



Sistemas Alternativos de Captación

Atrapaniebla



Guía de estándares de
Sistemas Sanitarios Sustentables
Para áreas protegidas y zonas rurales

Guía de Soluciones Sanitarias Sustentables

Ejecutada en el marco del proyecto Bien Público “Estándares de soluciones sanitarias sustentables para servicios turísticos en áreas silvestres protegidas y zonas rurales”.

Proyecto apoyado por CORFO a través de la línea de “Bienes Públicos para la Competitividad 2018”.

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



Camanchaca (del aimara: **kamanchaka**, <oscuridad>) niebla costera muy copiosa que se da en las costas del norte de Chile y sur del Perú.



1. ¿Qué es un atrapaniebla?

2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.2. Niebla costera

2.3. ¿Dónde?

2.4. ¿Cómo detectar un buen emplazamiento?

2.5. Parámetros Geográficos

2.5.1. Viento y relieve

2.5.2. Otras consideraciones de emplazamiento

2.5.3. Vegetación

2.6. Testea el Flujo

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.1. Triple impacto

3.2. Calcula tu producción y tu consumo

3.3. Proyecto Sanitario y Normativa

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

4.1.2. Estructura principal

4.1.2. Malla captadora

4.1.2. Acueducto

4.1.2. Sistema de almacenamiento, distribución y tratamiento

4.2. Operación y mantenimiento

1

¿Qué es un atrapaniebla?

Observa el lugar, experimenta con la niebla y proyecta un sistema eficiente

1. ¿Qué es un atrapaniebla?

Los atrapanieblas son estructuras que se instalan en determinadas zonas costeras, con el objetivo de captar las partículas de agua que posee la niebla o camanchaca. El agua cosechada es almacenada para su uso posterior.

El sistema se compone de:

Malla Captadora

que deja pasar la niebla captando el agua que ésta transporta.

Estructura Principal

que sirve de soporte para la malla colectora.

Acueducto Recolector

que canaliza por gravedad el agua condensada.

Sistema de almacenamiento, distribución y tratamiento

para almacenar el agua acumulada, tratarla (desinfección y otros tratamientos) y conducirla hacia los puntos de consumo.

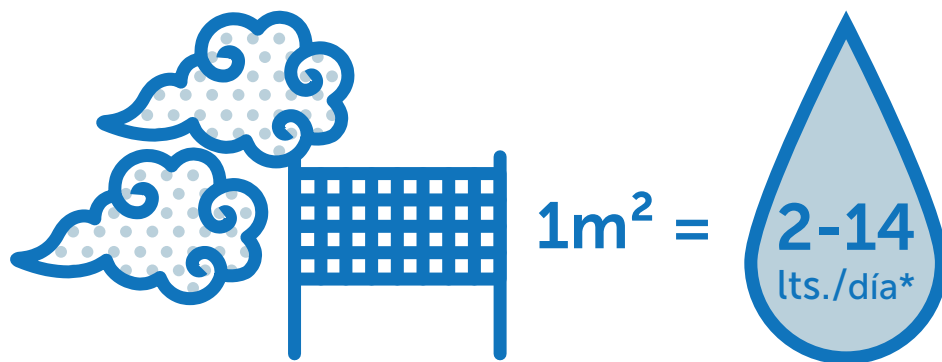


1. ¿Qué es un atrapaniebla?



¿Puedo abastecerme de agua a través de un atrapaniebla?

El agua de niebla es una alternativa viable para los distintos usos domésticos y productivos. Captando agua suficiente y conduciéndola hacia un sistema de almacenamiento, podremos contar con agua disponible cuando la necesitemos. Un sistema atrapaniebla debe estar emplazado en una zona de viento y nubosidad costera.



*Se estima que 1m² de malla captadora puede producir entre 2 lts y 14 lts al día. Esta variación dependerá de las condiciones geográficas del lugar y la presencia de la Camanchaca.

2

¿Cómo atrapar la niebla?

Observa el lugar, experimenta con la niebla y proyecta un sistema eficiente

2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.2. Niebla costera

Camanchaca en el norte

Las zonas de niebla cuentan con presencia de nubes bajas, cercanas al nivel de suelo, y cargadas de partículas de agua en suspensión.

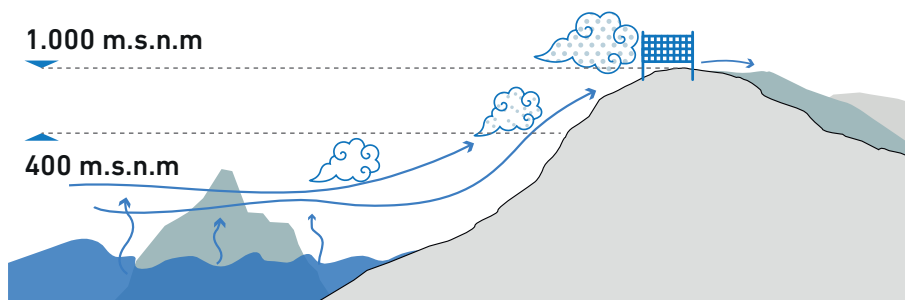


2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.3. ¿Dónde?

En Chile existen condiciones ideales para cosechar agua de niebla. La niebla adecuada para la producción de agua, conocida como camanchaca o nube estratocúmulo, posee una alta concentración de humedad. Las montañas costeras atajan la niebla al elevarse, y permiten la condensación del agua contenida en las nubes. Este fenómeno está presente fundamentalmente entre el litoral y la Cordillera de la Costa, extendiéndose a lo largo de Chile desde el extremo norte del país hasta la Región del Biobío.

Para cosechar la niebla, un emplazamiento ideal se encuentra a no más de 20 km* de la costa y a una altura mínima de 500* metros sobre el nivel del mar. Gran parte del cordón litoral de la costa de nuestro país reúne estas condiciones debido a su cercanía al mar. Gracias a esto, en Chile contamos con abundante neblina en gran parte de las zonas más áridas del país.



*Fuente: Consultora profesional agraria sur y Pontificia Universidad Católica.

2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.4. ¿Cómo detectar un buen emplazamiento?

La implementación del sistema requiere un estudio previo del territorio que contemple análisis de los registros históricos y de mediciones locales empíricas para los principales parámetros geográficos. De esta manera, encontraremos las ubicaciones específicas que reúnan las condiciones óptimas de cosecha.

Para realizar el análisis territorial del comportamiento de la camanchaca se recomienda el uso de **neblinómetros**, el estudio del **viento** en cartas históricas (rosa de los vientos), análisis de la **vegetación y relieve** de la zona.



Rastrea

Recorre el lugar en busca de indicios de niebla (vegetación, quebradas, etc)

