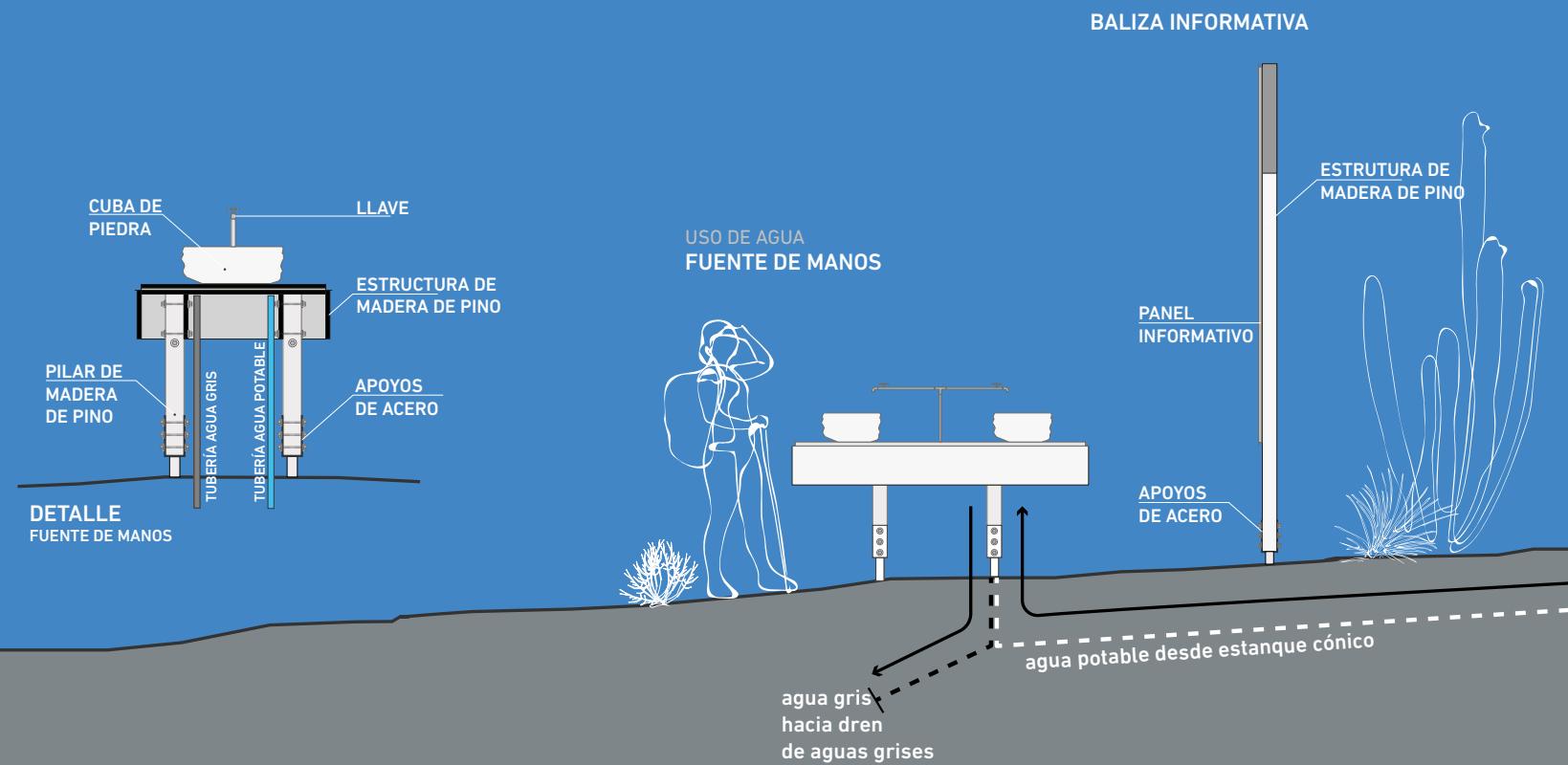
Sólo lavado de manos

Un punto de agua, con 2 llaves para el lavado de manos.

No hay otros puntos de agua.

Uso restringido a 2 litros o 20 segundos por persona.

Balizaje explicativo invita a usar el agua con moderación.



## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### Saneamiento y evacuación

Baño seco con desviación de orina. Tecnología francesa.

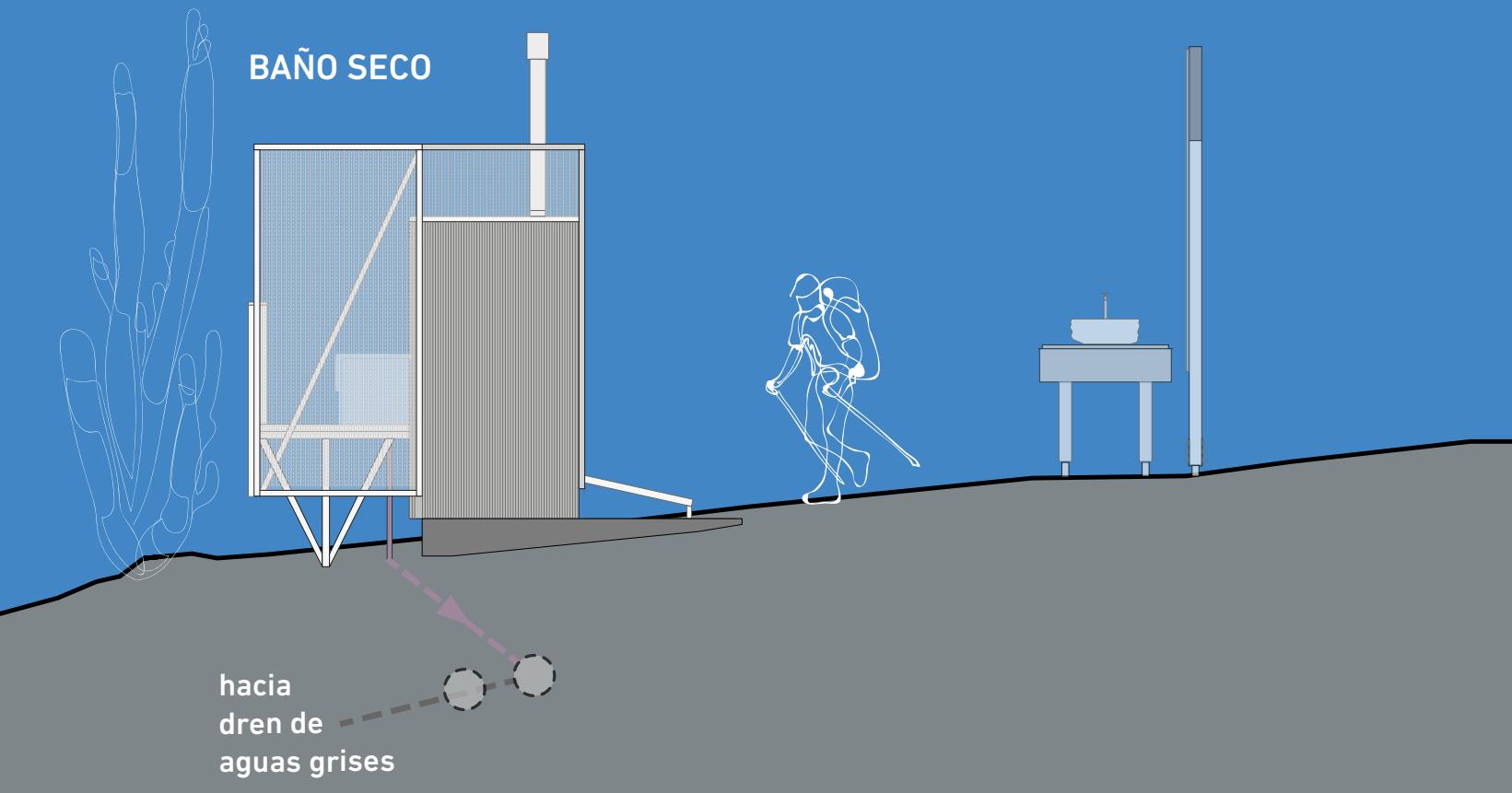
Adecuada para alta carga y de baja frecuencia de mantención.

