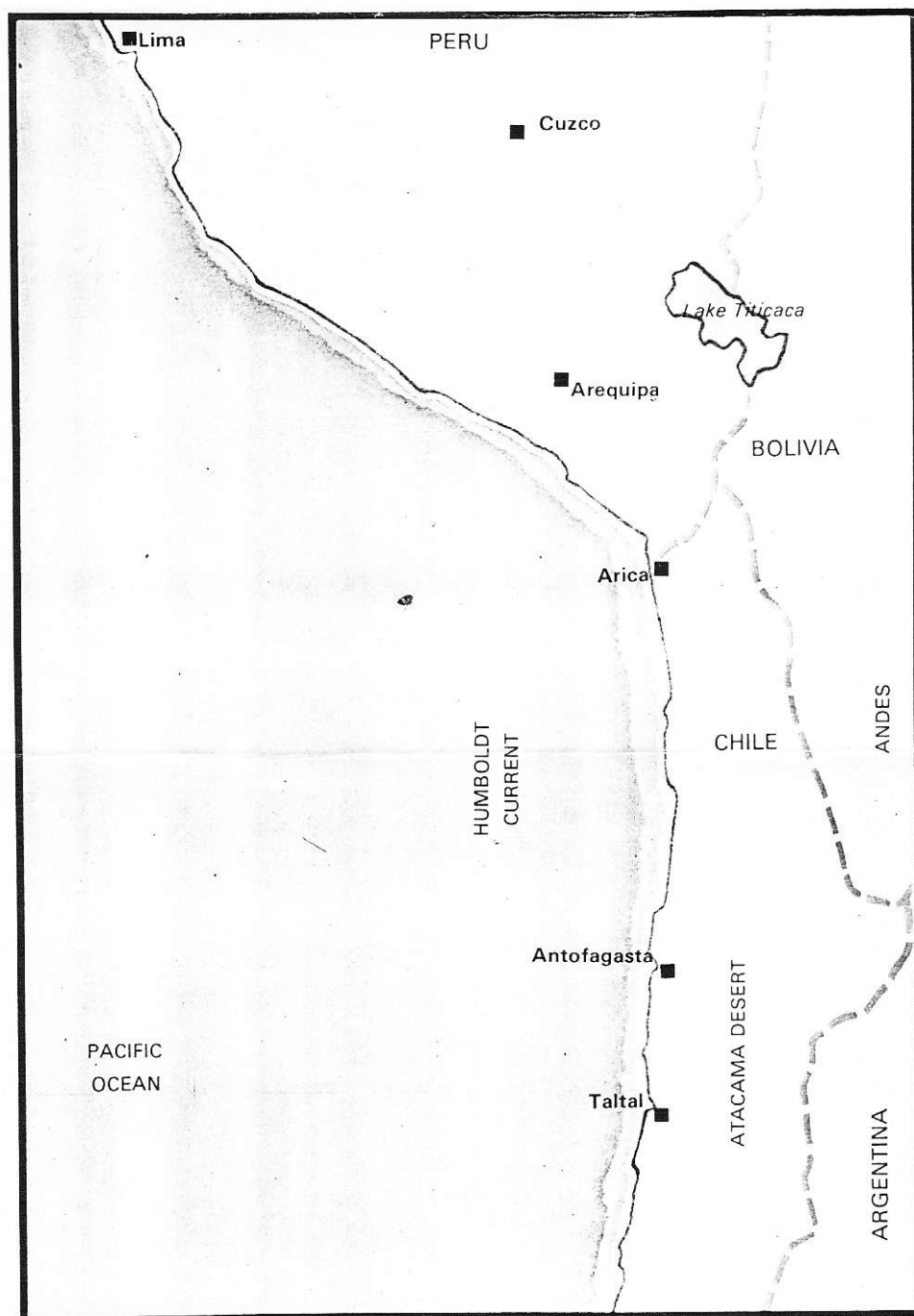


Agua clara de las nieblas costeras

Gran parte del litoral costero del Perú y el norte de Chile está cubierto casi todo el año por una densa neblina costera. Los experimentos en los dos países indican que técnicamente es factible recuperar el agua contenida en esta niebla y dar marcha atrás a la desertificación que esta conduciendo al empobrecimiento de la región. El proyecto "Camanchaca" se considera un elemento de importancia dentro del proyecto regional patrocinado por UNESCO para la utilización de los recursos hídricos en las áreas rurales de América Latina y el Caribe.