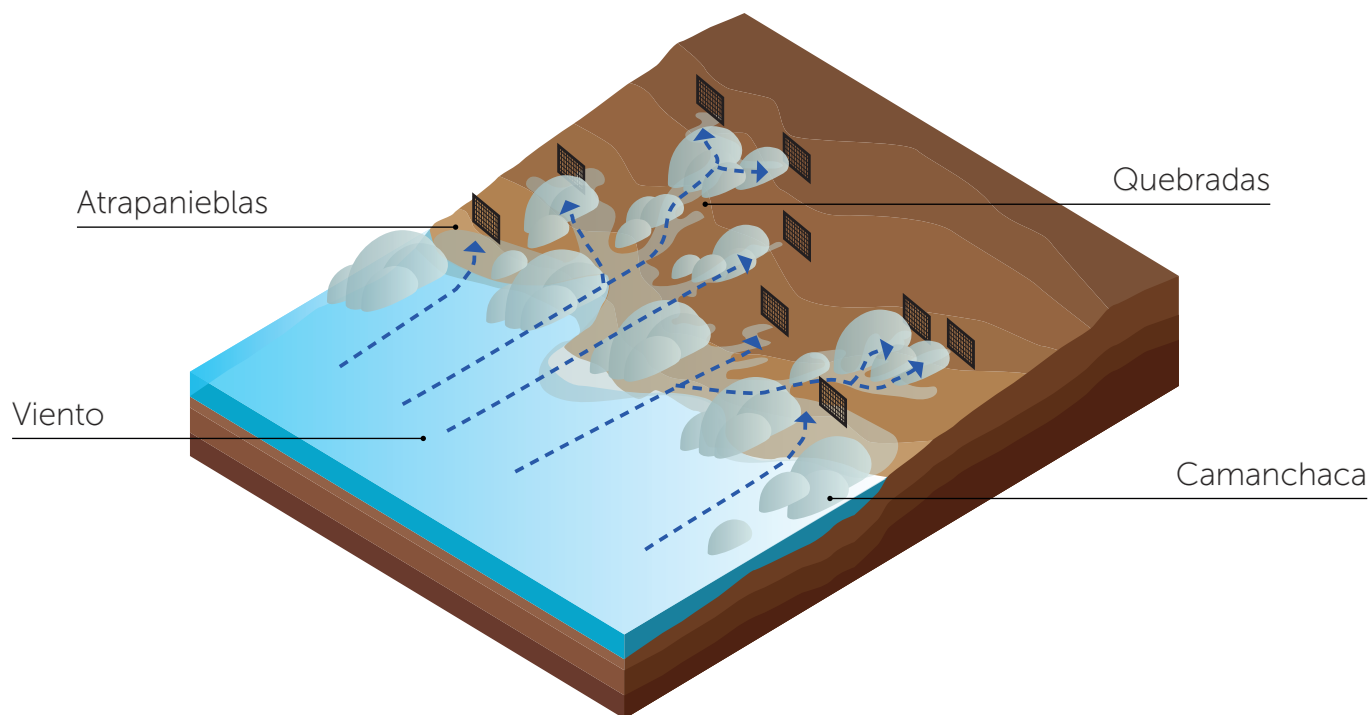


Mide

Realiza mediciones empíricas que te permitan corroborar la presencia de niebla

2.5. Parámetros geográficos

2.5.1. Viento y Relieve



El viento es un factor relevante que influye en el mayor o menor potencial de captación de agua de niebla. En general, mientras exista más viento, más gotas de agua serán interceptadas por la superficie de malla. Los vientos predominantes en la costa chilena provienen de la orientación SSW (sur sur oeste) o 220 grados aproximadamente. Es el Anticiclón del Pacífico el que determina en mayor medida los vientos costeros.

El relieve incide en la dirección y velocidad de los vientos en un punto en particular. El viento entra por los valles fluviales, o es interceptado y desviado por montañas generando sombras de viento o turbulencias. En la Cordillera de la Costa, las quebradas y portezuelos tienden a influenciar drásticamente dirección y velocidad. Es necesario un estudio de viento para comprender su comportamiento.

2.5. Parámetros geográficos

2.5.1. Viento y Relieve

Estudio del viento

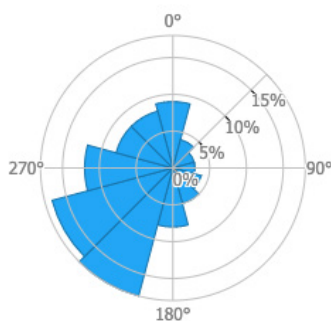
Rosa de los vientos

Los registros históricos de viento se analizan en función de tres aristas: frecuencia, velocidad e intensidad. Las tres inciden en el potencial de captación de agua de niebla. Vientos que corran frecuentemente en nuestra dirección, a alta velocidad y con fuerza, son ideales para una buena cosecha. Existen diferentes plataformas que entregan datos sobre el comportamiento del viento.

Sitios web recomendados:

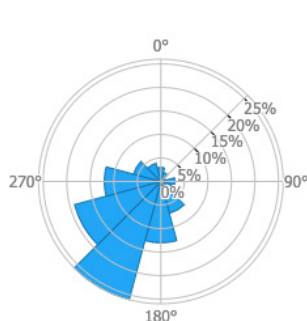
<https://globalwindatlas.info>

<https://windy.com>



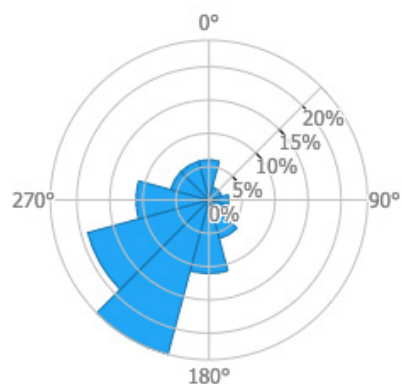
Frecuencia

Rosa de los vientos que indica el porcentaje de tiempo en función de la dirección predominante del viento.



Velocidad

Rosa de los vientos que indica la velocidad en función de la dirección predominante del viento.



Intensidad

Rosa de los vientos que indica la fuerza (velocidad x tiempo) en función de la dirección predominante del viento.

2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.5. Parámetros geográficos

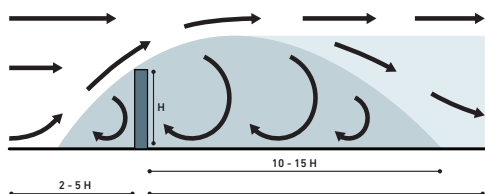
2.5.1. Viento y Relieve

Estudio del viento

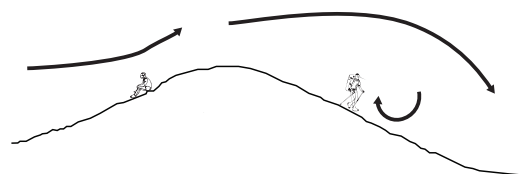
Mediciones locales empíricas

Es necesario complementar los datos levantados a través de la rosa de los vientos, con mediciones locales. El relieve particular del lugar determina cambios considerables en la intensidad y dirección de los vientos. Otros elementos del paisaje, como los árboles, también pueden influir en el fluido del viento, provocando sombras o turbulencias.

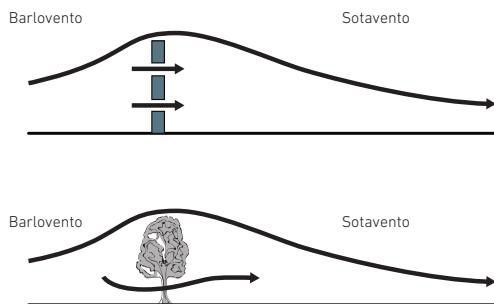
Algunos fenómenos que podrían ocurrir son:



Esquema de sombras de viento junto a la turbulencia o remolino que genera.

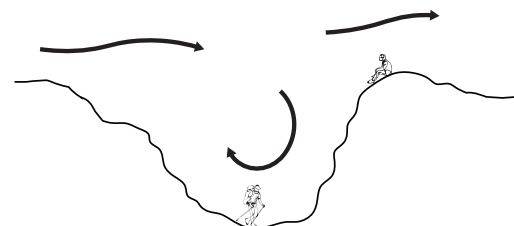


Esquema de sombras de viento generado por una ladera.



Esquema de barrera menos densas que mitigan el viento.

Las barreras menos densas, dejan pasar un porcentaje de viento a través de ellas, esto genera que la velocidad del viento en el lado de la sombra no sea tan reducida y reduce la turbulencia.

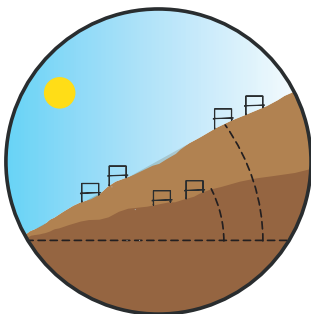


Esquema de sombras de viento y turbulencia generado por una quebrada.

2.5. Parámetros geográficos

2.5.1. Viento y Relieve

Relieve

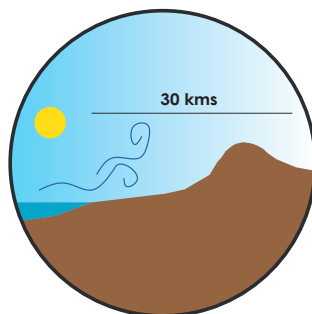


Pendientes

Las pendientes definen la trayectoria de los vientos y por lo tanto la llegada de la nubosidad a las montañas.

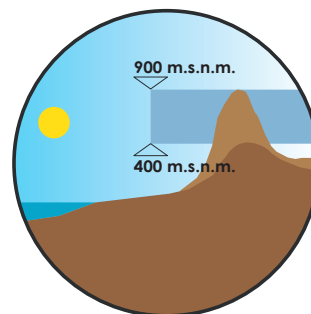
Por otro lado, una pendiente muy baja puede ser negativa al construir varios atrapanieblas, porque los de más adelante interceptarán la niebla de los de más atrás.

En términos generales, una pendiente de 15 a 30 grados puede ser favorable, porque permite instalar atrapanieblas a corta distancia entre sí y en paralelo sin interceptar los flujos de niebla. Además permiten conducir por gravedad el agua cosechada.



Distancia de la costa

En zonas costeras ubicadas hasta 20 km hacia el interior. Mientras más cerca de la costa, existe mayor potencial de captación. Esto se debe a que la nube estratocúmulo tiene menos tiempo y espacio para evaporar sus gotitas de agua. Así mismo, mientras menos interrupción de cerros exista entre el mar y el interior, mayor potencial de colecta de agua habrá.

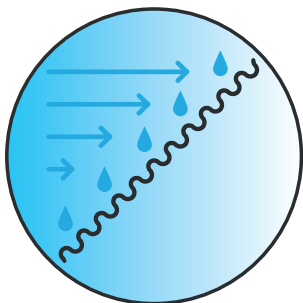


Altitud

Por lo general, el mayor potencial de cosecha de agua de niebla se presenta en altitudes superiores a los 500 metros e inferiores a los 900 metros. Cosechar agua en altura también permite almacenarla en altura, esto es una reserva de energía, debido a la presión de agua que otorga la gravedad.