Dispositivo desviador de orina que funciona mediante una huincha transportadora inclinada, que arrastra el material fecal hacia una cámara de saneamiento posterior.

La orina cae por gravedad y es conducida de forma completamente independiente.

Huincha accionada por el usuario mediante pedal mecánico.

Dispositivos de auto-limiado (raspadores).



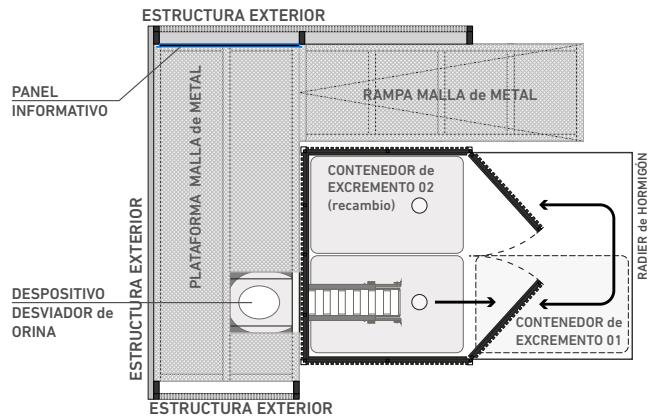
# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Saneamiento y evacuación

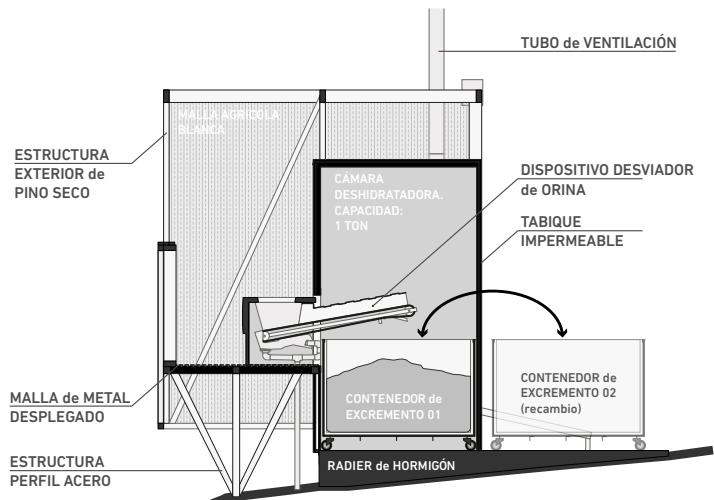
Baño seco con desviación de orina. Tecnología francesa.  
Adeuada para alta carga y de baja frecuencia de mantención.



DETALLE  
CONTENEDORES



PLANTA  
BAÑO SECO



DETALLE  
BAÑO SECO

# 7.1. Baño remoto Camanchaca

## Saneamiento y evacuación

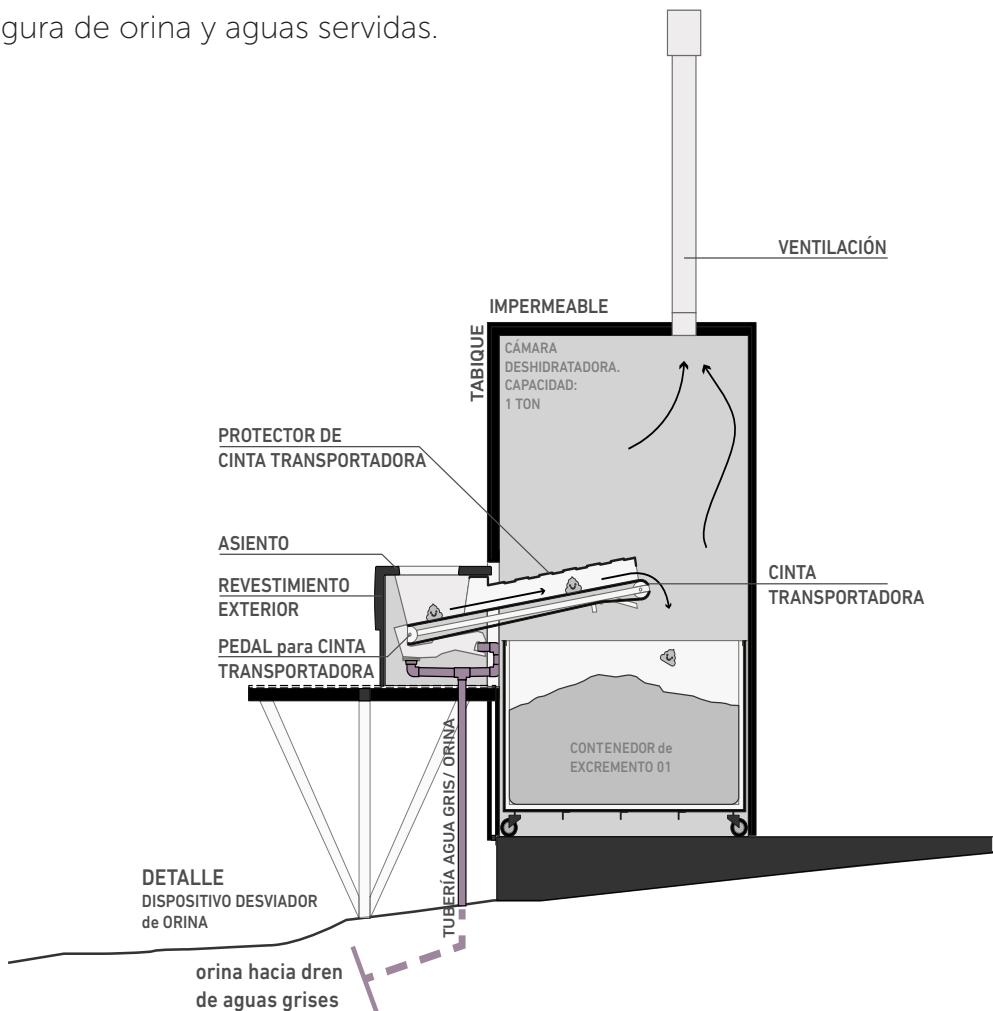
Saneamiento en cámara hermética. Sistema de ventilación unidireccional, hacia los cuatro vientos. Proceso en 2 fases mediante 2 contenedores, uno activo y otro en reposo.

