

CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA DE “ATRAPANIEBLAS”

Virginia Carter Gamberini | *David Mora López*
Jorge Carrasco Jiménez | *José Olguín Rubio*

Cada año en las regiones del norte y centro de Chile, el agua está siendo un elemento escaso, no sólo para producción agrícola, sino que también para consumo humano y animal. Por lo cual, cualquier forma que aumente la disponibilidad de ella, permitirá una mejora de las condiciones de vida de sus habitantes.

Como se señala en el Capítulo 1, de este Boletín, en la zona costera del norte de Chile, una de las formas utilizadas en la obtención de agua para consumo humano, es recogerla de la niebla que se origina en los cordones montañosos de la Cordillera de la Costa. La captación de agua de niebla es una tecnología probada a nivel mundial, y tiene como objetivo el abastecimiento de agua potable en cantidades básicas para ciertas regiones áridas, e incluso para otras que no siendo declaradas zonas áridas o semiáridas debido a precipitaciones registradas, presentan igualmente períodos importantes de sequía para la población.

Ejemplo de lo dicho es la captación de agua niebla de forma eficiente, en las zonas del norte de Chile y específicamente en las caletas de pescadores. Hasta hoy, el proyecto más exitoso realizado es el de abastecimiento de agua potable en la localidad de Chungungo, ubicado a 80 km al norte de La Serena. En dicho proyecto se desarrolló un prototipo que consiste en un set interconectado de paneles "Atrapanieblas", los cuales dispuestos

convenientemente y localizados a 900 m.s.n, interceptan las neblinas que trasladan los vientos marinos hacia el continente.

El sistema “Atrapanieblas” está compuesto por una estructura que posee una superficie de captación de agua de niebla de 40 m², formada por una doble capa de malla Raschel (35% sombra). Esta malla de 4 metros de alto por 10 metros de largo, es sostenida por dos postes de 6 metros de largo y entre 12 a 14 cm de diámetro, los cuales son unidos por una serie de cables de acero galvanizado (**Figura 1**) soportados por anclajes de 1 m³, de una mezcla de cemento, arena, grava, y reforzados con rocas.



Figura 1. Estructura "Atrapanieblas" con malla Raschel de 40 m² de superficie, para la captación de nieblas y aguas lluvias instalada por INIA. La Aguada, Comuna de Navidad, Región de O'Higgins.

La malla Raschel del “Atrapanieblas” capta el agua de las gotas de neblina arrastrada por el viento, las cuales son trasladadas gravitacionalmente a través de un sistema de tuberías hacia un estanque de acumulación, y luego a la red de agua de los habitantes de un sector.

Considerando que la zona de la Cordillera de la Costa del secano de la Región de O'Higgins, presenta serios problemas de abastecimiento de agua para las familias que viven en esa zona, la alternativa de los “Atrapanieblas” aparece como una posibilidad real

para satisfacer estas demandas, lo que permitiría captar un volumen importante para producción agrícola, por ejemplo, de hortalizas y forraje verde hidropónico bajo invernadero y con riego tecnificado.

Lo anterior confirma que la tecnología de “Atrapanieblas” instalada en sectores del seco costero, resulta ser un complemento a otras tecnologías de captación de aguas lluvias.

El “Atrapanieblas” posee en su parte posterior una canaleta recolectora de agua, de 10 metros de largo (**Figura 2**), la cual se conecta a un sistema de mangueras que conducen el agua captada hasta el sistema recolector elegido (estanque o cisterna) (**Figura 3**).

Figura 2. Canaleta instalada bajo la malla Raschel de un sistema “Atrapanieblas”, para la captación de agua de neblina o lluvia.

Centro Experimental Hidango, INIA. Comuna de Litueche, Región de O’Higgins.



Figura 3. Cisterna flexible de 10.000 litros de capacidad, para la acumulación de aguas captadas por un sistema “Atrapanieblas”. Centro Experimental Hidango, INIA. Comuna de Litueche, Región de O’Higgins.



1. LA NIEBLA COMO RECURSO HIDROLÓGICO

Algunos autores, señalan que la niebla es una nube que tiene su base a ras de suelo. Se compone de pequeñas gotas de agua (desde 1 a 40 micrones) y que por no tener peso suficiente para caer, quedan suspendidas en el aire, moviéndose de manera horizontal por acción del viento.

