



## ATRAPANIEBLAS; Una tecnología para la reforestación de las lomas costeras del Perú

ING. JOSÉ MÁRQUEZ ROBLES

«...se va hasta llegar al de Chilca, donde se ve una cosa que es de notar, por ser muy extraña y es que ni del cielo se ve caer agua, ni por el pasa rio ni arroyo. Y estas lomas de valle, lleno de sementeras de maíz y otras raíces y arboles de fruta.»

Pedro Cieza de León Siglo XVI

*La iniciativa de uno de mis exalumnos que deseaba instalar los sistemas denominados como atrapanieblas en las dunas de Lurin y al asignarme por intermedio del CIPI la investigación de la recuperación de recursos en el «Proyecto Multidisciplinario: Zonas Aridas» movió a nuestro grupo de trabajo a estudiar la forma de extraer, usando el artefacto denominado Atrapanieblas, agua de las seculares neblinas que existen en la zona de Chilca. Las primeras investigaciones arqueológicas y las frases de Cieza de León nos dieron la seguridad que Chilca había sido un paraíso agrícola en el período preinca, durante el incario y aún después de éste; sin embargo una paulatina desertificación es la consecuencia del largo coloniaje y la era republicana por el descuido y la depredación de la floresta existente en sus lomas; al cambiar la civilización criolla el método de vida y necesitar la leña como combustible para cubrir las necesidades de la civilización impuesta de tres comidas calientes diarias, depredación de los montes para el servicio de leña para la ciudad, y la derivación de la importancia del trabajo hacia la explotación minera y de servicio devino en el descuido y la desaparición de la floresta de nuestros bosques costeros, fuentes de la atracción del agua de nieblas y la consiguiente desertificación de la zona.*

## INTRODUCCION

Las neblinas son un fenómeno resultante de la sobresaturación de agua en el aire a temperaturas ambientales relativamente bajas donde se ha descendido del punto de rocío dejando microscópicas gotas de agua; en palabras simples son nubes que tocan la superficie terrestre y cuando este fenómeno se realiza a cierta distancia del mar sobre las lomas o las montañas son factibles de precipitar goterones sobre las superficies en contacto, su recolección depende del diámetro de las gotas, la velocidad del viento y la naturaleza de las superficies de recolección.

Los diámetros de neblina son de 1 a 30 micrones, y se han encontrado algunas de un tamaño medio de partícula de 8 a 10 micrones en Chile a 780 mt. de altura. La recolección de gotas se produce por el simple impacto sobre el colector, requiriéndose una gran cantidad de partículas para formar el goterón necesario para caer en el suelo.

El fenómeno es conocido de antigua data; pero su realización actualizada se debe a los trabajos realizados a partir del año 1970 por los profesores Carlos Espinoza y Héctor Muñoz de la Universidad de Antofagasta y Christine Gisekler de la ONU, y muy recientemente en 1987 por Robert T. Schemenawer del Atmospheric Environment Service de Canadá y la Dra. Pilar Cereceda del Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, a quien agradecemos la información enviada en 1991 cuando iniciáramos la investigación que nos ocupa.

Los científicos aludidos han realizado estudios con éxito de los Camanchacas

(nombre que tienen las neblinas de Chile) en áreas determinadas como las del Tofo, trabajos subsecuentes realizados en Dhofar en Omán en 1989, y en las Lomas de Lachay en 1990 determinando que las áreas costeras peruanas están especialmente dotadas para el uso de las nieblas con fines de riego primario. Se han realizado varias experiencias en el Perú después de las de las Lomas de Lachay, algunas incluso para obtener agua para consumo poblacional tales como la del asentamiento humano Los Rosales de Ventanilla en Villa María y en la Molina.