Por una jugarreta paradójica del clima sudamericano, una de las regiones más áridas del mundo está envuelta gran parte del año por densas nieblas costeras que prometen una lluvia que nunca llega.

Las nieblas (o camanchacas — nombre local pre-incaico) afectan una larga faja de terreno que se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde 8°S en el Perú a 32°S en Chile, cubriendo miles de kilómetros cuadrados, incluyendo el árido desierto de Atacama y la ciudad chilena de Antofagasta, la cual registra una precipitación anual de apenas cinco milímetros.

Cargada de humedad de las frías aguas de la corriente de Humboldt, la camanchaca ofrece una tentadora fuente de agua dulce que podría modificar toda la economía y la ecología de la región costera, brindando agua potable y de riego a los poblados asolados por la pobreza y permitiendo la reforestación de las denudadas laderas montañosas. Sin embargo, mientras no se puedan implementar métodos para captar el agua de la camanchaca, esta valiosa fuente de agua se pierde en la atmósfera.

Con el paso de los siglos se han roto los vínculos en la cadena a través de la cual el agua de la camanchaca es capturada por la vegetación, la cual a su vez transmite el exceso de humedad al suelo, recargando los acuíferos subterráneos, ya que por la tala y pastoreo indiscriminados se ha perjudicado el precario equilibrio ecológico. Áreas antes fértiles se han convertido en desiertos y los expertos aseveran que, a menos que se dé contramarcha al proceso y se forme una nueva cubierta de vegetación — el vasto desierto costero continuará extendiéndose.

Durante 40 años, dedicados científicos de Chile y Perú han reconocido el problema, apreciando los beneficios potenciales de la camanchaca. Trabajando en semiaislamiento y con fondos muy limitados, han estudiado la naturaleza de la niebla y creado diversos métodos para extraer las preciosas gotas de agua.

Las zonas de camanchaca de los dos países tienen diferentes características geográficas y sus respectivas necesidades son distintas, por tanto, la investigación ha seguido dos caminos distintos, concentrando los científicos sus esfuerzos en los aspectos de investigación de camanchaca que revistan la mayor promesa de beneficios nacionales.

En Chile, el profesor Carlos Espinosa y el profesor Héctor Muñoz de la Universidad del Norte de Antofagasta llevan más de 20 años estudiando la camanchaca y tienen considerable experiencia en la tecnología de captar agua de las nubes.

En Perú, los científicos del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas han estudiado el impacto de la camanchaca en el sistema ecológico de la loma costera y han llevado a cabo una investigación detallada a través de la cual se han identificado variedades de árboles que se

adecúan a los suelos y condiciones de las laderas costeras. Durante más de 40 años han intentado dar contramarcha al proceso de desertificación que está convirtiendo el terreno que los Incas labraron, en un desierto improductivo. Su laborioso trabajo proporciona valiosos antecedentes para otros investigadores de América Latina y de otros países quienes están tratando de detener el avance de los desiertos.

Aunque la tecnología de camanchaca ha cautivado la imaginación de determinados científicos, su potencial no está plenamente reconocido y hasta hace poco sus proponentes han recibido poco aliciente de los gobiernos o agencias internacionales.