Tiempo de residencia proyectado. 1,5 años en posición inicial + 1,5 años en posición contigua (repollo).

Retiro de Material Fecal: Primer retiro después de 3 años, luego cada 1,5 años.

Disposición final: Compostaje posterior o basura doméstica.

Sistema de Dren para infiltración segura de orina y aguas servidas.



## 7.1. Baño remoto Camanchaca

### Costos\*

Mano de Obra (prefabricación e instalación en terreno)	\$6.660.000
Materiales (madera, acero, metal desplegado, fijaciones, malla, grifería, pintura, cemento, tubería, fitting sanitario).	\$4.255.496
Tecnología baño	\$3.760.243
Flete (desde Santiago)	\$1.200.000
Gastos Generales	\$1.306.986
Insumos para la Operación	\$55.558
Proyectista sanitario	\$553.600
Señalética	\$250.200
<b>Total general</b>	<b>\$18.042.083</b>

\*Valores referenciales, correspondientes a presupuesto ejecutado el año 2020.

## 7.2. Agrocamping La Medicina

AGROCAMPING LA MEDICINA tiene 2 sitios de camping. Está ubicado en el archipiélago de Chiloé, y en el verano visitantes llegan de todas partes cautivados por la belleza de la isla y la riqueza de sus tradiciones. El agrocamping puede recibir, a máxima capacidad, 8 usuarios por noche. Durante el festival costumbrista es cuando más visitantes llegan, y el periodo de festejos dura 10 días. En este periodo, los usuarios se trasladan durante el día al lugar del festival a apreciar los juegos folclóricos y las preparaciones de gastronomía local. Sólo al atardecer vuelven al camping a pasar la noche.

Era necesario dotar al camping de un sistema de agua potable y saneamiento sustentable. El sistema A.P.R que funciona en la isla sólo cuenta con 40 arranques y no tiene presión suficiente para llegar a agrocamping La Medicina. La pluviometría en la isla supera los 2.000 milímetros de agua caída al año. Por esta razón se optó por un sistema de cosecha de aguas lluvias con gran capacidad de almacenamiento para contar con abastecimiento durante toda la temporada seca. Además, para reducir la dotación de agua requerida se decidió tratar las aguas grises mediante un humedal artificial y reutilizarlas para inodoros.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### **UBICACIÓN**

Isla Quehui, archipiélago de Chiloé. Región de los lagos, Chile.

Emplazamiento remoto, acceso vehicular sólo por medio de transbordador. Abundantes precipitaciones concentradas en Invierno.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### **ENCARGO**

Dotar al agrocamping de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante cosecha de aguas lluvias, que provea agua en cantidad y calidad suficiente y de forma continua durante el año. Dotar al agrocamping de un sistema de saneamiento y evacuación sustentable para el tratamiento de las aguas servidas y los deshechos humanos.

### **PERFIL DE VISITANTE**

Familias o amigos de vacaciones, nacionales y extranjeros.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### ¿Cómo se calculó la dotación?

La dotación se calculó en función de la cantidad de visitantes promedio del lugar, y el consumo promedio de ellos.

Para un cálculo más preciso, se distinguió entre temporada alta y temporada baja, pues la visitaión cambia de forma significativa.

Durante los 10 días del festival costumbrista el camping alberga a 8 personas en su máxima capacidad

El resto del verano, suele haber un promedio de 4 usuarios y en invierno el promedio baja a 2. La estadía en el camping siempre va acompañada de excursiones diurnas que disminuyen la cantidad de agua consumida por persona durante el día.

Al cuidado del camping hay un funcionario permanente habitando el recinto.

El Sistema Sanitario implementado en el lugar incorpora un humedal para el tratamiento de aguas grises, y el agua tratada se utiliza para la descarga de los inodoros. Como la cantidad de agua reutilizada supera con creces el consumo del inodoro se puede proyectar que la dotación requerida para inodoros equivale a 0 litros.

## 7.2. Agrocamping La Medicina

**100 lts.**

### **Consumo al día por habitante**

(1 funcionario\*)

Cocina y bebida ≈ 11 litros

Ducha ≈ 48 litros

Lavamanos ≈ 7 litros

Lavadero ≈ 34 litros

Inodoro ≈ 0 litros

\* El funcionario es considerado un habitante doméstico con una dotación completa. La reutilización de aguas grises reduce la dotación requerida al eliminar el consumo de agua para inodoro.

**80 lts.**

### **Consumo al día por usuario**

Cocina y bebida ≈ 8 litros

Ducha ≈ 48 litros

Lavamanos ≈ 6 litros

Lavadero ≈ 18 litros

Inodoro ≈ 0 litros

El usuario no pasa el día completo en el alojamiento. Su estancia en el lugar es parcial y solo consumirá un porcentaje de agua en algunos usos domésticos como cocina y bebida, lavado de manos y lavadero.