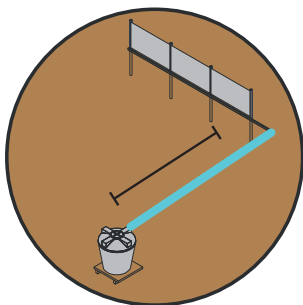
2.5. Parámetros geográficos

2.5.2. Otras consideraciones de emplazamiento



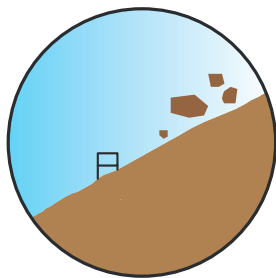
Viento y ángulo de emplazamiento

Para optimizar la condensación de partículas en la malla captadora, es recomendable posicionar el atrapanieblas de forma oblicua al viento, de esta forma se amplía la densidad de malla, estrechándose el espacio que intercepta las gotas.



Canalizaciones y emplazamiento

Se debe tener en consideración que las inversiones por concepto de canalización entre el punto de captación y el punto de consumo pueden ser muy altas cuando las distancias son muy grandes. Esto nos puede llevar a elegir sectores un poco menos favorables en términos de captación, pero más cercanos entre sí.



Quebradas y emplazamiento

Grandes quebradas tienen mayor probabilidad de conducir los aluviones que se generan de forma ocasional con las lluvias cordilleranas. Es recomendable minimizar la posibilidad de que la infraestructura sea alcanzada por un aluvión.

2.5. Parámetros geográficos

2.5.3. Vegetación

La vegetación puede ser un indicador natural muy útil al momento de detectar presencia de niebla en el territorio.

Inspección del lugar:

En las zonas de abundante camanchaca la vegetación del lugar aumenta, se vuelve más densa y tiene por lo general mayor presencia de líquenes. Además la flora actúa como atrapaniebla natural, dejando ver a simple vista las gotitas capturadas por los cuerpos vegetacionales.



2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.5. Parámetros geográficos

2.5.3. Vegetación

Atrapanieblas naturales



2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.5. Parámetros geográficos

2.5.3. Vegetación

Estudio de cuerpos vegetacionales

Por medio de información satelital es posible analizar el comportamiento histórico de los cuerpos vegetacionales. Si se comparan, en una zona determinada, años secos con años lluviosos, es posible detectar que en los años secos las zonas con alta presencia de niebla mantienen cuerpos vegetacionales gracias a las gotitas de agua que aporta la niebla. La niebla minimiza los efectos de los años secos.



2. ¿Cómo atrapar la niebla?

2.5. Parámetros geográficos

2.5.3. Vegetación

Flores y Líquenes



2.6. Testea el flujo

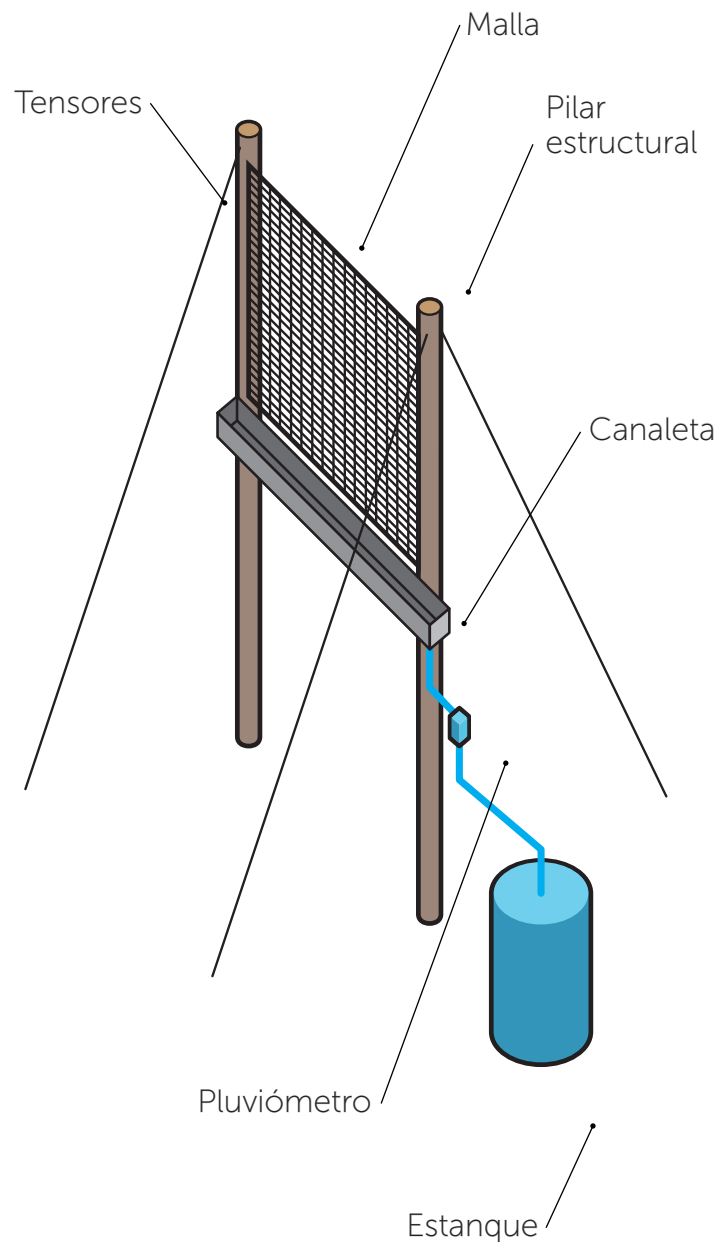
Neblinómetro

Atrapaniebla portátil de fácil montaje y con instrumentos que permiten medir variables bioclimáticas y la captación de agua de niebla por metro cuadrado de malla colectora. Estos dispositivos permiten testear en terreno el potencial de captación de agua.

Una vez detectada una zona con potencial de captación, se recomienda instalar neblinómetros en distintos lugares de la zona detectada por un período de 1 año, con el fin de tener certeza empírica del potencial de captación del lugar.

Idealmente un neblinómetro debe contar con:

- 1m² de malla captadora
- Estructura portante que soporte vientos fuertes
- Instrumentos para medir el viento y humedad
- Pluviómetro para medir el agua cosechada en un determinado tiempo
- Estanque de medición



3

¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

Evalúa la factibilidad de implementar un atrapaniebla en tu zona. Asegura un proyecto sostenible social, económica y ambientalmente.

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.1. Triple Impacto



Sustentabilidad Económica

La sustentabilidad económica de un proyecto atrapaniebla se medirá en función del monto de la inversión, de los costos de su operación o mantenimiento en el tiempo y de los beneficios generados a lo largo de la vida del proyecto.

El atrapaniebla más sencillo puede construirse con madera, cemento y malla. Sin embargo, los costos de almacenamiento, distribución, tratamiento y fletes pueden, tal vez, duplicar el costo de la estructura en si misma. Si se necesita un gran acopio el gasto en estanques será bastante alto, y también si se requieren muchos metros lineales de canalización. Esto último puede ser un factor crítico si consideramos que por lo general los terrenos en altura donde se cosecha la niebla están lejos de los centros poblados y los puntos de consumo.

La mano de obra de gasfitería debe ser precisa y rigurosa y pueden haber varios oficios y especialidades que pagar. La operación o mantenimiento permanentes no son especialmente costosos, pero llegará un momento en que partes completas necesitarán recambio.

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.1. Triple Impacto



Sustentabilidad Social

La sustentabilidad social se logra a través de un proyecto que resulte valioso para todos sus participantes. Un proyecto así resultará en infraestructura bien mantenida y en un uso responsable del agua.

Será crucial poder proveer los recursos para que la operación/ mantención se haga cada vez que se requiera. Un sistema atrapaniebla puede ser una valiosa fuente de agua para una comunidad, que exigirá a todos un consumo responsable. Muchas veces, será recomendable complementar el sistema de atrapaniebla, con otras fuentes.



Sustentabilidad Ambiental

La sustentabilidad ambiental se asegura a través de un proyecto poco invasivo, que no genere impactos negativos en su entorno.

Un atrapaniebla será un hito en el paisaje y debe estar emplazado respetuosamente. Un lugar donde se cosecha agua es un lugar donde aflorará la vida espontáneamente gracias a la humedad que éste aporta. Los caudales de agua fluirán a la tierra y pueden afectarla de distintas maneras.

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.2. Calcula tu producción y consumo

¿Cuántos litros de agua potable consumirás al año?*

Para poder dimensionar el tamaño de tu sistema de atrapanieblas y la magnitud del almacenamiento, deberás calcular:



Usos domésticos

¿Cuánto consume una persona al día para sus usos domésticos?. Estos son todos los usos de agua que se relacionan con quehaceres domésticos.



Usos para actividades productivas

Además de tus usos domésticos, calcula los usos de tus actividades productivas: Si prestas un servicio turístico, deberás estimar cuánta agua usarás para ofrecerlo. Recuerda distinguir entre servicios turísticos de alojamiento en los que tus usuarios pernoctan en el lugar y todo el resto de servicios para pasantes, en los que los usuarios pasan solo una porción del día contigo.