El interés de las Naciones Unidas fue motivado en 1971, cuando el hidrólogo Dr Christiaan Gischler, en ese entonces Director Interino de Proyectos de un proyecto de la ONU para el aprovechamiento de recursos hídricos en el Norte Grande en Chile, decidió buscar el origen de las escasas aguas de mantiales costeros del norte de Chile mediante el análisis de muestras de isotopos. Las muestras de agua analizadas por la Universidad de Groningen en los Países Bajos y por el Laboratorio de isotopos en Piracicaba cerca de Sao Paulo, Brasil, indicaron que las aguas de manantial del Pacífico tenían origen local y no nacían en la divisoria cubierta de nieve de los Andes.

Debido a que no había precipitación local, se concluyó que el único origen posible era la niebla o neblina local que había sido atrapada por cactus u otra vegetación y se había filtrado lentamente en el suelo y la roca, emergiendo como agua de manantial clara cerca de la costa.

Este resultado abrió nuevos caminos de investigación sobre los posibles efectos benéficos de la camanchaca y se llegó a la conclusión de que la arborización en las áreas de camanchaca estimularían el rendimiento de los manantiales costeros existentes y muy probablemente crearía nuevos manantiales.

En 1972, Gischler fue transferido a la oficina de UNESCO en el Cairo, Egipto, no pudiendo, continuar su trabajo sobre la camanchaca hasta 1977 año en que ingresó a la oficina de Montevideo en calidad de hidrólogo para el principal proyecto regional de abastecimiento de agua rural en América Latina.

Mientras tanto, diversos especialistas nacionales habían continuado trabajando, si bien no se elaboró ningún informe binacional o global sobre la posible explotación de la camanchaca.

El año pasado, a iniciativa de Gischler y con la venia de los gobiernos de Chile y Perú, se organizó una importante reunión de especialistas en camanchaca de los dos países para fomentar la creación de un plan de desarrollo binacional. La reunión se celebró bajo los auspicios de la UNESCO con financiamiento adicional



Cómo captan la camanchaca

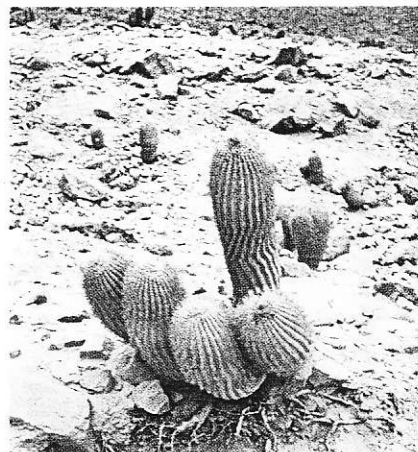
Una niebla camanchaca típica, atrapada en una brecha montañosa en Chungungo al norte de Chile (arriba) podría explotarse para el abastecimiento de agua local en la aldea.

La investigación sobre las propiedades y el patrón de nieblas costeras ha determinado que cualquier objeto vertical colocado en su trayectoria puede provocar la precipitación de gotitas de humedad en suspensión.

El objeto podría ser un cactus del desierto (derecha), el cual puede sobrevivir en las regiones donde no hay precipitación pluvial — o podría ser un "captador de agua" artificial.

En el Perú, donde las condiciones del suelo son buenas, ya se ha plantado en áreas de camanchaca y se ha planificado un importante programa de reforestación.

El pino enano (abajo), plantado hace catorce años en la falda de una montaña



arida azotada por el viento, en el norte de Chile, es una prueba viviente de la naturaleza regeneradora de la niebla camanchaca. Regado artificialmente al principio, el pequeño árbol ha podido sobrevivir a pesar del golpear incesante del viento y ha generado su propio ecosistema pequeño de musgos y líquenes.



Un diseño de la era espacial

En laderas del Morro Moreno sobre el litoral costero del desierto de Atacama al norte de Chile, un grupo de la Universidad del Norte en Antofagasta construyó un colector de agua de la "era especial", diseñado para utilizar energía solar a fin de atrapar las camanchacas. El agua atrapada en la construcción de "macrodiamante" podría almacenarse y distribuirse por gravedad a un poblado cercano donde la precipitación pluvial natural es menos de 9mm/año.