### **¿Cómo se calculó la dotación?**

#### habitantes

**365 días al año**

durante 365 días habrá **1 habitante (funcionario)** que consumirá **100 lts.** al día

#### usuarios

**365 días al año**

durante **10 días** habrá **8 usuarios** que consumirán **640 lts.** al día

durante **80 días** habrá **4 usuarios** que consumirán **320 lts.** al día

durante **275 días** habrá **2 usuarios** que consumirán **160 lts.** al día

### **Cantidad de agua al año**

habitante 365días x 100litros



usuarios 10días x 640litros

80días x 320litros

275días x 160litros

**= 112.500 lts. al año**

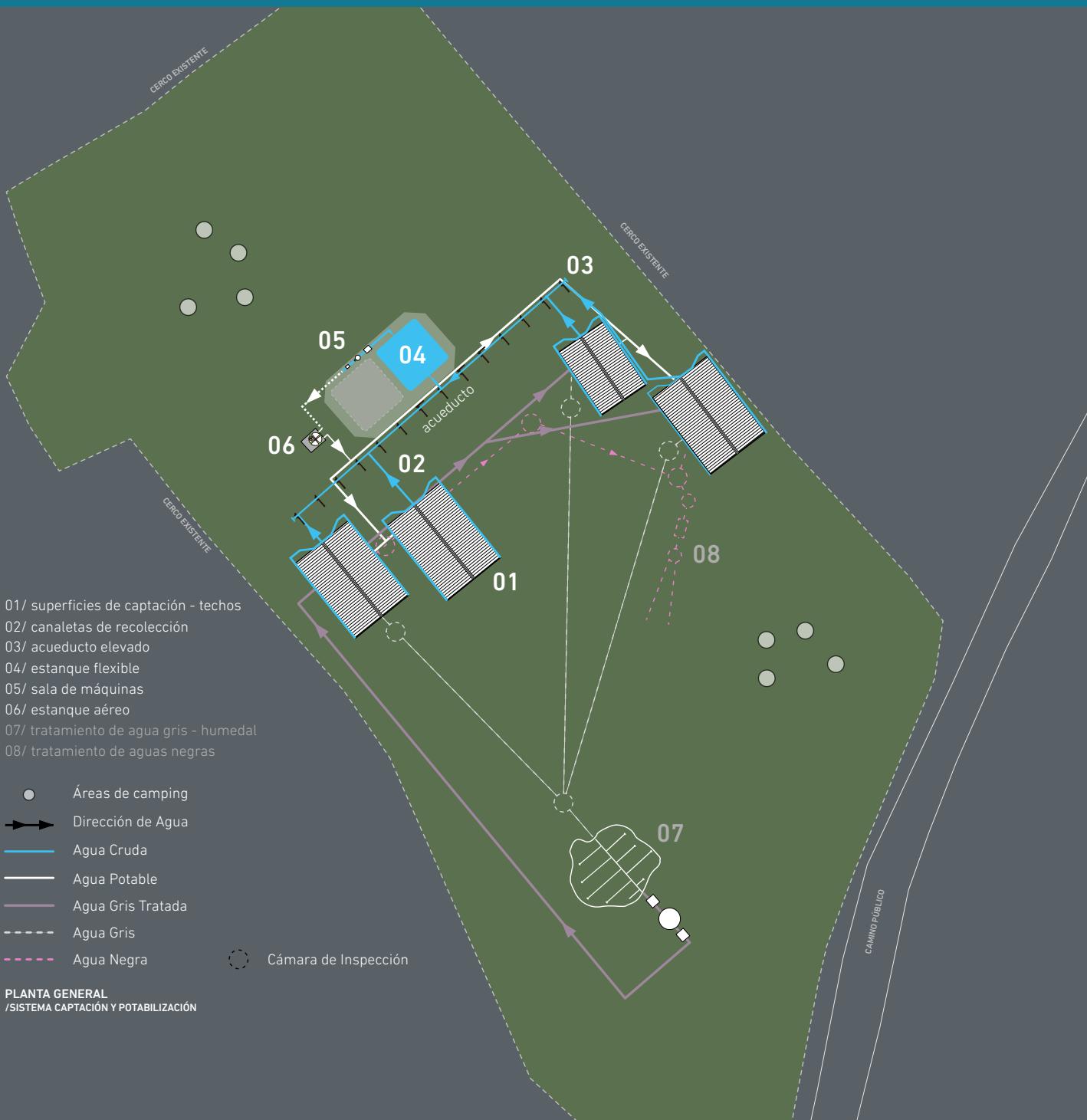
## 7.2. Agrocamping La Medicina

### Proyecto sanitario

Se proyectó un sistema de cosecha de aguas lluvias que aprovecha los 4 recintos existentes del predio, para recolectar el agua caída en los techos. El agua pasa por un sistema de filtros y despiche de las primeras lluvias antes de entrar a un acueducto central que conduce las aguas a un estanque tipo guatero de 30.000 litros. Una vez almacenada, el agua es elevada mediante bomba de presión hacia un estanque elevado, pasando por un segundo sistema de filtros y desinfección. El estanque elevado almacena 3.000 litros de agua potabilizada que luego es conducida por gravedad hacia las instalaciones de agua potable (cocina, baños, lavadero). Las aguas grises generadas se conducen por gravedad hacia un humedal artificial para recibir tratamiento. El agua gris tratada es elevada mediante bomba de presión de regreso hacia las instalaciones sanitarias de inodoro después de su tratamiento. Las aguas negras se tratan mediante cámaras, fosa séptica y drenes.