En algunos lugares de la Cordillera de la Costa donde la frecuencia de niebla es recurrente, las gotas son colectadas en enormes cantidades por la vegetación existente. Luego, al formar gotas más grandes, éstas caen al suelo producto de la gravedad. Es esta colecta natural de niebla la que sustenta la vegetación de regiones semidesérticas y donde las precipitaciones son escasas, o bien son inexistentes.

Existen dos aplicaciones principales para la captación de agua de niebla:

1. Los “Atrapanieblas” pueden proveer de agua que cumpla con los requisitos exigidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), respecto de los estándares de agua potable para comunidades rurales o grupos de casas, pudiendo ser distribuida a los hogares mediante la gravedad.
2. Los “Atrapanieblas” pueden proveer agua para reforestación en sectores de alta montaña o cerros, y donde es imposible transportar agua para dicho uso desde las fuentes convencionales. Ante este evento y desde el sistema de captación mismo, el agua de niebla puede ser distribuida mediante sistemas de irrigación por gravedad.

En la Cordillera de los Cuchumatanes, localidad de Tojquia, en Guatemala, y con motivo de la instauración, a partir del año 2006,

del mayor proyecto operacional existente en dicho país y que ha sido considerado emblemático a nivel mundial, se establecieron 35 unidades de sistemas “Atrapanieblas” operacionales (**Figura 4**), que entregan agua a un total de 27 familias (130 personas), con una producción promedio de 5 L/m²/día (7.000 litros/día).



Figura 4. Estructuras “Atrapanieblas” instalados en Tojquia, Guatemala, a 3.300 m.s.n.m. (Año 2007). Proyecto FogQuest: sustainable and water solutions.

2. LA EVALUACIÓN DE POTENCIAL DE AGUA DE NIEBLA O DE LLUVIAS A SER COLECTADAS

Un lugar es identificado como un posible lugar de captación de agua de niebla y, por consiguiente, de aguas lluvias, si en primer término, existe la necesidad de agua por parte de la población. En segundo término y fuera de la necesidad, deben existir las condiciones necesarias para el agua pueda ser captada por dicho medio. Es así como se requiere que la comunidad del lugar haya observado una frecuencia de las nieblas y precipitaciones en el lugar, ante lo cual y como prueba de la observación se añadiría, una constatación en la existencia de factores geográficos relevantes para su formación, tales como la presencia de un cordón

montañoso, su cercanía al mar, la dirección de los vientos predominantes y de su movimiento perpendicular al eje del cordón montañoso. Bajo estas condiciones, un lugar puede ser evaluado como potencial en la captación de aguas nieblas/aguas lluvias.

Conforme a lo dicho, sin duda que la condición más favorable para que exista una captación positiva de niebla, es la instalación del sistema en montañas o cerros, donde el eje del cordón se ubique de manera perpendicular al viento predominante en el sector. Sin embargo, dependerá además de la cantidad de agua líquida que contenga la nube, del tamaño de las gotas de agua, y de la velocidad del viento que arrastrará las gotas de niebla o lluvias hacia la estructura.

La forma de hacerlo es mediante el uso de un Neblinómetro Estándar (Standard Fog Collector, SFC), propuesto por Schemenauer y Cereceda en 1994. Esta estructura consiste en un marco de malla Raschel de 1 metro por 1 metro (**Figura 5**). El marco además posee un espesor de 1cm, y debe ser construido preferentemente de madera o metal no corrosible. En áreas abiertas, el marco debe ser instalado a dos metros de altura desde su base en el suelo. La estandarización de las dimensiones de la estructura es importante,



Figura 5. Standard Fog Collector, instalado en La Aguada, Comuna de Navidad, a 203 m.s.n.m. Región de O'Higgins, año 2012).

debido a que con esto, se pueden comparar distintas áreas con el fin de establecer rangos de captación de agua de niebla, e incluso de agua de lluvia, en una determinada zona. En la parte inferior del marco, debe instalarse una canaleta que colectará el agua captada, la cual puede ser circular o cuadrada, y ubicada con una ligera inclinación o pendiente que favorezca en ella la circulación del agua colectada. Sus dimensiones son de 1,04 metros de largo, por 15 cm de alto y 10 cm de profundidad.