Con un poco menos de 6m de altura, el armazón de la estructura comprende 336 barras tubulares y 216 juntas. El conjunto está envuelto en 100m² de arpillera y necesita un área de 22m² de suelo. Pesa menos de 200kg y puede transportarse fácilmente en helicóptero a lugares que están a 900m sobre el nivel del mar donde la camanchaca es más frecuente y densa. Como la estructura ha sido diseñada para funcionar en áreas remotas donde el personal capacitado y las herramientas mecánicas pueden escasear, el profesor Carlos Espinosa y su equipo se han cerciorado de que pueda montarse y desmontarse con herramientas manuales, sin la necesidad de maquinaria compleja.

Los estudios hechos en una planta piloto indican que la estructura de tamaño natural producirá unos 350 l/d de agua a partir de la camanchaca con un mínimo de 1,000 l/día y un mínimo de 100 l/d.

Según Espinosa, la producción artificial de 130 m³/año de agua dulce en un área de tierra de sólo 22m², igualaría una precipitación de 5,800 mm/año, lo cual podría significar la revitalización de la comunidad del poblado cercano en una



Captador rectangular con un área útil de captación de 90mts², muestra la distribución de las secciones y el tipo de superficies de captación. El Tofo, La Serena, Chile.

región donde la lluvia es prácticamente desconocida.

El esquema para la destilación solar del agua de la camanchaca recibió el apoyo entusiasta de la comunidad que ahora paga las cargas de camión de agua que son traídas por tierra. Sólo resta encontrar el financiamiento para el almacenamiento y distribución del agua.

del Programa de la ONU sobre el Ambiente.

Un grupo interdisciplinario conformado por 16 especialistas se congregó primero en Perú, donde el Dr Carlos López Ocaña, Director del Centro de Investigaciones de las Zonas Áridas, en la Universidad Agraria Nacional, organizó una serie de discusiones y visitas de campo.

Si hicieran expediciones a las lomas de Pacta (a 50km de Lima), las cuales han sido severamente dañadas por excesivo pastoreo y a la Reservación Nacional de Lachay, 100km al norte de Lima, donde se está realizando un importante programa de reforestación.

En Lachay, los expertos peruanos demostraron cómo una plantación de árboles jóvenes actúa como trampa natural de agua una vez que el delicado sistema radicular queda establecido. Los peruanos han desarrollado un plan de reforestación, por el cual se utiliza al máximo el agua disponible en las nubes.

Primeramente, se colocan colectores artificiales de agua para poder plantar variedades de árboles de rápido crecimiento. Una vez establecidos, estos se convierten en trampas de niebla y luego se plantan árboles autóctonos, que poseen un ciclo de crecimiento más lento. Finalmente, se retiran los árboles de rápido crecimiento, quedando sólo las plantaciones de especies autóctonas que se adaptan más fácilmente a las fluctuaciones en la disponibilidad del agua de la

camanchaca. Estas restablecen la cubierta de vegetación natural.

Un beneficio secundario, poco común, de la investigación de la camanchaca podría ser el mejoramiento de la visibilidad notablemente brumosa en la carretera panamericana en Pasamayo, 60km al norte de Lima. Las trampas de niebla, instaladas en las laderas por debajo de la carretera, dirigirían el agua hacia plantíos de árboles, los cuales a su vez estabilizarían las laderas permitiendo que se mantenga, abierta al tráfico la carretera situada en un nivel inferior, la que está frecuentemente cerrada debido a deslizamientos de tierra.

La mitad chilena de la expedición comprendió una jornada de 1500km por tierra desde Santiago hasta Antofagasta. Se hizo un alto en el exuberante parque nacional Fray Jorge donde hay vegetación densa en una cordillera montañosa a tres km de la costa. El área que circunda al parque es semiárida con una precipitación pluvial anual entre 50 y 300mm y la vegetación del parque ilustra el principio de la camanchaca al absorber humedad complementaria directamente de la niebla.