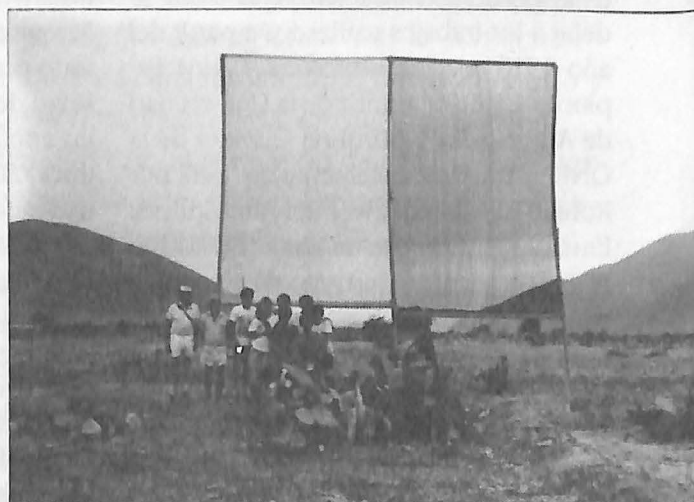
Sin duda en el mejor uso que se puede dar a la captación de las nieblas es la reforestación de las lomas y cimas de los valles costeros, con el fin que la foresta desarrollada sirva de captador natural de nieblas y las aguas colectadas en andenerías puedan ingresar al subsuelo de los valles y lomas para un regadío posterior de los mismos con riegos especializados por goteo o por sistemas modernos de irrigación de desiertos. Nuestro grupo tiene seguridad de una rehabilitación de nuestros desiertos costeros desde Moquegua hasta el Santa. El trabajo realizado por el grupo de tareas de la Universidad de Lima se ha centrado en diseñar un artefacto de bajo precio y fácil construcción, al alcance de cualquier comunidad que desee enfrentar el trabajo de reforestar en área determinada si en ésta se notan nubosidades de cierta magnitud durante una época del año de 6 a 8 meses y que se opere a una altura entre 300 mt. y 1800 mt. con la seguridad de lograr una innegable mejora de su área de influencia en un plazo suficiente pero si mayor de 4 a 5 años. Zonas como Pacta, El Lucumo,

Chilca, Asia pueden ser fácilmente rehabilitadas a una agricultura incipiente pero de rendimiento económico en un corto tiempo con costos y tecnologías a manos de la colectividad, las que mediante este artículo ponemos a su disposición.

## QUE ES UN ATRAPANIEBLAS

El manejo de los recursos hídricos escasos en zonas áridas, se han enfocado generalmente desde la óptica de la construcción de obras de irrigación de gran envergadura, como en el caso de las represas o la desviación del curso de ríos cercanos a estas zonas, lo que significa grandes costos de inversión para la consecución del recurso hídrico.

Se conoce desde hace muchos años que los arbustos, árboles y otros tipos de vegetación, captan las gotas de agua contenidas en la niebla las cuales por gravedad caen a la tierra, mediante un proceso conocido como "niebla destilada". El agua que cae a la tierra es absorbida por el subsuelo, originando un terreno apto natural, para el



Secuencias del trabajo de armado, ubicación y colocación de un primer prototipo experimental de atrapanieblas en la zona de Chilca.

normal desarrollo de la vida vegetal.

En los últimos años, grupos de investigación en tecnología intermedia, han desarrollado estrategias de bajo costo, experimentando con el agua de niebla por medio de módulos provistos de mallas de nylon, poliéster y polipropileno a los cuales se ha denominado «atrapanieblas».

La cantidad de agua captada por las mallas de dichos artefactos, está en función directa, del nivel de agua que contenga la niebla, siendo posible captar desde 1 hasta 30 litros de agua por día por metro cuadrado de malla, siendo un buen promedio de captación el de 8 litros de agua por metro cuadrado de malla por día. Además se debe tener presente que los atrapanieblas se deben instalar a una altura tal, que les permita estar en contacto con la parte más densa de la niebla que pueda haber en la zona escogida para su instalación, y se ha estimado que generalmente dicha altura oscila entre 500 y 900 metros de altura sobre el nivel del mar.

La faja costera del Perú presenta condiciones atmosféricas ideales para la aplicación de este sistema debido a que cuenta con un amplio periodo de niebla en casi todo el litoral, un considerable número de horas de concentración nubosa por día además de buena velocidad de viento.

El sistema de captación de aguas mediante una red de atrapanieblas, se basa en una tecnología no tradicional, que permite el aprovechamiento de la niebla como recurso hídrico a costos más convenientes que otras fuentes, que son por la magnitud de su inversión imposibles de alcanzar por comunidades agrícolas, asentamientos humanos, o pequeños empresarios.