## 7.2. Agrocamping La Medicina



## 7.2. Agrocamping La Medicina

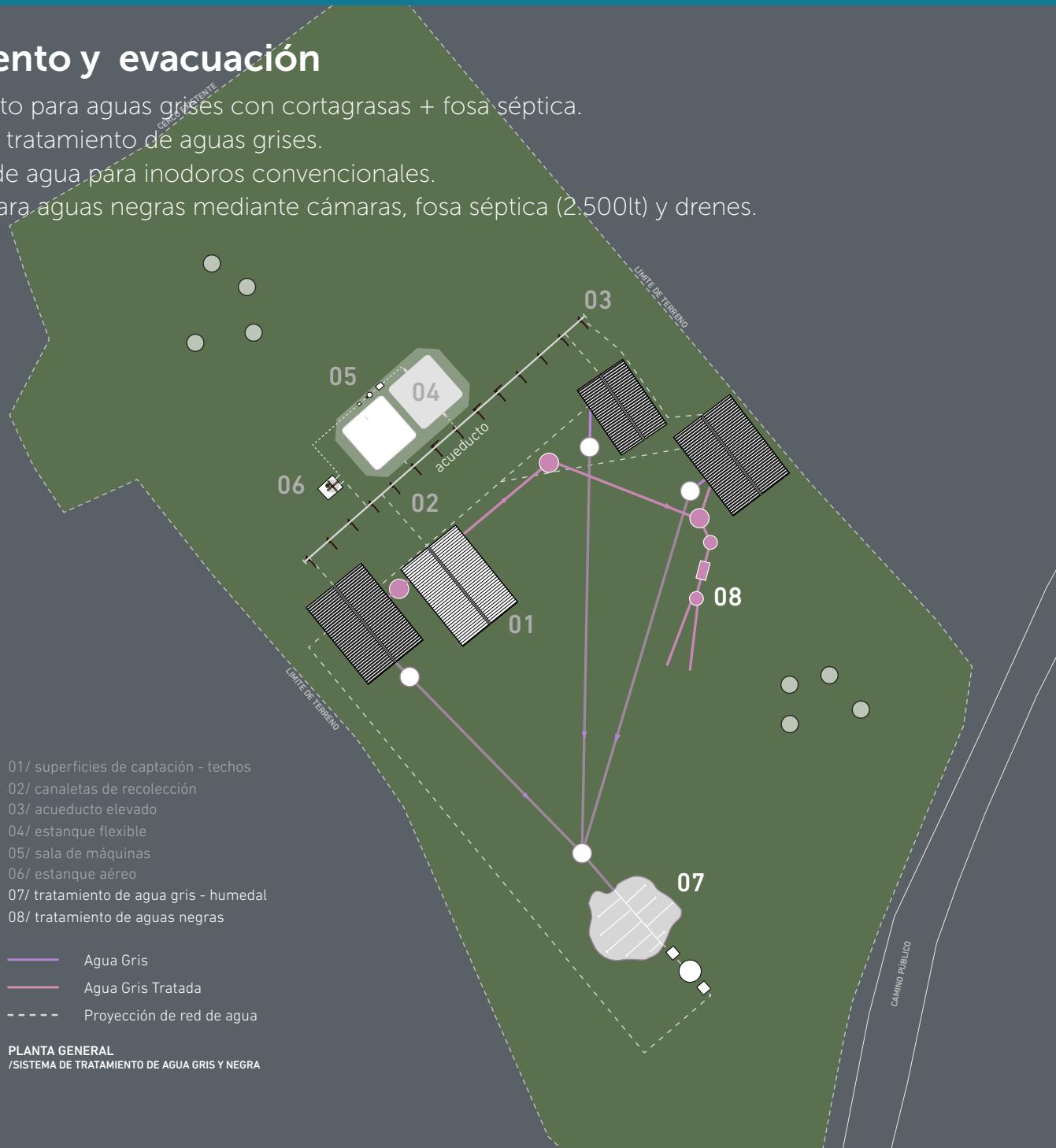
### Saneamiento y evacuación

Pre- tratamiento para aguas grises con cortagrasas + fosa séptica.

Humedal para tratamiento de aguas grises.

Reutilización de agua para inodoros convencionales.

Tratamiento para aguas negras mediante cámaras, fosa séptica (2.500lt) y drenes.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### Sistema de captación Cosecha de Aguas Lluvias

Sistema implementado: Lluvia recolectada en 4 techos que suman una superficie de 210 m<sup>2</sup>.

Rendimiento estimado día promedio: 940 litros

Rendimiento estimado día máximo: 4.520 litros

\*estimación en base a formula estándar que relaciona los milímetros de agua caída y metros cuadrados de techo.

Estacionalidad de Producción de Agua: Fuertemente concentrada en Invierno.

- ➡ Dirección de Agua
- Agua Cruda
- Agua Potable
- Agua Gris
- Agua Gris Tratada



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Combinación de presión natural + presión por bombeo eléctrico

Canaletas de recolección y acueducto elevado conducen agua por gravedad hacia el estanque guatero.

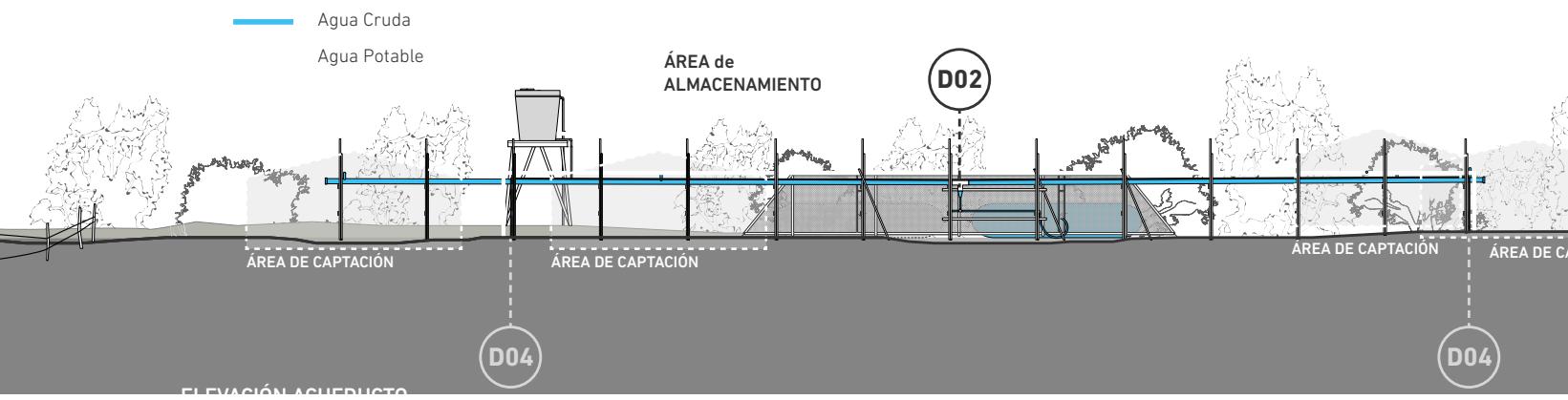
El estanque elevado recibe agua desde el estanque guatero mediante bombeo eléctrico automatizado + válvula flotador.

Red de agua potable recibe agua desde el estanque elevado, por gravedad.

Aguas grises se conducen por gravedad hacia el humedal artificial.

Aguas grises tratadas se conducen mediante bombeo eléctrico hacia instalaciones de inodoro.