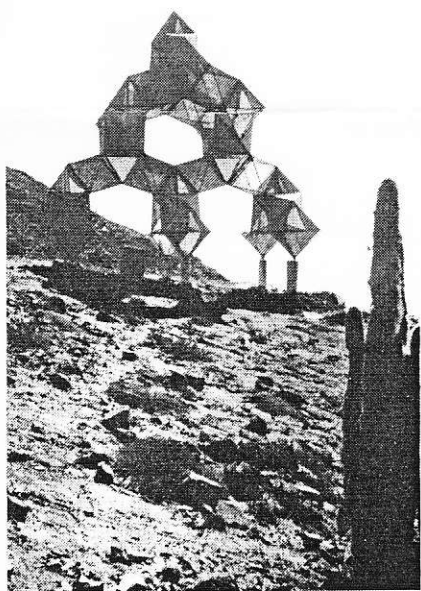
Las aldeas de la región norte donde la precipitación pluvial anual es de unos 75mm proporcionan amplias pruebas de la necesidad del aprovechamiento de los recursos hídricos locales. En El Tofo, según los pobladores, no ha llovido en cinco años. En muchos de los villorios esparcidos, los habitantes pagan hasta \$9/m³ por el agua potable importada en buques tanque. Por encima de estas aldeas sedientas, a una altitud entre 400 y 800m, el microclima de la camanchaca alimenta a una alfombra de líquenes cactáceos, ofreciendo un desafío para científicos imaginativos.

Espinosa y su equipo han aceptado este reto y han diseñado captadores de agua que podrían brindar agua barata a los villorios de la región costera.

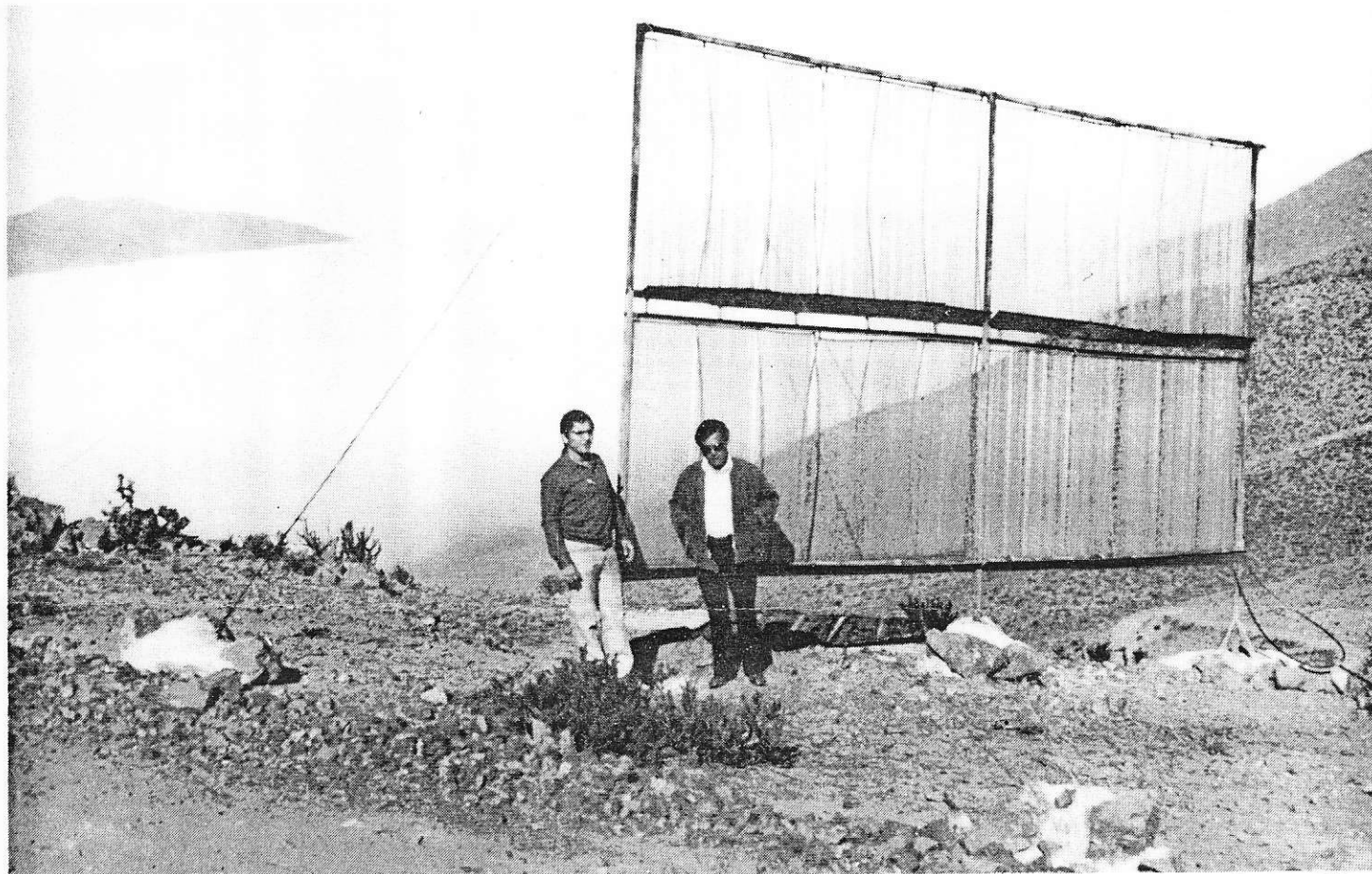
Los expertos visitaron un proyecto piloto de camanchaca donde un pequeño colector de malla, con una superficie de unos 100m² capta 1m³ de agua al día. El colector está situado a unos 800m y el poblado costero más cercano de Juan López podría contar con un abastecimiento satisfactorio de agua (50m³/d) si pudiera instalarse una trampa de niebla con una superficie de 6,000m². En la actualidad, los pobladores pagan \$9/m³ de agua no precisamente de buena calidad, la cual es importada en camión y tiene que filtrarse.