Los atrapanieblas son captadores artificiales del agua contenida en la niebla, constituidos por una malla de poliéster o polipropileno de 15 ó 20 metros cuadrados, que es colocada sobre el suelo en forma vertical (a través de una estructura de madera) y elevadas sobre una altura de 1,5 metros en su parte más baja, ofreciendo una orientación perpendicular a la dirección del viento. El agua se recolecta a través de una canaleta que conduce las gotas recolectadas por la malla debido al efecto de la gravedad y de dichas canaletas pasa a ser almacenada en depósitos a través de un sistema de tuberías o mangueras, según se estime conveniente.

El principio físico no es el de condensación de las gotas de la niebla sobre la malla del atrapaniebla, sino más bien se basa en que las partículas de agua al chocar contra la malla, se agrupan y forman goterones los cuales caen a las canaletas (de las que están provistos estos artefactos) por efecto de la gravedad, y mediante las cuales el agua captada es conducida a depósitos de almacenamiento.

## UBICACION DEL ATRAPANIEBLAS

Un aspecto muy importante para la instalación de un atrapaniebla es la ubicación que se le de, ya que de ello dependerá en gran medida el nivel de captación del mismo.

Como se mencionó anteriormente la ubicación de la malla debe ser tal que el viento choque perpendicularmente con ella, y para el caso de la zona costera peruana los vientos predominantemente tienen dirección Sur-SurOeste en el día y Sur-Sureste en la noche, por lo que con-

viene que la malla sea ubicada en dirección Este-Oeste Este-SurEste ó Oeste-NorteOeste de forma de asegurarse que en el momento de la neblina, la cara del atrapaniebla esté lo más perpendicular a la dirección del viento. (MAPA 1).

2. 1 Palo de eucalipto de unas 2 pulgadas de diámetro aproximado y 5 metros de longitud. El palo deberá ser recto.
3. 2 bastones de madera de 1.5 pulgadas de diámetro aproximado y 3.1 metros de longitud.
4. 2 maderas de 40 cm. y con un área