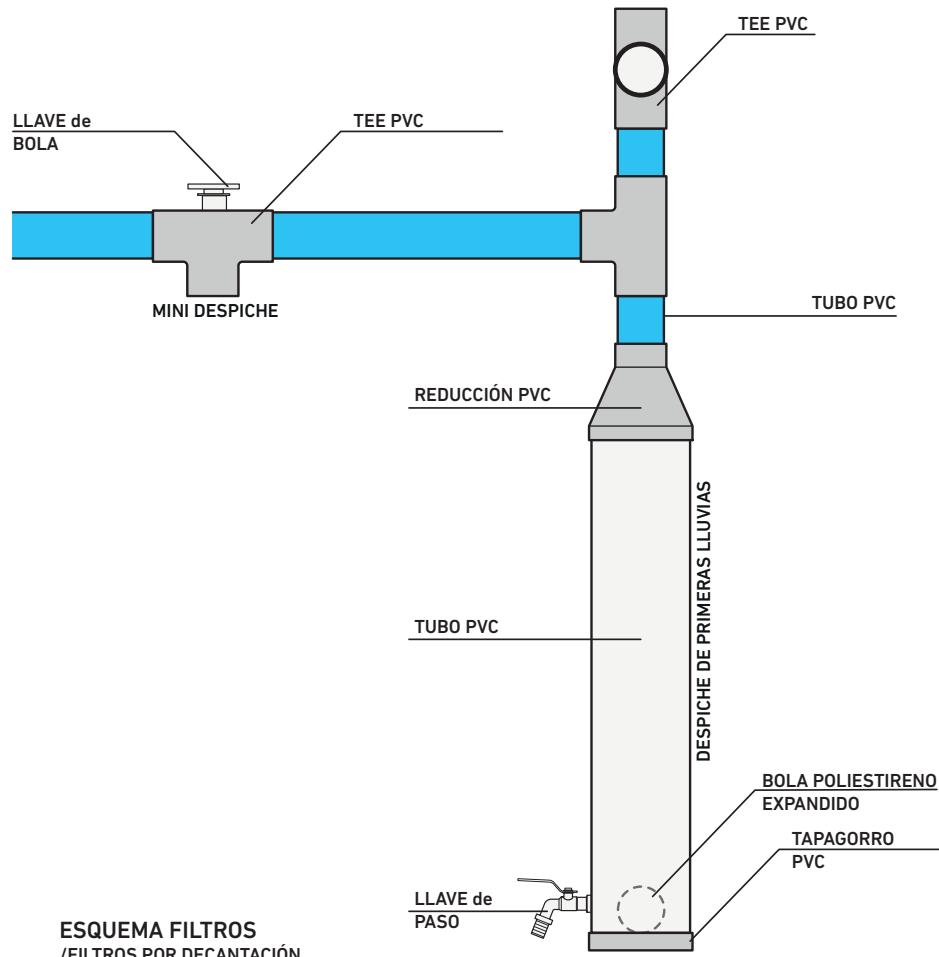
Aguas negras se conducen de forma soterrada y por gravedad hacia cámara, fosa séptica y drenes.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### PRIMEROS FILTROS

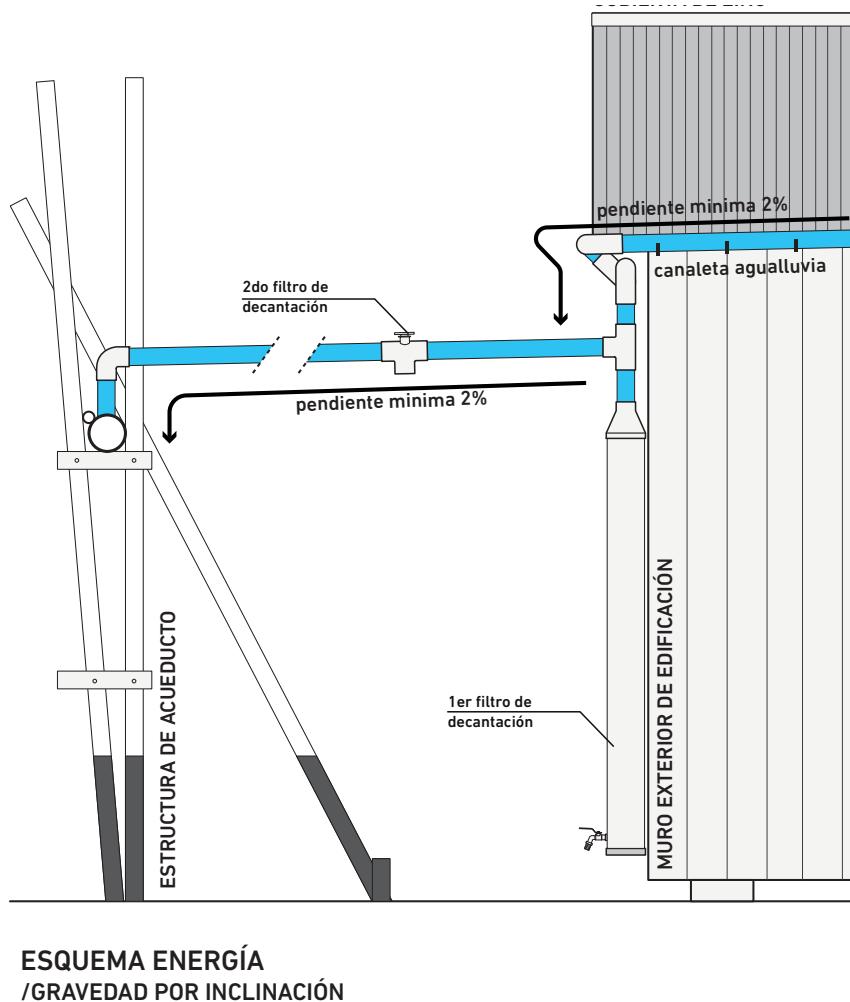
Las aguas crudas cosechadas deben contemplar un primer filtro, el cual permite despichar las primeras aguas que caen en la superficie de captación de aguas lluvias, las cuales cumplen un rol de limpieza de techumbres y canaletas.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

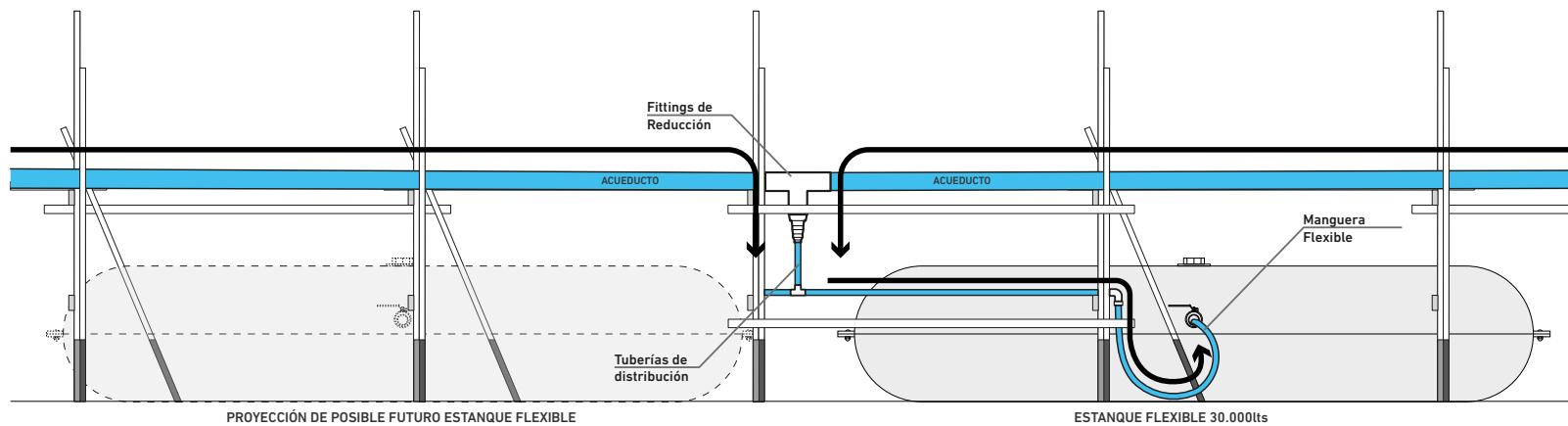
Estructurado por medio de un acueducto que so.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### SISTEMA DE ALMACENAMIENTO AGUA CRUDA

Se proyecta un sistema de almacenamiento de agua cruda por medio de estanques flexibles que permiten almacenar 30.000 litros por estanque.