La metodología de evaluación de potencial utilizada por FogQuest (ONG especializada en proyectos de captación de neblinas), plantea que se realicen mediciones diarias por un período entre 6 y 12 meses. Sin embargo, se puede optar por no realizar la evaluación de potencial en el caso en que por la experiencia se asegure la existencia de niebla en el sector, lo cual tiene que ser confirmado por los habitantes del lugar de interés.

La medición de captación de aguas nieblas o de lluvias, se debe controlar cada día y a la misma hora, lo que permitirá obtener datos fiables. El Neblinómetro debe contar con un tambor o bidón conectado mediante una manguera a la canaleta receptora, a modo de que se recoja el agua en el día evaluado. Se recoge el agua colectada de 24 horas en recipientes graduados, de manera de obtener el valor exacto de ella en este período.

La evaluación de potencial permitirá identificar cuánta agua de niebla o de lluvia es captada por 1 m²/día. Conociendo cuánta agua se capta por metro cuadrado de malla Raschel doble, se puede estimar la producción total de una estructura de "Atrapanieblas" simple (igualmente doble o triple) en 24 horas (40 m²). Al contar con una evaluación de potencial a lo largo de un año, se puede obtener el dato de captación por todos los meses del año, logrando así planificar el uso del agua en función de la estación seca.

Las zonas más estudiadas en nuestro país se sitúan desde la Región de Tarapacá hasta la Región de Coquimbo, en donde se han registrado promedios de captación entre 7,81 L/m²/día (Alto Patache, Iquique) hasta 1,43 L/m²/día (Falda Verde, Chañaral), 8,26 litros/m²/día en el sector de Cerro Moreno, Región de Antofagasta; de 1,43 litros/m²/día en el sector de Chañaral, Región de Atacama y finalmente, de 2,98 litros/m²/día en el sector de El Tofo, en la Región de Coquimbo.

Hasta el año 2012, la Región de O'Higgins no había sido estudiada respecto del potencial de captación específico de L/m²/día. Sin embargo, en el caso del sector de "La Aguada", Comuna de Navidad, Provincia Cardenal Caro, en el mes de abril de 2012, se instaló un Neblinómetro Estándar, que permitió recoger datos de agua colectada, entre el 24 de abril hasta el 06 de octubre de ese año, estimando una captación promedio de 16,12 L/m²/día, lo que significa 644,8 litros promedio por día, colectados en una estructura "Atrapanieblas", con una superficie de captación de 40 m². Este promedio de captación, involucró a todas las aguas recogidas en la superficie de malla Raschel del Neblinómetro instalado, correspondientes a niebla y lluvia.

Por otro lado y en el mismo sector de "La Aguada", en los meses de diciembre a marzo de 2013 se midieron los volúmenes de agua colectada solo de nieblas. Estos fluctuaron entre los 4 y 12 litros por noche, en 40 m² de "Atrapanieblas", con un promedio de 6,3 litros, lo cual pudiese ser poco significativo. Sin embargo, para las condiciones de escasez de agua que se produce en el verano, ese volumen puede llegar a ser importante en una familia de pequeños productores, en particular como una alternativa de agua limpia captada para consumo humano.

En una unidad "Atrapanieblas" establecida en el Centro Experimental Hidango, del INIA, comuna de Litueche, a través de un

Neblinómetro de 1m x 1m, se evaluó el agua de lluvia colectada dentro del período comprendido entre el 18 de julio y el 31 de diciembre del año 2015, estableciéndose que el agua colectada en un "Atrapanieblas" de 40 m², llegó a 11.407 litros (**Figura 6**), volumen de agua importante si se considera que los meses de noviembre y diciembre no fueron relevantes en términos de agua colectada.

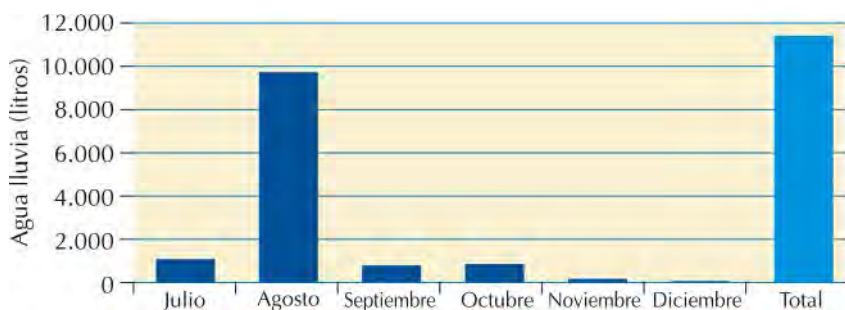


Figura 6. Agua de lluvias en litros, captada en un "Atrapanieblas" de 40 m², entre julio y diciembre de 2015.