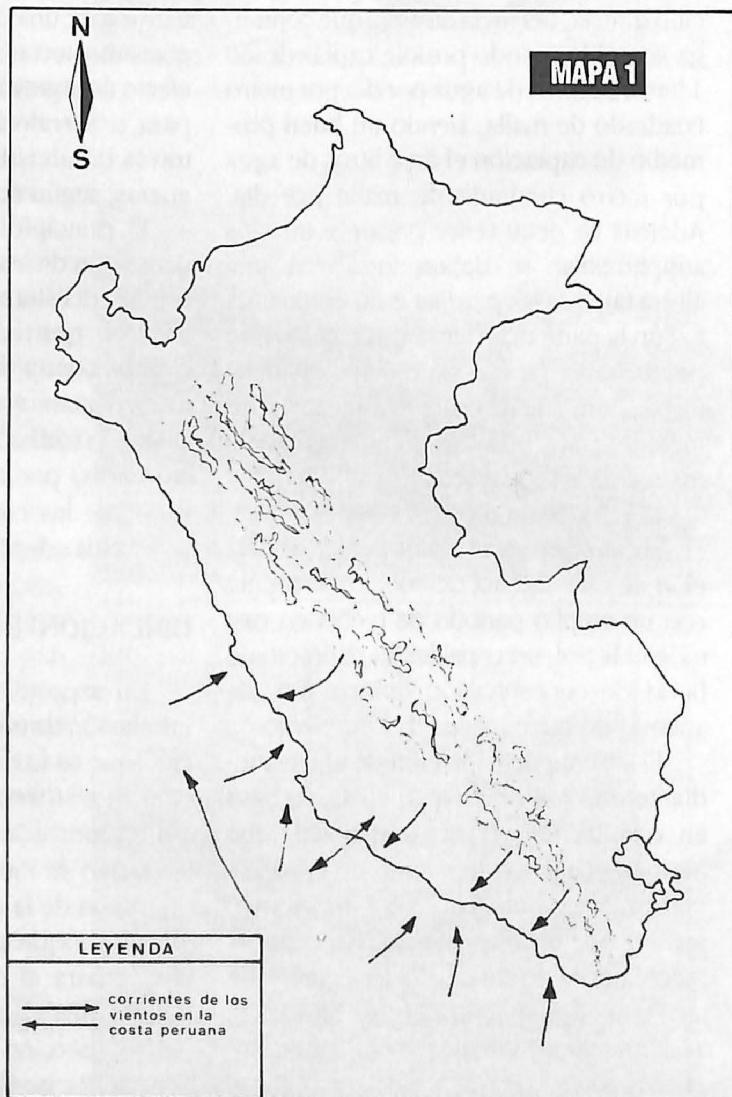
## CONSTRUCCION DEL ATRAPANIEBLA

Para la construcción de un atrapanieblas se deberán tener en cuenta los materiales, el trabajo sobre el terreno y los pasos para el levantamiento del mismo (como son los trabajos para el armado de la estructura, la malla y la instalación).

### Materiales:

Para la construcción de un atrapanieblas son necesarios los siguientes materiales:

1. 2 palos de eucalipto de unas 3 pulgadas de diámetro y 6 metros de longitud. El palo deberá ser recto.



- transversal rectangular de unos 4cm. por 1 cm.
5. Malla de poliéster o polipropileno en tejido Rashell con un tamaño de apertura mayor a 1 mm y menor de 5 mm, de un ancho de 3 metros y un largo de 5.20 metros.
  6. Un cilindro, recipiente de plástico o sistema de tuberías hacia un depósito mayor, según las necesidades del usuario.
  7. 5 metros de tubería de desagüe de 2 pulgadas de diámetro.
  8. Reducción de tubería de 2 pulgadas a 1 pulgada.
  9. 15 metros de alambre número 12 y 3 metros de alambre número 14.
  10. Pegamento de PVC.
  11. Cola sintética.
  12. Clavos de 2 pulgadas.
  13. Grampas o clavos de 1/2 pulgada.

14. Hilo de Poliéster, aguja.
15. 2 tapas para tubos de PVC de desagüe de 2 pulgadas.
16. 2 metros de manguera.
17. Herramientas: pala, pico, barreta, taladro manual, serrucho, martillo, alicate, brújula, anemómetro y veleta.

### Trabajo sobre el terreno

- Cavar dos huecos a una distancia de unos 4.90 metros uno del otro, de unos 30 cm. de diámetro y de una profundidad de 80 cm.
- Llevar todos los materiales al sitio de trabajo (cerro o loma).