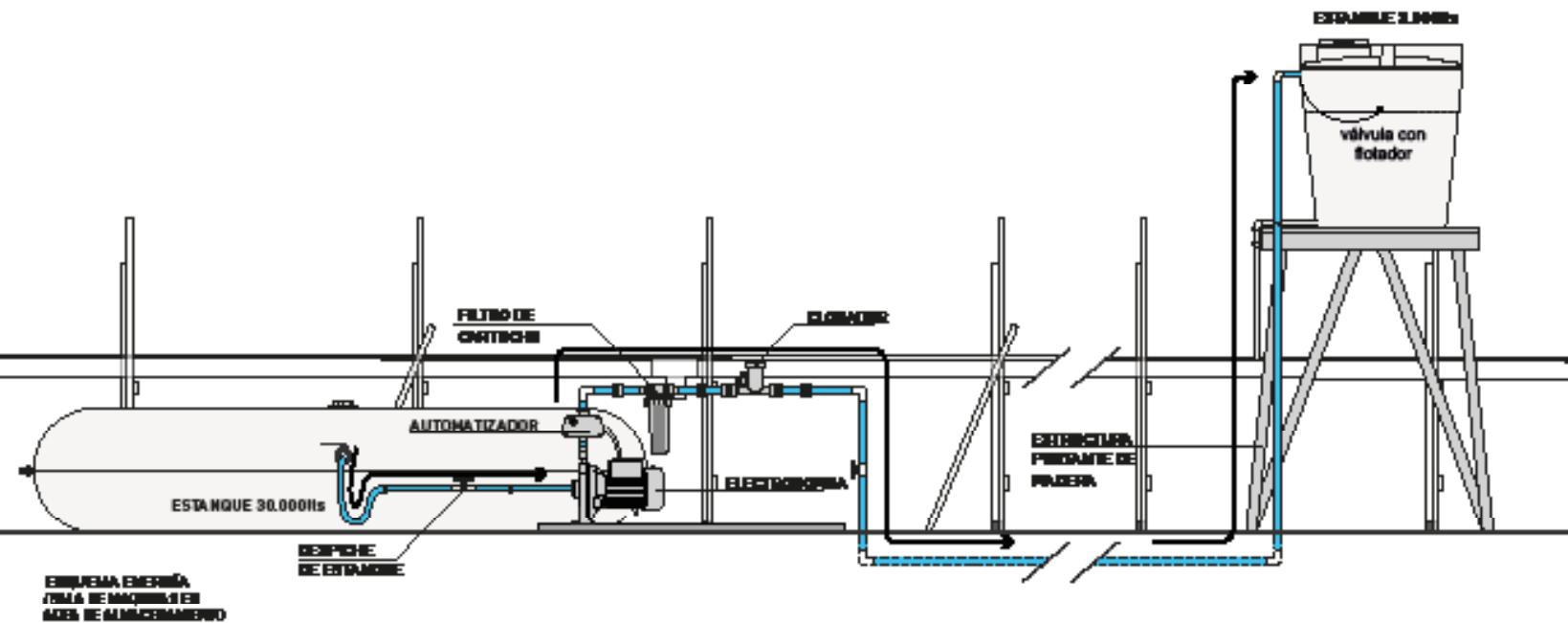


DETALLE 02  
/reducción tuberías acueducto

## 7.2. Agrocamping La Medicina

### SISTEMA DE POTABILIZACIÓN

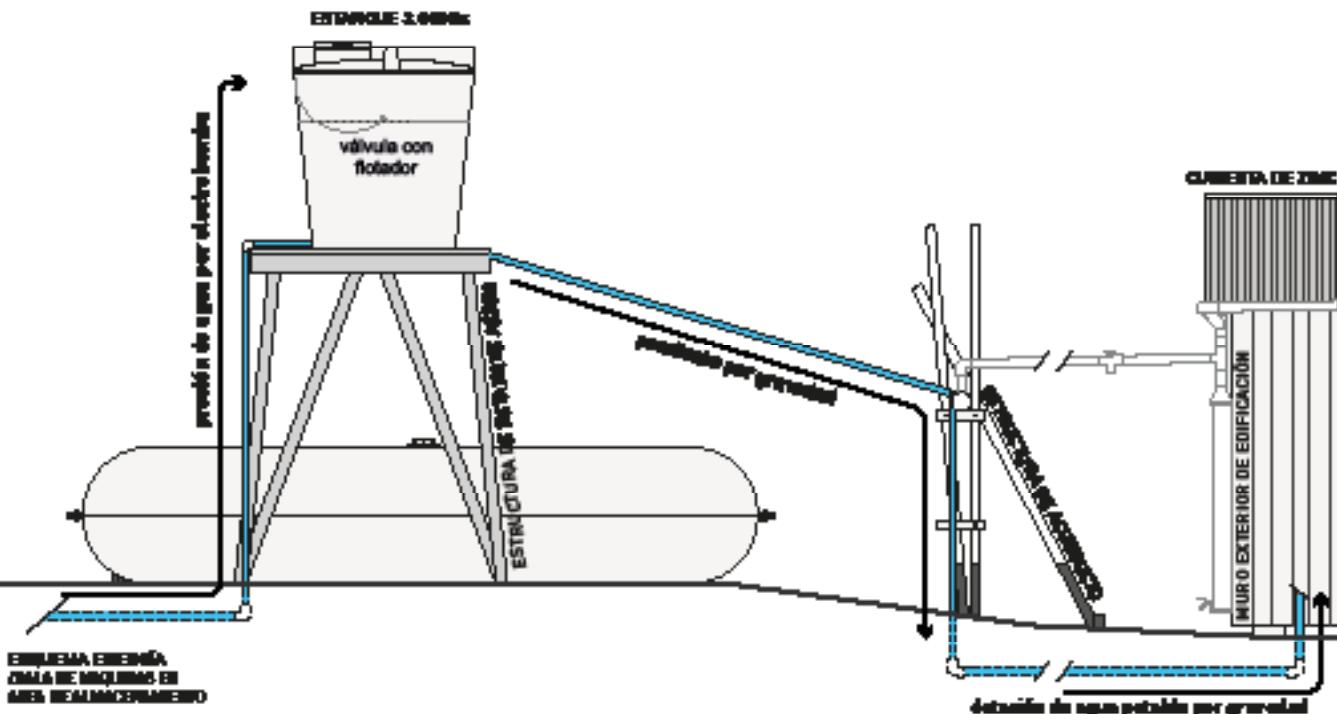
Se proyecta un sistema de almacenamiento de agua cruda por medio de estanques flexibles que permiten almacenar 30.000 litros por estanque.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### SISTEMA DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE Y DISTRIBUCIÓN