Por otro lado, el mes más significativo correspondió al mes de agosto, con 9.720 litros colectados. No es despreciable el volumen de agua colectada del mes de julio, el cual llegó a 1.041 litros, en tan sólo un período de 12 días, si se considera que la evaluación se inició a partir del día 18 de ese mes.

De lo anterior, se desprende que la cantidad de agua captada mediante la tecnología de "Atrapanieblas", dependerá de la cantidad de estructuras instaladas, del nivel y frecuencia de neblinas, y de las precipitaciones del sector donde estén instalados estos sistemas. En la medida que exista una mayor superficie de captación de malla Raschel, mayor será el volumen de agua colectado.

3. METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA "ATRAPANIEBLAS"

3.1. Armado de la estructura

- **Instalación del sistema de anclaje de la estructura del "Atrapanieblas"**

Antes de la instalación del sistema de anclaje de la estructura "Atrapanieblas", se deben hacer los hoyos donde se ubicarán los postes de la estructura. Estos permitirán ubicar los puntos donde se construirán los sistemas de anclaje de ella.

Por cada poste es necesario instalar tres sistemas de anclaje. Es decir, se construirán 6 sistemas, que permitirán sujetar los alambres acerados que van a sostener la estructura (**Figura 7**).

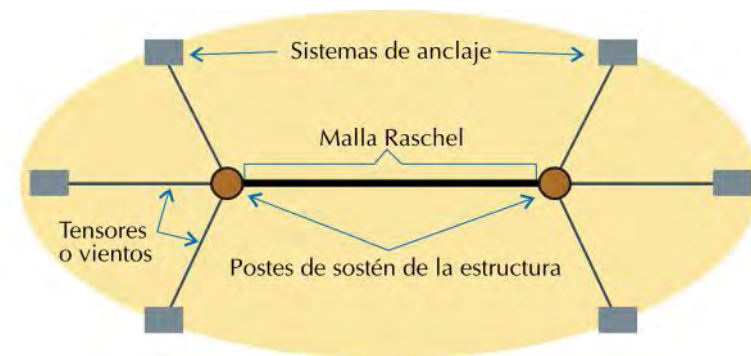


Figura 7. Vista en planta de la ubicación de los sistemas de anclaje, con respecto a los postes que sostienen la estructura.

En esta etapa, además se cavan los hoyos donde se enterrará cada poste. La profundidad de ellos debe ser de unos 50 a 60 cm, y con dimensiones de ancho y largo suficiente para acomodar posteriormente los postes y dejarlos firmemente enterrados. Los postes se enterrarán una vez que tengan incorporadas las varillas de anclaje y alambres tensores, los cuales permitirán sostener la estructura del "Atrapanieblas".



Figura 8. Sistema "Atrapanieblas" construido. Obsérvese los tensores o vientos de alambre de acero, los cuales van en dirección a los sistemas de anclaje instalados en el terreno. Centro Experimental Hidango, INIA. Comuna de Litueche.

El alambre acerado, que es utilizado en la estructura como "vientos", permite además mantener tensa la malla Raschel que captará las aguas nieblas o de lluvias.

El sistema de anclaje puede ser mejor construido con una base de concreto, para poder anclar los tensores (alambres acerados) (**Figura 9**). Si las características del terreno lo permiten y con la roca madre en su parte superficial, se pueden utilizar estructu-



Figura 9. Base de concreto, para anclar los tensores de la estructura "Atrapanieblas". Centro Experimental Hidango, INIA. Comuna de Litueche, Región de O'Higgins.

ras metálicas apernadas a ella (**Figura 10**), o sistemas de anclajes para parrones. Estos últimos dan buenos resultados y permiten reducir costos en el tiempo, de materiales y mano de obra, si se compara con la construcción de bases de concreto.