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, como por ejemplo zonas de climas desérticos o con escasez hídrica, zonas remotas, zonas de conservación, etc.

*Para más información revisar guía de sistemas sanitarios sustentables.

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.2. Calcula tu producción y consumo

¿Cuántos litros de agua potable producirás al año?

Es posible estimar la producción de agua aproximada que cosecharás al año a partir del rendimiento por cada **metro cuadrado de malla** estimado para tu zona de emplazamiento. Una recopilación de rendimientos registrados en Chile realizada por la FAO, nos permite comparar proyectos en todo el norte de Chile. Será importante considerar que la eficiencia de captación y los avances de la tecnología pueden haber variado desde la fecha de esta recopilación.

Lugar	Cota msnm	Período	Rendimiento l/m2/mes	Tipos de estructura
II Región				
Cerro Moreno	900	1968 - 1971	158,3	h Nylon
	900	1967 - 1989	363,3	h Mosquit
	900	1971	403,3	a
	900	1971	401,6	c Mosquit
Promedio (1)		1968 - 1971	158,3	c Nylon
Los Nidos	900		82,1	h Nylon
III Región				
Pan de Azucar	530	1985	69,7	c Raschel
Travesía	800	1985	51,3	c Raschel
Carrizal Bajo	700	E-D (1988)	104,7	d Raschel
IV Región	948	Jun 1982 - Mayo 1983	90,9	b Nylon
El Tofo	780	1983	57,8	cap. 90 m2
	780	1985	152,1	f Raschel
	780	Nov 1987 - Sep 1990	91,3	f Raschel
	780	Enero 1984 - Enero 1985	115,6	c Raschel
	780	1986 (E.D.)	149,0	f Raschel
	550	Feb 1984 - Dic 1984	113,7	c Raschel
Fray Jorge	550	Jun 1982 - Abril 1983	184	c Raschel
Cavilolén	850	1983	89,9	b Nylon

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.2. Calcula tu producción y consumo

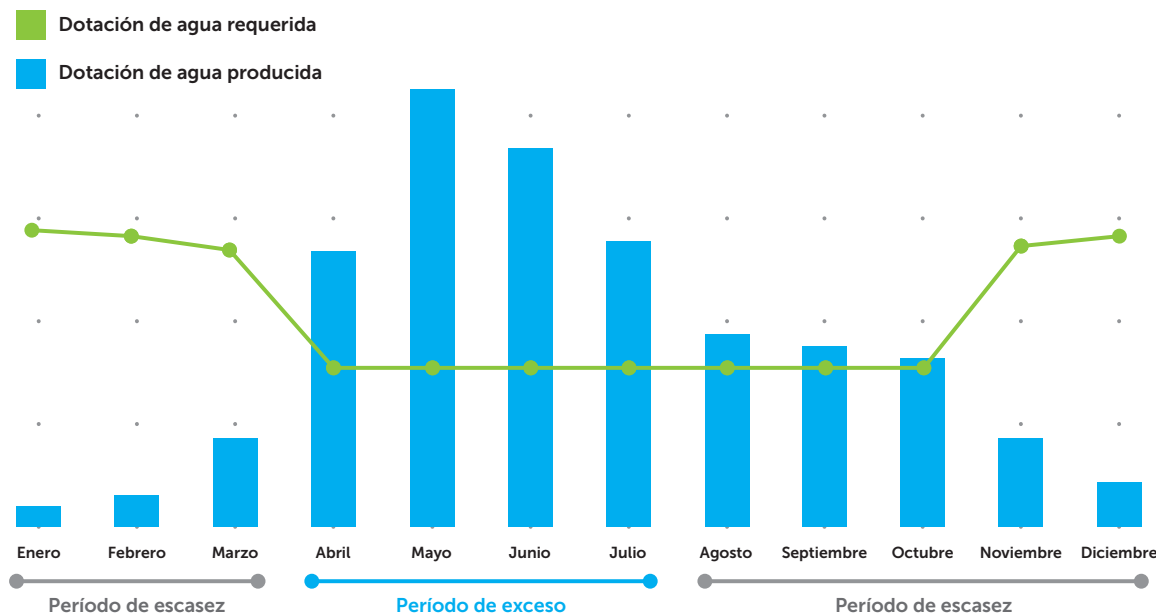
Producción Discontinua

Es importante considerar que la producción de agua mediante el uso de atrapanieblas no es continua, está sujeta a la distribución temporal de la niebla a lo largo del año y depende de las características climáticas y morfológicas de cada lugar. En Chile, se han reportado días en que cada metro cuadrado de malla capta hasta 14 lts. y otros en que hay nula producción.

Abastecimiento Continuo

Aunque el sistema de producción de agua no sea continuo, un proyecto sanitario debe asegurar un abastecimiento continuo. Será necesario proyectar un **acopio** de agua suficiente para abastecernos aquellos días en que la producción de agua es menos de la que necesitamos. Deberá hacerse un análisis diario, de manera de asegurar una dotación de agua continua, en todas las estaciones del año.

Ejemplo de situación de dotación producida vs dotación requerida



*Para más información revisar guía de sistemas sanitarios sustentables.

3. ¿Cómo evaluar un proyecto de atrapaniebla?

3.3. Proyecto Sanitario y Normativa

Proyecto de Agua Potable Particular

Como sistema de producción de agua potable, un atrapaniebla puede proveernos agua en cantidad y calidad suficientes y de forma continua, lo que la hace una fuente viable desde el punto de vista normativo.

Para usar agua de niebla como agua potable, se debe hacer un estudio de la calidad del agua de niebla cruda y disponer los tratamientos que aseguren estándares de calidad adecuados. El agua de niebla por lo general cumplirá con la NCH409, pudiendo a veces presentar una acidez leve que se deberá tratar. La contaminación atmosférica podría deteriorar la calidad del agua, pero en las altas cumbres donde se suele cosechar la niebla, rara vez existe presencia de contaminantes suspendidos.

Es recomendable usar la Niebla como fuente de abastecimiento, en complemento con otras fuentes. En caso de no contar con otras fuentes complementarias, será fundamental considerar un acopio de agua suficiente para garantizar disposición de agua de forma continua y proyectar el volumen de almacenamiento adecuado.

En una memoria de cálculo, se deberá detallar el procedimiento para estimar la dotación requerida y la dotación producida en todas las estaciones del año, proyectar los periodos de escasez y abundancia, y determinar el volumen de almacenamiento necesario.

Como textos de consulta y referencia recomendamos revisar:

- “Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano”, del Ministerio de Salud y sus modificaciones.
- Norma Chilena 409/1

Ambos documentos los puedes descargar en www.minsal.cl

4

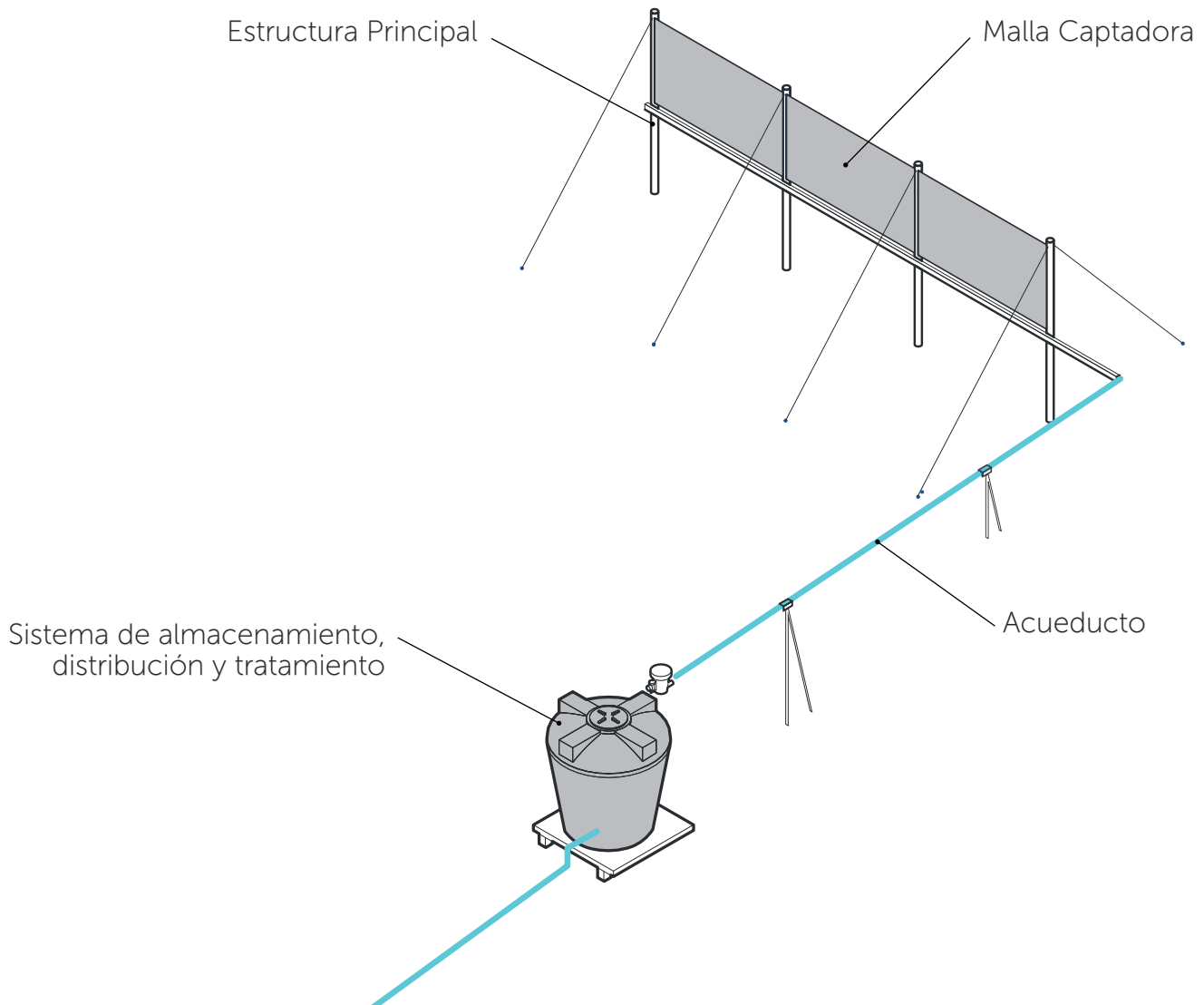
¿Cómo diseñar un sistema de atrapanieblas?