### Levantamiento del Atrapaniebla

- a) Estructura:
  - La parte superior de los palos de

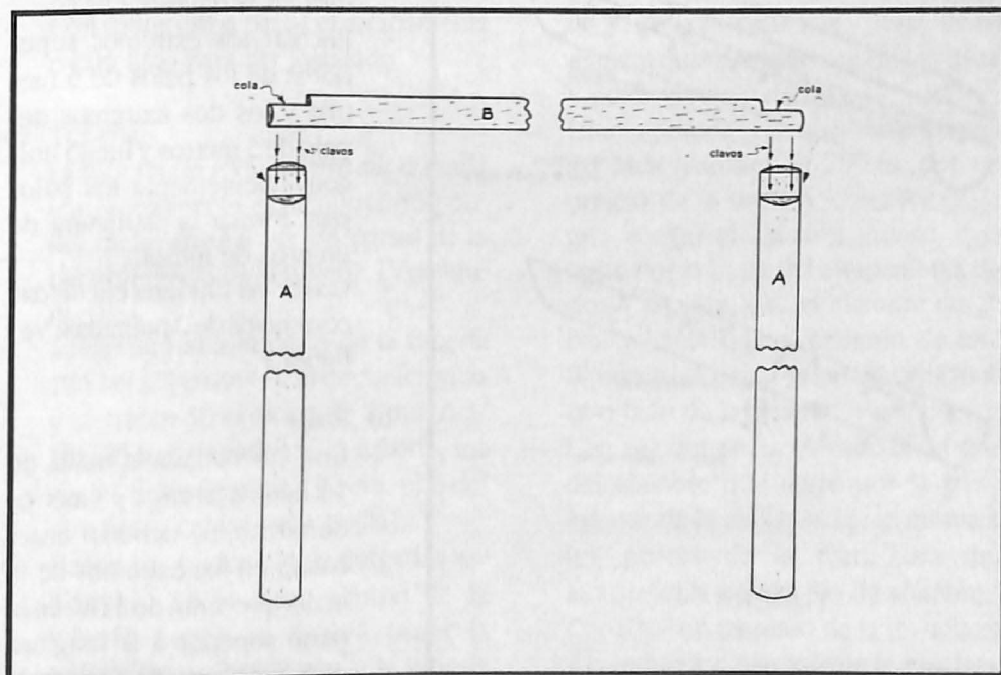
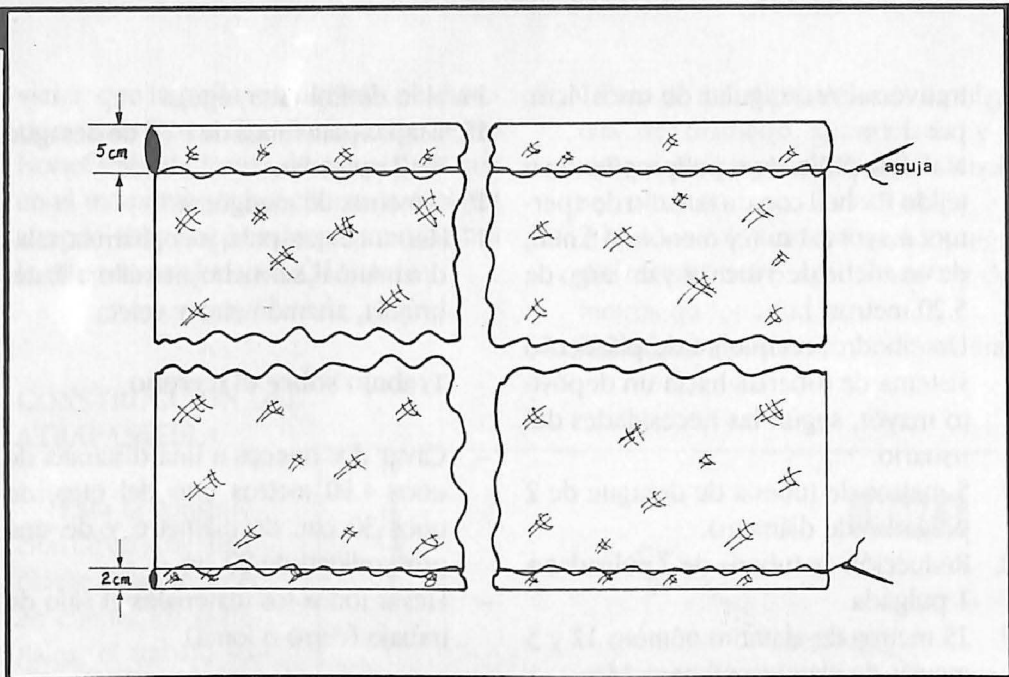
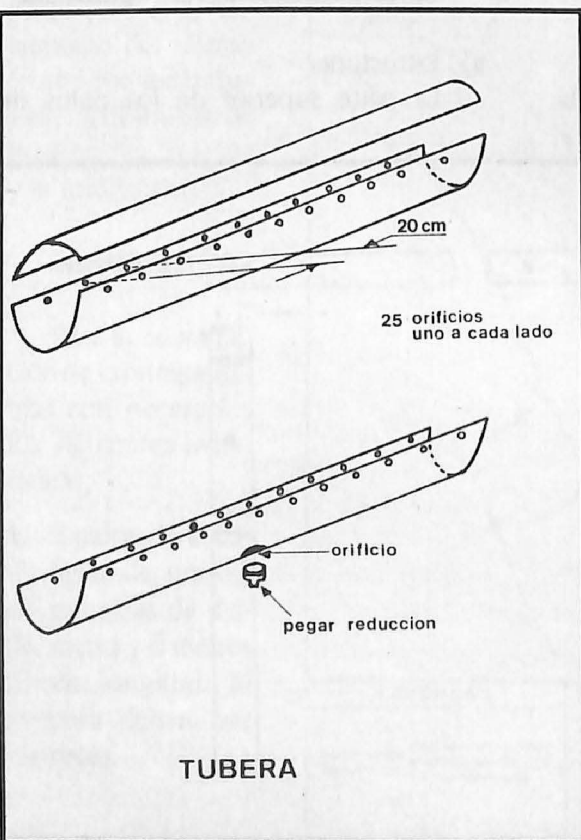