- **Preparación de postes y alambre acerado**

Tanto la preparación de los postes de la estructura "Atrapanieblas", como la del alambre a ser utilizado como elemento tensor de la misma, es una tarea necesaria para el emplazamiento de dicha estructura (**Figura 11**).



Figura 10. Anclaje metálico, apernado a la roca, utilizado para sostener la estructura "Atrapanieblas". La Aguada, Comuna de Navidad, Región de O'Higgins.



Figura 11. Perforación y preparación de los postes, y del corte del alambre acerado para la estructura "Atrapanieblas".

Se mide 0,6 m desde uno de los extremos de cada poste, y en ese punto, en el centro exacto de la cara de ellos, se hace una perforación de aproximadamente 0,5 pulgadas de diámetro, atravesando la totalidad del diámetro del poste. Esto se debe repetir para ambos postes.

Hecho lo anterior, se hace pasar por la perforación una varilla de anclaje o soporte de paso, de unos 40 a 45 cm de largo, debiendo estos quedar bien ajustados a la madera, dejandose aproximadamente unos 15 cm de extensión de la varilla, fuera del poste, y en cada salida (**Figura 12**). En ambas extensiones de salida de la varilla, se agrega una tuerca, la cual permite mantenerla fija sin que se produzcan desplazamientos y movimientos de ella. Una vez fija la varilla, se procede a amarrar a ella el alambre acerado, a través de grilletes con pasador y chaveta (**Figura 13**), además de usar abrazaderas de 5/16" para la sujeción del alambre (**Figura 14**).



Figura 12. Postura de la varilla de anclaje en los postes de la estructura, y colocación de tuercas de seguridad.



Figura 13. Labor de amarra a la varilla de anclaje del alambre acerado, en la parte superior de cada poste de la estructura.

También es necesario perforar la parte inferior de cada uno de los postes, atravesando completamente su diámetro. Esta perforación, debe ser hecha a una distancia de 4 metros a partir de la primera que se hizo para el paso de las varillas de anclaje, con idéntica orientación, y con un diámetro tal que permita el paso de alambre acerado del mismo grosor al utilizado como tensores.



Figura 14. Uso de abrazaderas de sujeción del alambre acerado en los postes de la estructura.

Esa perforación cumple el objetivo de permitir el paso de un alambre acerado, para atravesar cada poste (**Figura 15**). Por un lado, va hacia un punto de anclaje ubicado en el terreno, y por el otro, cruza el espacio que queda entre ambos postes, por el interior de un trozo de manguera, que permitirá sostener la malla Raschel en su parte inferior, fuera de proporcionarle la tensión

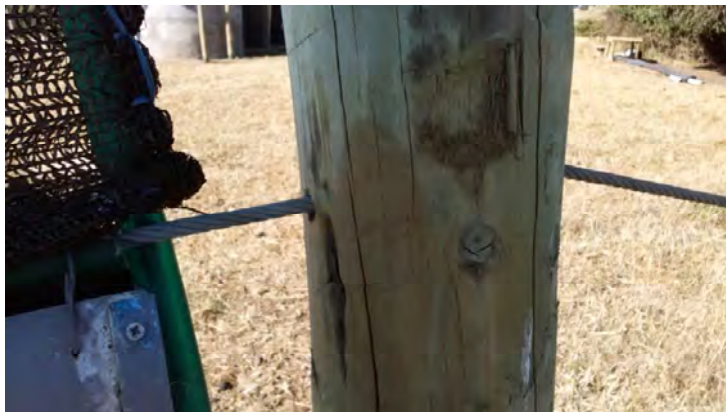


Figura 15. Alambre acerado que cruza uno de los postes de la estructura "Atrapanieblas". La prolongación hacia la izquierda sostiene la malla Raschel, y la de la derecha va hacia un tensor construido en el terreno.

necesaria. El alambre cruza el espacio entre ambos postes distantes entre sí a 10 metros, para finalmente atravesar el segundo y yendo finalmente hacia un segundo tensor instalado en el terreno, y que corresponde a este último poste.