Analiza los componentes del sistema, define el diseño y planifica la construcción.

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Un sistema de atrapanieblas se compone de pocos elementos y de simple construcción.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Estructura principal

La estructura principal, por lo general, está compuesta de pilares y tensores. Ésta cumple la función de soportar las mallas de captación y la canaleta recolectora que conduce las gotitas captadas. La estructura tiene que ser capaz de resistir las tensiones producidas por las cargas horizontales del viento. La estructura clásica bidimensional, puede variar con el fin de optimizar la captación, estimular el flujo del viento y/o experimentar componentes estructurales más eficientes y colaborativos.

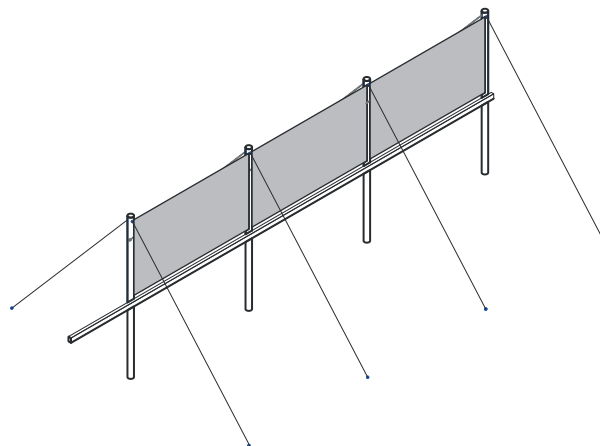


4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

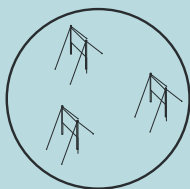
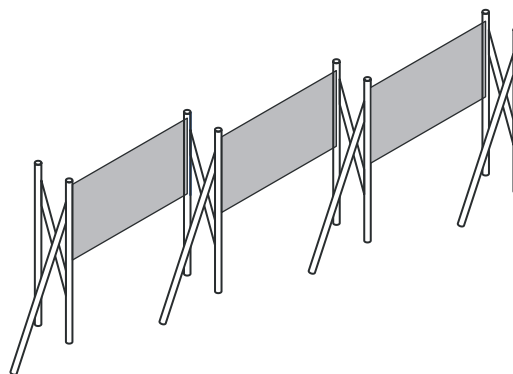
Bidimensional con tensores estructurales

Se pueden disponer dos o tres tensores por cada pilar estructural, esto con el fin de otorgar mayor estabilidad y rigidez a la estructura del atrapanieblas.



Bidimensional con módulos estructurales

Módulos estructurales compuestos por marcos rígidos que cumplen la función de arriostrar la estructura y brindar una mejor estabilidad.



Atomización

Varios atrapanieblas pequeños permiten tener la misma superficie total de malla captadora de un gran atrapaniebla, pero con unidades más pequeñas separadas entre sí; facilitando el reemplazo y reparación de mallas y reduciendo la vulnerabilidad de los sistemas ante la acción del viento.

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

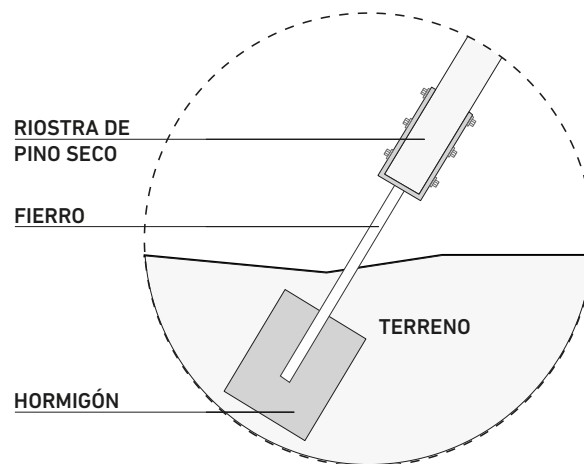
4.1. Componentes del sistema

Estructura principal

Tanto las maderas tratadas como el acero galvanizado son materiales aptos para realizar este tipo de estructuras. Estas estructuras deben contar con fundaciones y estar arriostradas por medio de diagonales estructurales y/o tensores de acero.

Para cimentar el fierro del poyo de fundación se recomienda hacer una excavación de al menos 60cm para agregar hormigón (desde h15) en el fondo, y luego rellenar con tierra y compactar el área.

El arriostramiento con tensor de acero se recomienda hacerlo mediante un fierro de anclaje cimentado.



Atención en los anclajes

Posibles fallas en la instalación de las estructuras, asociadas a problemas con los anclajes, pueden hacerla colapsar ante vientos de gran envergadura. Esto puede pasar si la mezcla de hormigón utilizada no fue la adecuada, el poyo no fue bien dimensionado o la unión al fierro no fue bien trabajada.

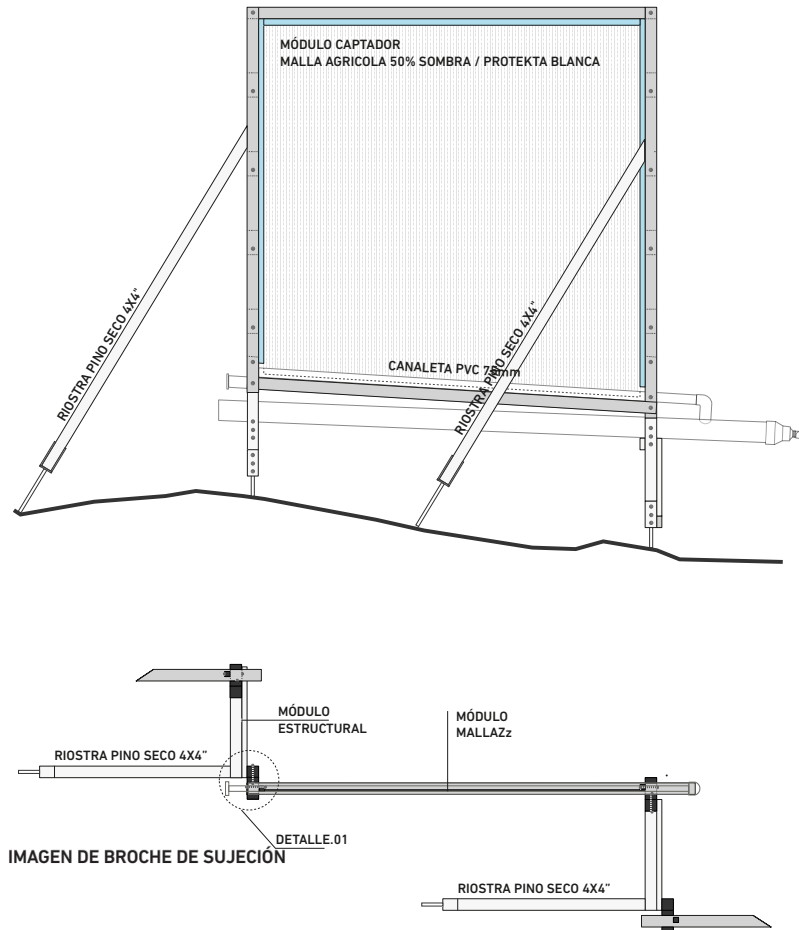
4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Malla Captadora

Bastidores o mallas tensadas

La malla captadora es el componente esencial del sistema. Éstas deben estar tensas para dejar pasar el aire y al mismo tiempo atrapar las gotitas de agua que viajan en la niebla. Se recomienda estructurar la malla captadora por medio de bastidores. Esto facilita su prefabricación, reparación y colabora con la firmeza de la estructura. Los bastidores son elementos rígidos contruidos de madera o acero galvanizado. También pueden usarse mallas tensadas por medio de cables y fijaciones plásticas.