FIG. 1

**FIG. 2****FIG. 3**

eucalipto de 6 metros y los dos extremos del palo de eucalipto de 5 metros deberán ser cortados como se indica en la figura 1.

- Encolar los extremos superiores de los palos de 6 metros y los dos extremos del palo de 5 metros y luego unir convenientemente los palos para formar la estructura de un arco de fútbol.
- Clavar las uniones encoladas con clavos de 2 pulgadas: Ver figura 1.

b) Malla:

- Una vez cortada la malla de 5.2 metros de largo y 3 metros de ancho, se deberán coser bastas en los extremos de la malla que serán de 5 cm. en la parte superior a la longitud de 5.2 metros y de 2 cm. en la

parte inferior según figura 2.(trabajo en taller).

- Clavar cada uno de los extremos de 3 metros de la malla, a un bastón de madera mediante grapas o clavos de 1/2 pulgada y luego envolver los bastones con la malla (una vuelta), para luego coser la malla a los bastones.
- Fijar los bastones a la estructura con alambre galvanizado número 14.
- Pasar alambre número 12 por el interior de las bastas cosidas previamente. Luego el alambre que corre por la basta cercana al parante central de la estructura se sujeta a la misma con alambre número 14 cada 20 cm.
- Sujetar el alambre inferior a los palos que conforman los soportes de la estructura, de tal manera que la malla quede tensa.
- Clavar las maderas de 40 cm. en los vértices y por la parte posterior.
- Con todos estos pasos el atrapaniebla estará listo para ser instalado.

### c) Tubería

- La tubería de PVC deberá ser cortada transversalmente, debiendo corresponder dicho corte a las 3/4 partes de la circunferencia de la tubería. (Ver figura 3).
- Luego se toma la parte de la tubería con las 3/4 partes de la circunferencia y se hacen 50 orificios de 1 mm ó 1/16", 25 a cada lado de la tubería, los cuales deberán estar a 20 cm. uno del otro (para colgar de la malla).
- Hacer un hueco de 2 pulgadas de diámetro en la parte central de la tubería. Luego se deberá pegar la reducción de 2 pulgadas a la tubería

de tal manera que calce perfectamente y no estorbe la entrada de agua de la tubería a la reducción.

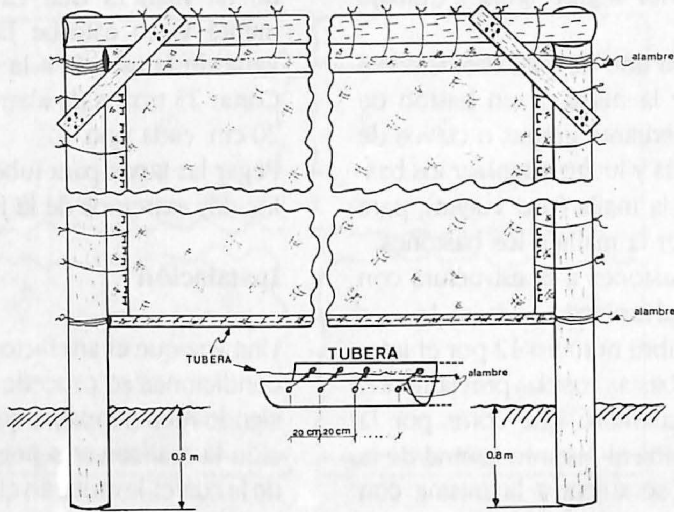
- Cortar 25 trozos de alambre, de unos 20 cm. cada uno.
- Pegar las tapas para tubos de PVC en los dos extremos de la tubería.