- **Corte de manguera para contener el alambre acerado**

Se utiliza una manguera de material plástico, de aquellas usadas para riego de jardines, la cual será usada para cubrir el alambre acerado que va a sostener la malla Raschel. Para ello, el alambre se hace pasar por el interior de la manguera, por lo cual la extensión total del alambre a ser usado para sostener la malla Raschel, queda cubierta por el plástico de la manguera. Esta es una forma de proteger la malla, evitando así que ésta se rebane por efecto del roce del alambre acerado al quedar en contacto con ella, lo que terminaría finalmente cortándola. Además la manguera, por ser de material plástico blando, proporciona una superficie que reduce el daño a la malla, al quedar en contacto con ella.

Si la malla Raschel a instalarse tiene una superficie de 10 metros de largo por 4 metros de alto, significaría un perímetro de 28 metros, por lo cual se debe cortar un trozo de manguera de 28,5 metros, que permita cubrir un alambre acerado con la misma longitud y dejar un excedente para los amarres finales de la malla a la estructura.

- **Corte y costura de malla**

Se corta la malla Raschel con un largo de 10,5 metros y alto de 4,5 metros. Interesa alcanzar una superficie de captación de agua de 40 m², pero se corta aproximadamente con 0,3 cm adicionales en cada lado, para facilitar el cosido posterior de la malla, por sus bordes, envolviendo a la manguera que contiene el alambre acerado en su interior (**Figuras 16 y 17**).



Figura 16. Trabajo de unión de los bordes de la malla Raschel a la manguera que contiene el alambre acerado.



Figura 17. Malla Raschel preparada y sujeta a la manguera y alambre, previo a su instalación entre los postes de la estructura.

- **Levantamiento de estructura**

Una vez preparados los postes con las varillas de anclaje conteniendo cada uno de los alambres tensores o “vientos” de la estructura, y el alambre que va a sostener la manguera y malla Raschel, se procede a levantar y enterrar estos postes en el terreno elegido (**Figuras 18 y 19**). Hecha esta labor, se debe verificar que cada poste esté ubicado lo más vertical posible, cuestión que se determina con un nivel de burbuja.



Figura 18. Presentación de postes y tensores, preparados para el levantamiento de la estructura.

- **Preparación de canaleta**

Se toma un tubo de PVC sanitario de 110 mm, el cual se corta exactamente por la mitad, dejando dos mitades con forma de canaleta. Cada mitad se une a la otra parte para ir dando forma a una canaleta de 10 metros de largo. Es decir, se cortarán los tubos necesarios, con el objeto de ir formando una canaleta con dicha longitud. Las uniones entre partes de la canaleta, se van haciendo con pernos y golillas (**Figura 20**).

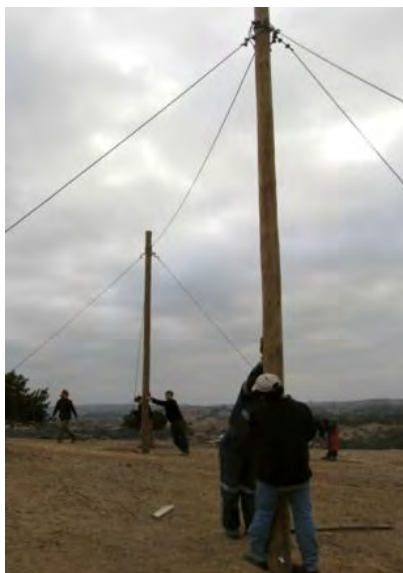


Figura 19. Levantamiento de la estructura de postes y tensores de alambre acerado.



Figura 20. Unión de canaletas entre sí, para lograr la longitud requerida para la estructura "Atrapanieblas".

- **Postura de la malla Raschel**

La postura de la malla raschel es una tarea fundamental en la instalación de un sistema "Atrapanieblas". Esta debe ir sujeta a la manguera que lleva en su interior el alambre acerado, el cual será el que soporte la tensión del sistema, al instalarse entre los postes de la estructura (**Figura 21**).



Figura 21. Preparación de la malla Raschel unida a la manguera y alambre acerado, previo a ser instalada entre los postes.

La malla Raschel debe quedar convenientemente ubicada entre los postes, tensa, y de manera que pueda desplegarse cubriendo totalmente los 40 m² de superficie, como fue cortada, sin dobleces y sin que quede suelta en alguno de sus extremos. Mientras mayor tensión alcance, mayor será la eficiencia en la captación del agua de nieblas, o de lluvias (**Figura 22**).