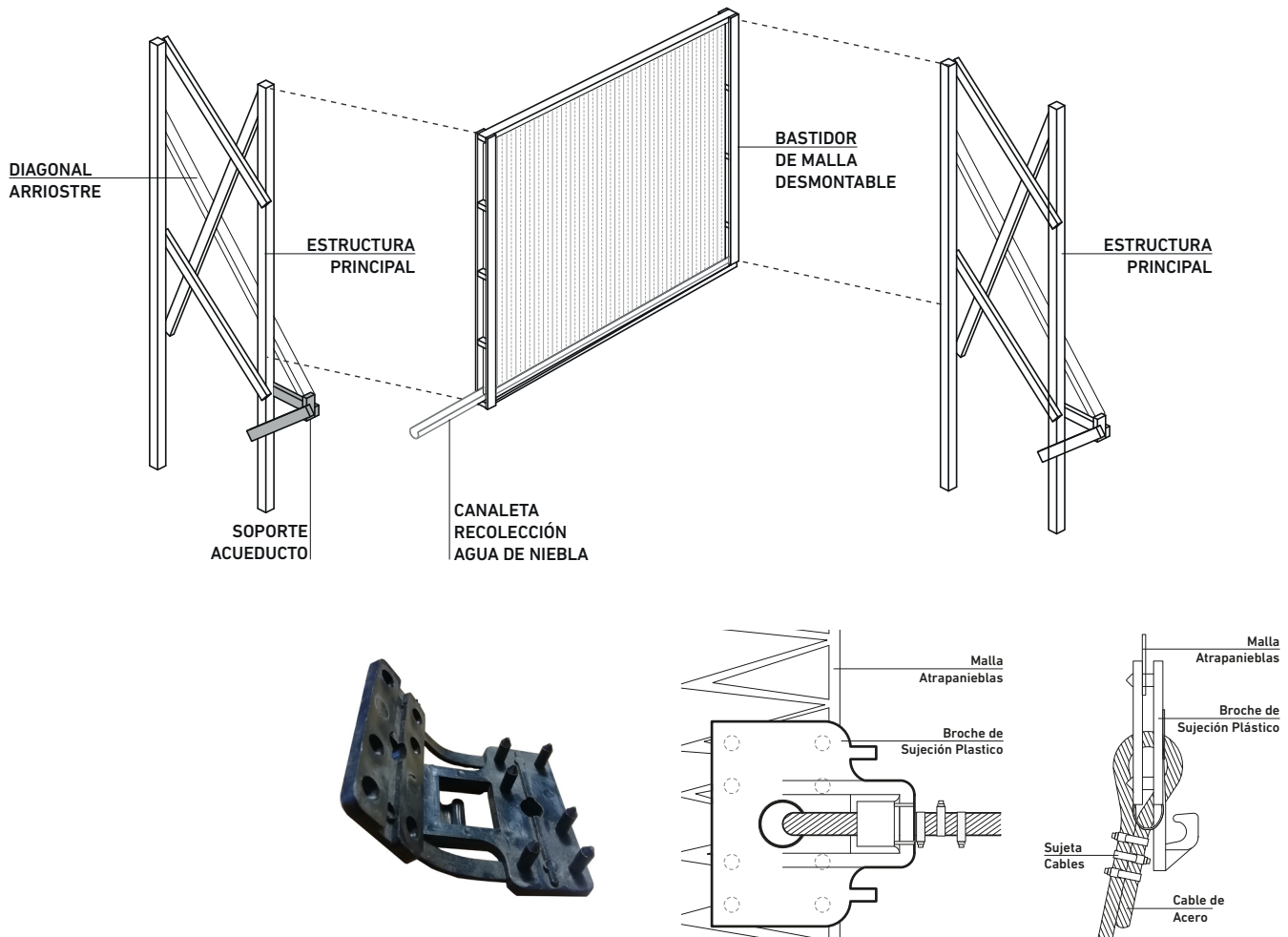
4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Malla Captadora

Bastidores o mallas tensadas

Las mallas tensadas se fijan al soporte mediante tensores. Esta fijación debe ser diseñada con atención para evitar rasgaduras en la malla. Broches de plástico se usan para asegurar una mejor vida útil de la malla. Estos, además, permiten una instalación más rápida y eficiente.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Malla Captadora

Malla

La geometría de las redes que forman la malla captadora juega un rol importante en la forma de atrapar las gotitas y en el traslado de estas hacia la canaleta.

Existen variados tipos de mallas en el mercado y muchos prototipos experimentales con distintos niveles de eficacia, pero se recomienda la malla agrícola tipo Raschel con 50% de sombra porque combina eficiencia de captación, con buena resistencia al viento. Las mallas de tejido en forma de triangulo descendente, pueden ayudar a las gotitas de agua a seguir su camino y evitar que la gota quede atrapada entre los agujeros por tensión superficial.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

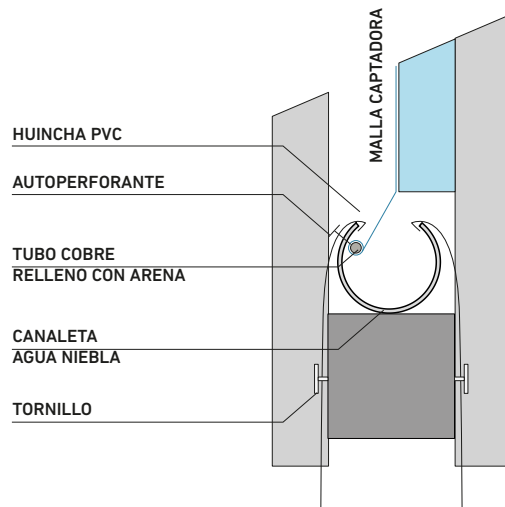
4.1. Componentes del sistema

Malla Captadora

Canaleta recolectora

Una canaleta recolectora abierta en la parte superior, es la que recoge el agua captada. Para aumentar la eficiencia, la fijación de la malla debe ser lo más estable posible para evitar la pérdida de gotitas por mallas flácidas o sueltas.

El material más usado para esta canaleta es el PVC. Será importante tomar en cuenta que el PVC es afectado por la radiación, el oxígeno del aire y los vientos intensos. Esto puede generar rigidez y quebraduras. Es recomendable para la durabilidad de la canaleta, que ésta esté sujeta a una viga estructural. Esto evita que sufra deformaciones y aumenta la eficiencia de recolección.



Se puede enrollar el extremo de la malla a una tubería de cobre rellena de arena. Con tornillos “cabeza de lenteja” de punta broca se fija la tubería a la canaleta.

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Acueducto

El acueducto es el sistema que se encarga de recibir toda el agua cruda captada por las canaletas de recolección situadas bajo las mallas y la traslada hacia un estanque. El acueducto debe ser estable y la gasfitería de sus uniones debe quedar muy bien trabajada. Para sistemas que funcionan por gravedad, estos acueductos pueden recorrer distancias considerables en busca de la presión suficiente. Una vez contruídos, serán un hito en el paisaje.

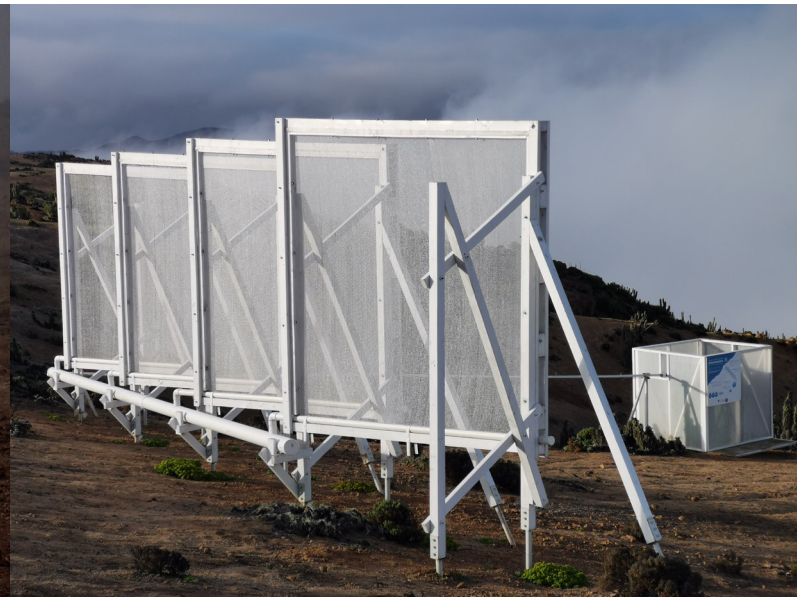
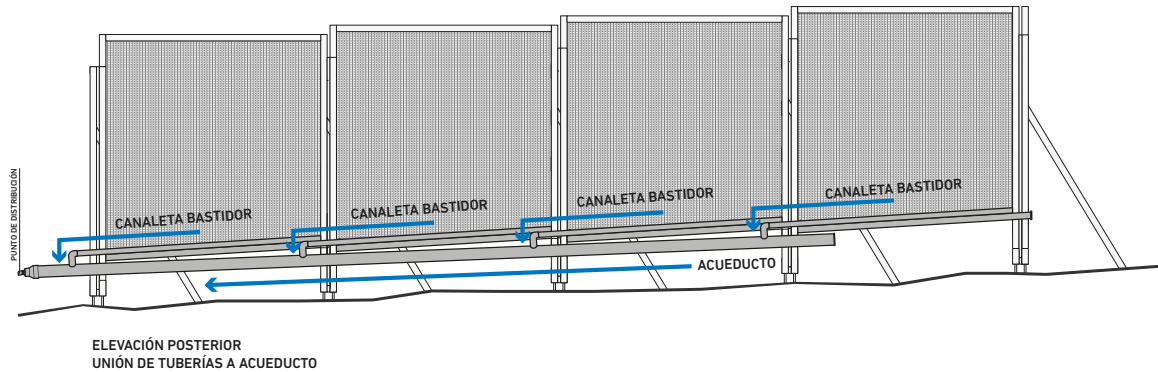