### Instalación

- Una vez que el artefacto está en estas condiciones se procede a levantarlo, siendo recomendable que esta operación la realicen seis personas, cuatro de las cuales levantarán el artefacto por sus extremos y los otros dos, de apoyo a cualquiera de las otras cuatro personas, llevarán el mismo hasta una posición tal, que los parantes coincidan con los huecos de 80 cm. previamente cavados, luego se parará el atrapaniebla y se rellenarán los huecos con piedras de 30 a 40 cm. cada una y tierra, de tal manera que el artefacto quede vertical y perfectamente rígido.
- Unir la tubería al atrapaniebla, pasando cada alambre de 20 cm. por un orificio de la tubería, envolver (sólo una vuelta) el alambre grueso, que corre por la basta del atrapaniebla de poste a poste, con el alambre de 20 cm. y hacer que el extremo de esté último salga por el segundo orificio al otro lado de la tubería . Figura 4.
- Una vez que se ha colgado la tubería del alambre que corre por la parte inferior de la malla, se fija la misma a los postes de la estructura del atrapaniebla por medio de alambre.
- Conectar un extremo de la manguera a la reducción que sale de la canaleta,



**FIG. 4**



**COSTO DE UN ATRAPANIEBLAS**

Material	Unid. Medida	#Unid	Costo Unitario	SubTotal
- Palos de eucalipto (3" diámetro 5,5m. largo)		2	7,00	14,00
- 1 Palo de eucalipto (2" diámetro 5m. largo)		1	6,00	6,00
- 1 listón de madera (2" diámetro 6m. largo)		1	7,00	7,00
- Malla poliéster (15 metros cuadrados)	m2	15	3,50	52,50
- Tubo pvc (2" diámetro)		1	2,50	2,50
- Manguera (3/4")	m	2	1,30	2,60
- Alambre (# 14)	kg	6	1,50	9,00
- Alambre (# 16)	kg	4	1,84	7,36
- Cilindro captador		1	5,00	5,00
- Pegamento pvc		1	1,50	1,50
- Clavos, grapas			4,00	4,00
Sub — Total...				US.\$ 111,46
TOTAL...			+ 10% Imprevistos	US.\$ 122,00

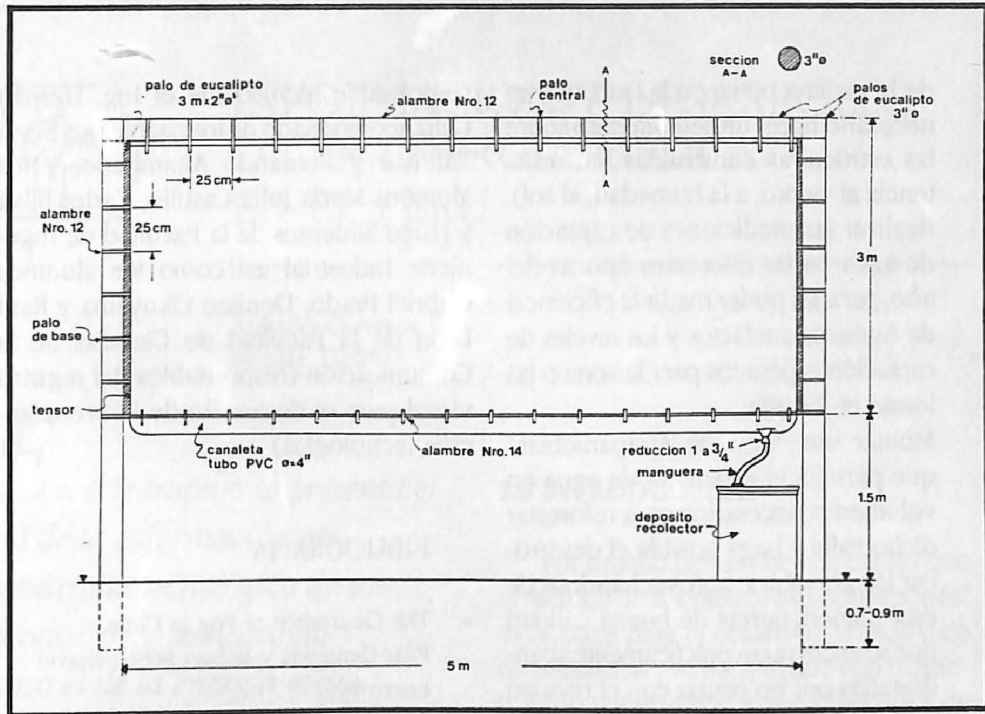


FIG. 5

y el otro al recipiente de almacenamiento elegido, con lo que el atrapaniebla esta terminado. Figura 5.