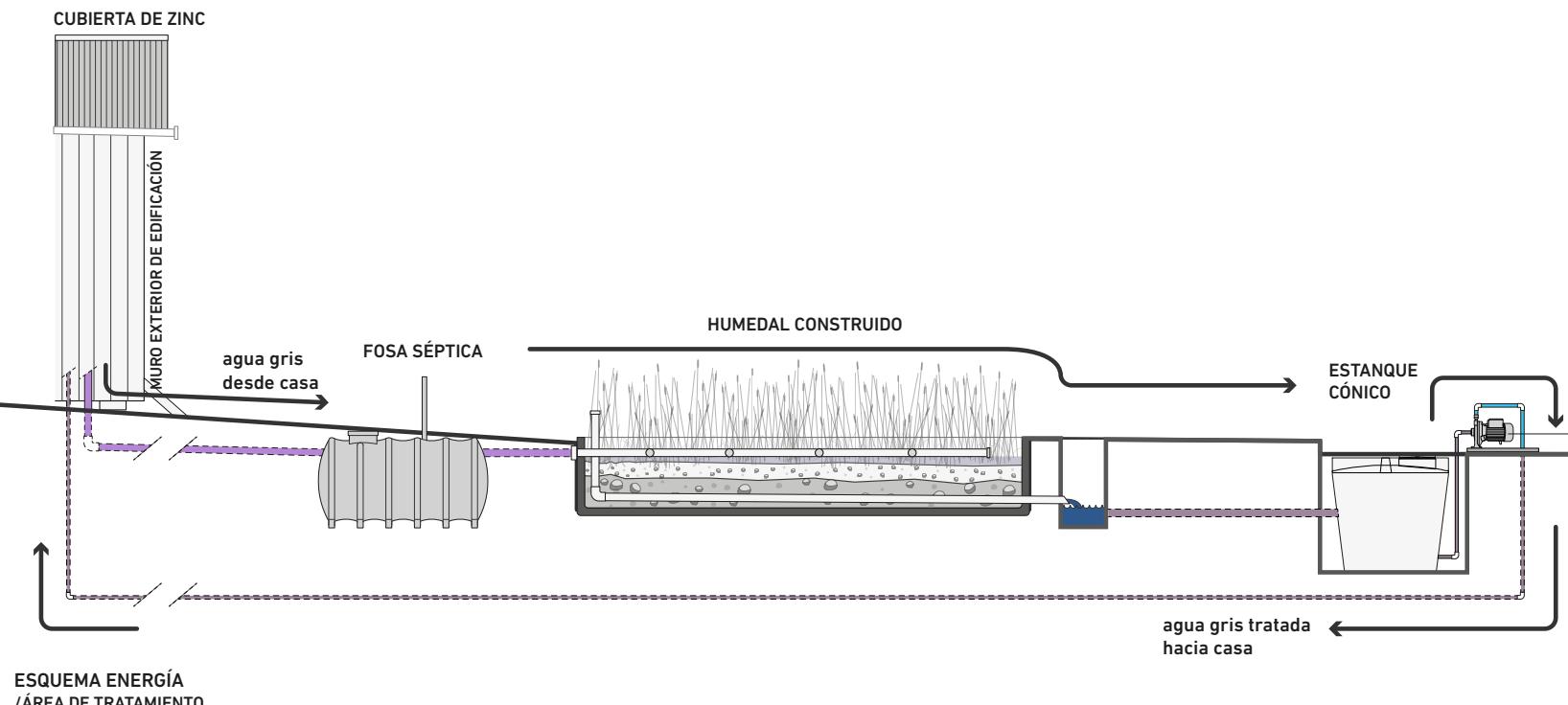
El agua potabilizada se eleva por medio de una electrobomba de 2HP a un estanque elevado para brindarle energía natural (gravedad) al agua potable. La distribución se ejecuta por el mismo acueducto para dirigir las tuberías a los puntos necesarios.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES + TRATAMIENTO POR MEDIO DE HUMEDAL CONSTRUIDO.

El agua utilizada en la cocina, lavamanos, duchas y lavadero se condice por separado hacia un sistema de tratamiento por medio de un humedal construido. El agua tratada se almacena y se vuelve a conducir hacia el uso de inodoros, con el fin de darle un uso adicional al agua gris utilizada anteriormente.



## 7.2. Agrocamping La Medicina

### Usos

Cocina y bebida, ducha, lavamanos, inodoros con descarga de agua y lavadero, Visitantes requieren una dotación parcial, ya que durante el día salen del recinto a hacer actividades recreativas.

Uso de detergentes biodegradables para no afectar los procesos del humedal.

Balizaje explicativo invita a usar el agua con moderación.

## 7.2. Agrocamping La Medicina

### Costos\*

Tuberías y fitting	\$595.745
Estructura acueducto	\$795.859
Total torre de agua	\$545.220
Total filtro decantación	\$155.420
Estanque flexible 30,000 lts	\$1.451.227
Estanque cónico 3.000lts	\$280.000
Clorador	\$135.541
Electrobomba centrífuga 2 hp + automatizador + válvula flotador	\$360.000
Cámaras, drenes y fosa séptica	\$800.000
Pintura	\$85.000
Humedal y reutilización de aguas grises sin info*	
Infografías y señalética	\$130.000
Arriendo de maquinaria	\$150.000
Flete	\$350.000
Mano de obra externa	\$2.510.000
Gg	\$685.572

\*Valores referenciales, correspondientes a presupuesto ejecutado el año 2021.

El caso de agrocamping la medicina sufrió modificaciones durante el proceso de diseño y ejecución. Los parámetros que se exponen en esta guía son con fines didácticos y no corresponden en su totalidad al proyecto implementado.