Figura 22. Labor de unión de la parte inferior de la malla Raschel, a la manguera y alambre acerado, envolviendo la manguera y asegurándola con aguja y pita.

- **Tensado final de estructura**

Esta labor es fundamental, porque permitirá tensar el alambre y manguera que sostienen la malla Raschel, consiguiendo que esta se mantenga cubriendo una superficie de captación de agua de 40 m². Además, permite verificar que cada uno de los componentes de la estructura haya quedado montado en forma óptima, de modo de soportar la intensidad de los vientos circulantes (**Figuras 23, 24 y 25**).



Figura 23.
Etapa de tensado de la malla Raschel, previo a la postura de la canaleta que recoge el agua de niebla y de lluvia.



Figura 24.
Estructura con la labor de tensión realizada en los alambre acerados, tanto de los vientos, como del que sostiene la malla Raschel.



Figura 25.
Instalada la estructura "Atrapanieblas", se aprecian los tensores de alambre acerado que sostienen la estructura, y sujetos a estructuras de concreto. INIA-Centro Experimental Hidango, Región de O'Higgins.

- **Postura de canaleta**

Una vez realizado el tensado de la estructura "Atrapanieblas", se instala la canaleta preparada con anterioridad, en la parte inferior de la malla Raschel, para permitir la recepción del agua colectada (**Figuras 26 y 27**). Se sujeta a la malla con alambre delgado, o con cuerda plástica. Se ubica en posición horizontal, y con una ligera pendiente, con el fin de favorecer el movimiento del agua hacia uno de sus extremos, facilitando así la recogida y acumulación en un estanque.



Figura 26. Instalación de la canaleta, para la captación de agua.



Figura 27. Evaluación del trabajo de la canaleta recogiendo agua de lluvia.

- **Unión del sistema de captación, al sistema de acumulación de agua**

Utilizando un TE sanitario, se une la canaleta de captación de agua hacia un sistema que permite conducir el agua colectada hacia un estanque acumulador (**Figura 28**). Se utiliza además un filtro Y, que permite recoger las impurezas del agua colectada.



Figura 28. Instalación del sistema de conexión a canaleta captadora de aguas y al estanque de acumulación.

4. COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA “ATRAPANIEBLAS”

A continuación se presentan los costos estimados para la construcción de un sistema “Atrapanieblas” simple.

Materiales	Dimensión	Cantidad	Valor (\$)	Sub total (\$)
Poste impregnado	6" x 6 m.	2	33000	66000
Cable acero galvanizado (m)	5/16"	60	672	40.320
Alambre galvanizado (m)	N° 6	70	300	21.000
Cable acero galvanizado (m)	¼"	10	504	5.040
Bandola con seguro de acero	½"	2	1.450	2.900
Abrazadera	5/16"	31	490	15.190
Guardacabo para cables de acero	5/16"	10	250	2.500
Guardacabo	5/8"	2	1500	3.000
Grillete con pasador y chaveta de acero	5/8"	4	2100	8.400
Tensor ojo/gancho	16 mm	2	2700	5.400
Tuerca	5/8"	8	250	2.000
Golilla	5/8"	8	295	2.360
Manguera (m)	¾"	30	571	17.130
Hilo x metro	5/8"	2	9290	18.580
Tubo PVC sanitario	110 mm	2	7190	14.380
Tapa PVC sanitario	110 mm	2	870	1.740
TEE sanitario	110/50	1	1746	1.746
Filtro tipo Y, colector impurezas	50 mm	1	11.192	11.192
Codo PVC hidráulico	50 mm	1	614	614
Unión americana	50 mm	1	2708	2.708
Terminal HE/cementar	50 mm	1	475	475
Tubería PVC (C6)	50 mm	1	6918	6.918
Malla Raschel (35% sombra)	4,2 x 100 mt	0,2	50820	10.164
Anclajes de acero inoxidable	70 cm	6	7.680	46.080
TOTAL				305.837

Al costo total al día 30 de noviembre de 2015 de \$ 305.837, se le debe agregar el costo de mano de obra por "Atrapanieblas", que alcanza a los \$ 350.000. Por lo tanto, el costo total de la construcción del sistema asciende a los \$ 655.837. Este valor expresado en U.F. de esa fecha, corresponde a 25,6 UF.