### COSTO DE UN ATRAPANIEBLA

El costo del atrapaniebla dependerá en gran parte del costo de la malla de poliéster o polipropileno propuesta. Damos como referencia el costo de un artefacto de 15 m<sup>2</sup> que recomendamos como tamaño básico para la instalación fácil en el cerro.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Las conclusiones a que se llegó después de este año de trabajo con estos

artefactos son las siguientes:

- La construcción de un atrapaniebla no es una tarea sofisticada, pero si requiere que las especificaciones dadas anteriormente se cumplan a cabalidad.
- El volumen de agua que Ud. quiera captar dependerá de la cantidad de agua que contenga la niebla en la zona en donde se quiera instalar este sistema y del número de artefactos que Ud. instale, es decir de metros cuadrados de malla.
- El modelo óptimo desarrollado por el CIPI, cumple con la finalidad de captar agua a cabalidad.

#### RECOMENDACIONES

- Proseguir con el Sub-Proyecto de Recuperación de Recursos Hídricos, pero enfocándolo en función del estudio

de la malla a utilizar a las vez que es necesario hacer un seguimiento sobre las estructuras construídas (su resistencia al viento, a la humedad, al sol).

- Realizar las mediciones de captación de agua en las diferentes épocas del año, para así poder medir la eficiencia de nuestros artefactos y los niveles de captación esperados para la zona o las lomas en estudio.
- Montar una "Red de Atrapanieblas" que permita la captación de agua en volúmenes necesarios para reforestar dicho valle y haga posible el desarrollar la agricultura, aprovechándose de esta manera tierras de buena calidad que se encuentran prácticamente abandonadas por no contar con el recurso hídrico, con lo cual se contribuiría al desarrollo económico social de la población de este valle debiéndose sembrar 2 ó 3 árboles autóctonos por atrapanieblas.

## RECONOCIMIENTOS

Como se mencionó el Estudio de la reforestación del proyecto Zonas Áridas en Chilca, sirvió de partida para que el grupo de trabajo del CIPI, desarrollara una serie de prototipos que fueron variando en diseño, materiales de construcción, tamaño y costo, hasta llegar al que se ha considerado como "el diseño óptimo", el cual conduciría a plantear luego la posibilidad de instalar una "Red de Atrapanieblas en el Valle de Chilca", planteamiento que no se llegó a realizar.

El equipo de trabajo fue dirigido por el Ing. José Márquez, en la coordinación general estuvo la Dra. María Rosa Salas, el

responsable técnico fue el Ing. Hernán Céliz acompañado de los bachilleres Silvia Zaldivar y Fernando Altamirano, y los alumnos María Julia Castillo, Carlos Silva y Hugo Sifuentes de la Facultad de Ingeniería Industrial así como los alumnos Gabriel Prado, Denisse Okuyama y Raul León de la Facultad de Ciencias de la Comunicación (responsables del registro visual para el desarrollo de la investigación tecnológica). □

## BIBLIOGRAFIA

- The Occurrence of Fog in Chile  
Pilar Cereceda y Robert Schemenaver  
Enero 1991
- Fog Water Collection in Arid Coastal Locations  
Robert Schemenaver and Pilar Cereceda  
ISSN 0244-7227
- Agua Clara de nieblas costeras
- Agua de niebla  
J. Rajeswary
- Captación de niebla en San Juan de Marcona  
Cristobal Pinche
- Colegio obtiene agua usando atrapanieblas  
Comercio, diciembre 1991
- Reforestación de las Lomas de Lachay  
logro por medio de Atrapanieblas  
Comercio, julio 1992