4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Acueducto

Un acueducto puede ir elevado o soterrado a través de tuberías de PVC, cobre, mangueras o planza. Todos los materiales que tienen contacto con el agua, deben mantenerla pura, y evitar desprendimientos, óxidos y otros tipos de contaminantes. Canales construidos en la superficie también pueden funcionar como acueducto. Todas las alternativas requerirán una mantención apropiada y un adecuado control de fugas.

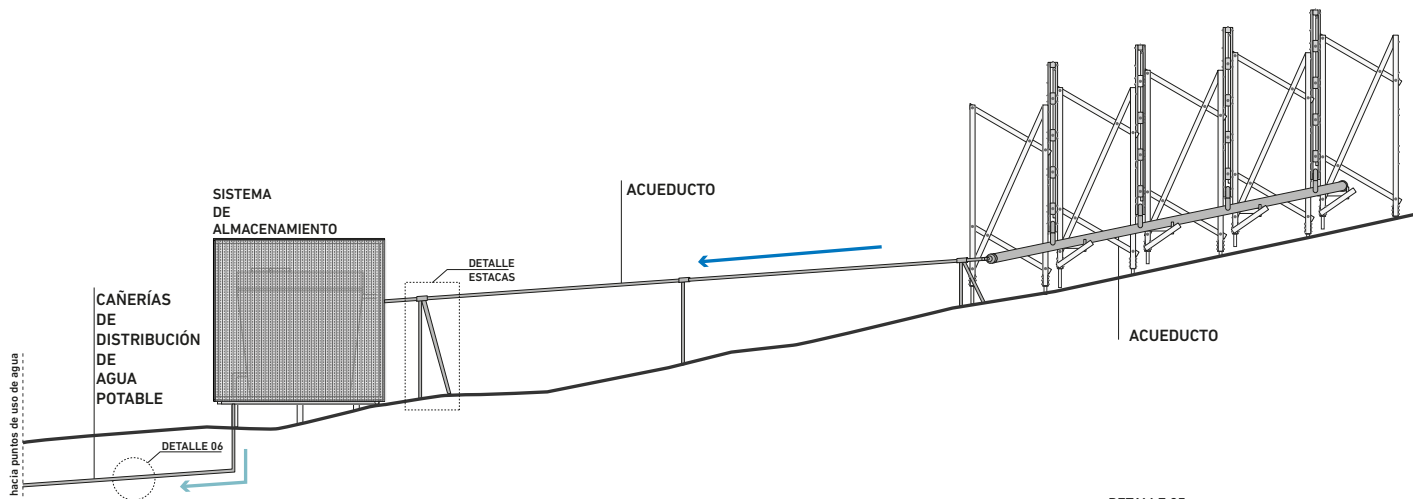


4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

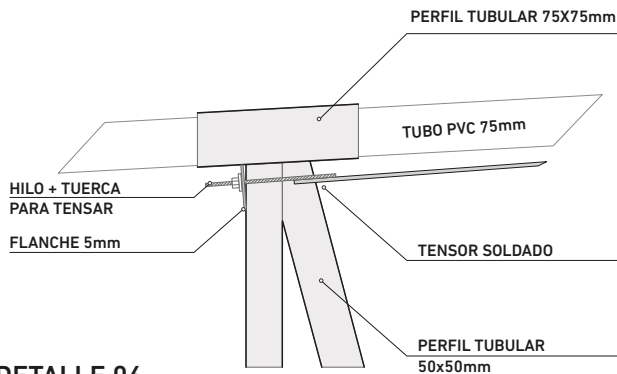
4.1. Componentes del sistema

Acueducto

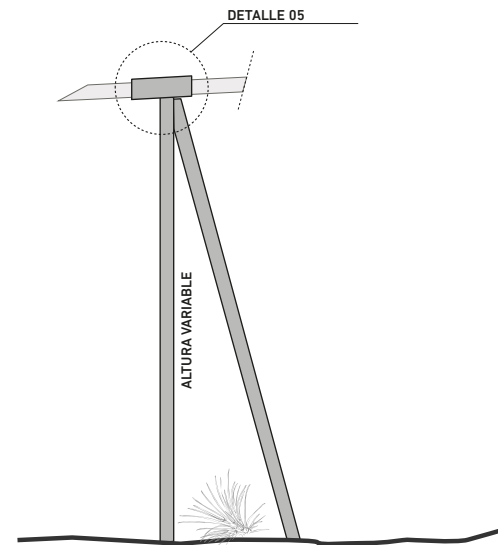
Para un acueducto en altura se recomienda usar estacas y tensores paralelos a la canaleta que le dan tensión y soporte.



ESQUEMA 01
EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN



DETALLE 06



TUBERÍA
CON APOYOS

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

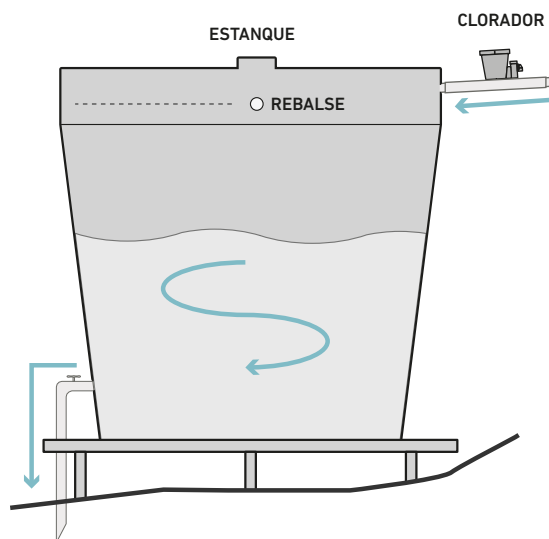
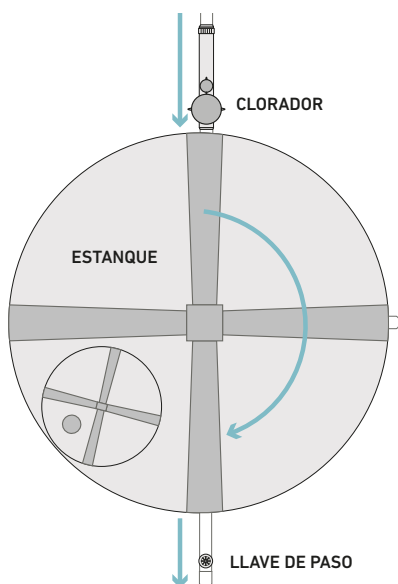
4.1. Componentes del sistema

Almacenamiento, distribución y tratamiento

Estanque

El estanque es un elemento crucial del sistema, pues permite el acopio de agua para los periodos de escasez. La cosecha de niebla es variable y depende de condiciones ambientales particulares. Por este motivo el almacenamiento toma una relevancia especial. Los cálculos de la dotación requerida y la dotación producida serán fundamentales para dimensionar el tamaño del estanque de almacenamiento y asegurar un abastecimiento continuo.

Existen diversos tipos de estanques que varían según tamaños, materialidad y capacidad de almacenamiento. Es importante que el agua no permanezca demasiado tiempo en el estanque sin fluir, debido a que puede sufrir descomposición. Asegurar todos los meses la entrada o salida de agua suficiente, hace que el agua circule y que conserve su calidad original. Los estanques deben considerar puntos de rebalse para el caso en que la producción exceda la capacidad de almacenamiento, y puntos de despiche para el caso en que se requiera vaciarlos. Ambos puntos deben ir asociados a un sistema de infiltración seguro que evite escurrimientos dañinos o apozamientos.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Almacenamiento, distribución y tratamiento

Protección del estanque

Se recomienda cubrir el estanque con algún tipo de envolvente que lo proteja de los rayos UV y de otras inclemencias climáticas que puedan afectar la materialidad. La envolvente ayuda también a proteger el agua de animales salvajes y/o domésticos que buscan agua.