Si se trata de comprar materiales para varios "Atrapanieblas", se puede comprar al por mayor, por lo cual el costo de cada unidad puede reducirse, lo que abarata los costos. Por ejemplo, un rollo de malla Raschel, 35% sombra de 4,20 metros por 100 metros, puede ser utilizado en la construcción de cinco "atrapanieblas" simples, por lo cual, aplicando economía de escalas, la segunda unidad y hasta la quinta unidad construida, resultan de un notorio inferior costo.

5. RECOMENDACIONES

Considerando las características del sector de emplazamiento de un proyecto de construcción e instalación de un sistema "Atrapanieblas", se proceden a dar las siguientes recomendaciones tanto técnicas, como de intervención comunitaria:

- **Realizar una evaluación de potencial.** Ello se realiza mediante la utilización de Neblinómetros Estándar (Standard Fog Collector) en, a lo menos, tres sitios dentro del área de estudio (secano costero) y por un período de 6 meses, a modo de identificar el comportamiento exacto de la niebla y lluvias en el lugar. Esta medición debe ser acompañada de la instalación de un Pluviómetro con *datalogger* digital, programado con la misma frecuencia que el Neblinómetro. Lo anterior, a modo de discriminar de manera exacta el agua captada por la malla y que corresponde agua de niebla, de aquella resultado del agua caída de las precipitaciones, evitando así confundir su origen.

- **Planificar segunda etapa de construcción "Atrapaniebla".** Una vez conocido el valor de captación de agua de niebla por 1 m²/día, se planifica una segunda etapa de construcción del sistema de "Atrapanieblas", previa identificación de las familias que estén dispuestas a recibir esta tecnología de captación de agua.
- **Programar posible reforestación y plantación de hortalizas.** El agua colectada, de acuerdo al volumen determinado por la evaluación, puede incluso ser utilizada en un programa de reforestación del sector y además en un programa de plantación de hortalizas bajo invernadero, regadas con agua de niebla y de aguas lluvias.
- **Informar a la comunidad.** En el sector donde se instalen los sistemas "Atrapanieblas", la comunidad debe estar informada acerca de los beneficios de ellos como captadores de agua limpia para consumo humano.
- **Instruir a las familias postulantes sobre el sistema atrapaniebla.** Es importante que las familias postulantes a la obtención de un sistema de "Atrapanieblas", se involucren en la etapa de construcción y de evaluación de potencial, a modo de que comprendan el fenómeno de la niebla, sus beneficios, y de que además conozcan los pasos a seguir considerando futuras ampliaciones en su propio sistema captador.
- **Procurar la participación directa de cada familia en la construcción del sistema.** Además, hay que procurar la directa participación de cada familia en la construcción del sistema, pensando además en que ellos deben mantener el sistema operativo, sea observando posibles roturas de malla o pérdida de tensión de la estructura, o sea realizando el cambios de canaletas cuando ello proceda.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Cereceda, P., 1989.** Las nieblas costeras como recurso hidrológico. En: Revista Geográfica de Chile. Terra Australis. N° 31. pp. 29-33.
- Cereceda, P., y Schemenahuer, R., 1995.** La percepción de los consumidores de agua potable de nieblas costeras de Chungungo, Chile. En: Revista Geográfica de Chile. Terra Australis. N° 38. pp. 7-18.
- Cereceda, P., 2000.** Los Atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural. Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Cypma. Vol. XVI, N°4, pp. 51-56.
- Larraín H., Velásquez F., Cereceda P., Espejo R., Pinto R., Osses P. y Schemenauer R.S., 2002.** "Fog measurements at the site Falda Verde North of Chañaral compared with other fog stations of Chile". En: Atmospheric Research, Volume 64, Issues 1-4, pp. 271-284. (USA).
- López, J.E., Canto, W., y Meneses, R., 1989.** Construcción de Atrapanieblas. IPA La Platina N° 56. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp. 44-47.
- Schemenauer R. and Cereceda P. 1994.** "A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions". Reprinted from Journal of Applied Meteorology, Vol. 33, N°. 11, November. American Meteorological Society.
- Schemenauer R. and Joe P., 1989.** "The Collection Efficiency of a Massive Fog Collector". Atmospheric Research, 24, pp. 53-69.
- Soto, G., 2011.** Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca). En: Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y El Caribe. F.A.O. Santiago, Chile. pp. 131-139.