Por el rol protagonista que tiene el estanque en el territorio, la envolvente es posible usarla también como soporte de gráficas dirigidas a los visitantes, promoviendo educación ambiental, señalización y/o interpretación del patrimonio natural y cultural del lugar. La estructura del estanque también se puede aprovechar como parador o mirador, cuando las circunstancias lo ameritan.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

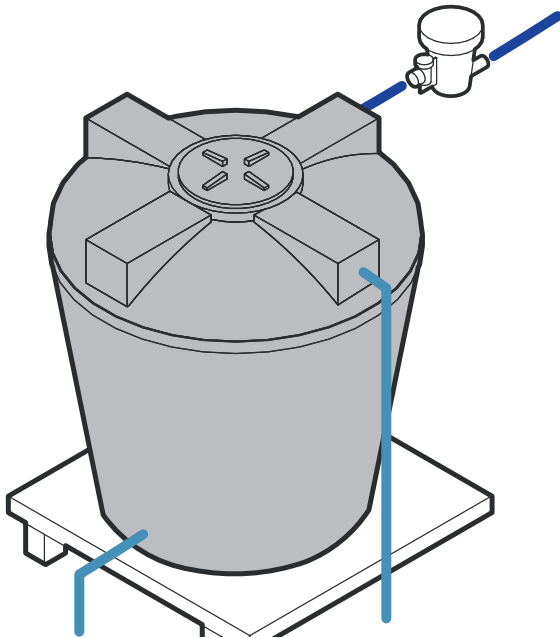
4.1. Componentes del sistema

Almacenamiento, distribución y tratamiento

Sistema de desinfección

El agua cruda cosechada debe contar con un análisis de laboratorio para saber qué tratamiento de potabilización necesitará. El agua de niebla por lo general cumplirá con los estándares de calidad de la norma sanitaria, pudiendo a veces presentar una acidez leve posible de tratar. La contaminación atmosférica podría deteriorar la calidad del agua, pero en las altas cumbres donde se suele cosechar la niebla, rara vez existe presencia de contaminantes suspendidos.

Independiente de la calidad del agua cruda, siempre se exigirá un método de desinfección como el cloro, y podrían requerirse otros tratamientos para abordar problemas de turbiedad o PH.



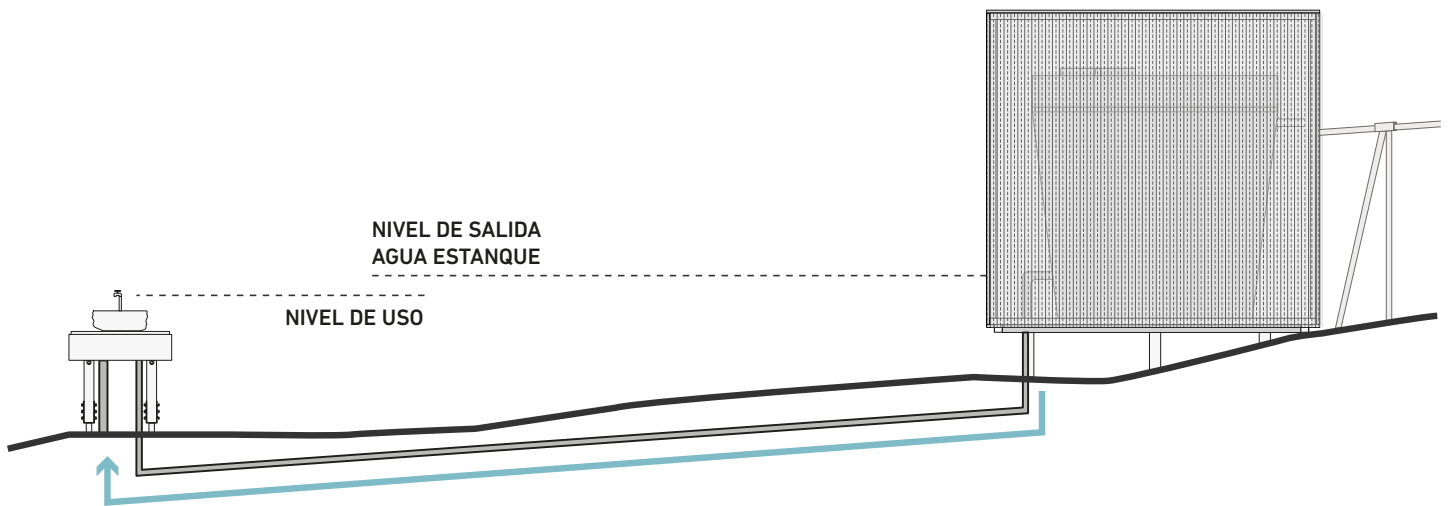
4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

Almacenamiento, distribución y tratamiento

Fuente de presión

La presión de agua es vital para el funcionamiento de la red de agua potable, ya que permite que el sistema de distribución cumpla su función de conducir apropiadamente el agua a los distintos puntos y con la presión adecuada.



Cañerías de distribución:

Para la red de agua potable se recomiendan cañerías soterradas para darles mayor protección y de materialidad adaptada para aguantar alta presión.

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.1. Componentes del sistema

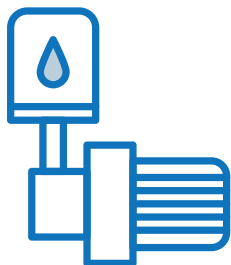
Almacenamiento, distribución y tratamiento



Presión natural por gravedad

En general los proyectos de captación de agua con atrapanieblas, al estar emplazados en altura y con grandes pendientes, no requieren de electricidad para darle presión (o energía) al agua. En caso de que se opte por un diseño por gravedad, será importante encontrar un método de desinfección que tampoco requiera de energía eléctrica. Un error común es proyectar el uso de cámaras de cloración mecánicas, ya que a pesar de ser un sistema que no ocupa electricidad, la presión del flujo de gotitas de niebla no será suficiente para llenar la cámara cloradora, a no ser que se instale un sistema sostenedor de presión por medio de válvulas especializadas, tales como la válvula flotador o la válvula sostenedora de presión.

Para que la presión de agua funcione de forma natural es importante que el estanque de captación de agua esté en un nivel más elevado que el punto de uso de agua.



Presión por bomba eléctrica

En el caso en que la pendiente natural del lugar no se pueda usar para darle energía al sistema, debido a que los puntos de uso estén a mayor altura que los puntos de captación de agua de niebla, será necesario considerar una bomba para elevar el agua y darle presión. Dependiendo de los caudales necesarios, se deberá calcular la electrobomba más adecuada.

4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

4.2. Operación y mantenimiento

La mantención en general es sencilla, y los materiales y piezas de reemplazo son de fácil obtención en mercados locales. Una adecuada mantención es vital para que estos duren muchos años de servicio ininterrumpido. Muchos proyectos de cosecha de agua de niebla fracasan, justamente, porque descuidan este aspecto.

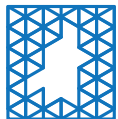
Para mantener operativo el sistema, hay que considerar un diseño que permita realizar reparaciones o reemplazo de componentes de un modo fácil y efectivo, sin necesidad de mano de obra demasiado especializada o de difícil acceso, con herramientas básicas disponibles y con accesibilidad a materiales para reparaciones o reposición. Algunas mantenciones exigen ascender a la estructura, reparación de tuberías y/o cambio de piezas para lo cual es necesario contar con herramientas adecuadas y sistemas que permitan alcanzar la parte superior del atrapaniebla con seguridad para el operador.



4. ¿Cómo diseñar un sistema atrapaniebla?

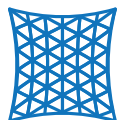
4.2. Operación y mantenimiento

Cuando hemos instalado un atrapaniebla, lo recomendable es realizar visitas periódicas, con el objetivo de detectar las siguientes anomalías:



Mallas

Ruptura por concentración de tensiones en los puntos de fijación de la malla y roturas extensas por un proceso de desintegración de la malla por la falla de sus fibras y de la estructura de su tejido. Dependiendo del problema, la malla se podría surcir, tras una evaluación.



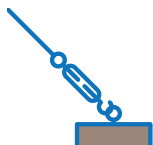
Mantención de tensión de malla

Malla con escasa tensión, lo que puede provocar importantes pérdidas de agua fuera de la canaleta.



Revisar periódicamente uniones

Unión de malla a pilares, uniones de tuberías, unión de malla a canaleta recolectora, y cualquier otra deben ser revisadas y reparadas.



Cables tensores

Tensión no adecuada de los cables que hacen que la estructura no trabaje en forma pareja.



Impermeabilizaciones

Oxidación de materiales o deterioro por descomposición de maderas.