Los estimados calculan una población total de 5,000 habitantes en las comunidades de poblados dispersos entre Arica, al norte y Coquimbo en el sur. Para satisfacer las necesidades de estas personas y permitir el desarrollo del área, se necesitan varios proyectos de captación de camanchaca.

Hay lugares de pesca abundante en alta mar y los 30 asentamientos pes-



El captador de agua de macrodiamante instalado en una ladera del desierto de Atacama en Chile.



Captador rectangular con monofilamentos verticales (nylon 0.5mm de diametro) con un area util de 24mts². Cuesta Buenos Aires, La Serena, Chile.

queros existentes podría sostener a una población mayor si tuvieran asegurada el agua potable. Un suministro adecuado permitiría igualmente el desarrollo de centros turísticos en las playas costeras y la agricultura se beneficiaría al poderse cultivar forrajes y establecer abrevaderos.

La principal industria de la región es la minería (el desierto de Atacama ostenta la mayor mina de cobre en el mundo) y la explotación y el procesamiento de minerales serían beneficiado por un el aumento en el abastecimiento de agua que permitiría un incremento en la fuerza laboral.

El equipo de especialistas chilenos y peruanos que mancomunaron sus conocimientos y compartieron los resultados de años de investigación individual, convinieron en que aún queda mucho trabajo por realizar, si se desea explotar la camanchaca al máximo.

Posteriormente a las visitas de campo, el equipo de 16 personas sostuvo una reunión de planificación en la Universidad del Norte en Antofagasta para preparar el primer borrador de la propuesta para un proyecto para desarrollo binacional.

Propusieron un proyecto de 5 años para permitir que los árboles recién plantados desarrollaran en trampas de niebla naturales y se sugirió que durante este periodo se efectuara una evaluación de los usos alternativos del agua de la camanchaca.

La propuesta consideraba los estudios preliminares para un diseño más preciso de planes y programas; la implementación de áreas piloto donde pudiera medirse el comportamiento de la vegetación y la producción de agua; la reforestación de 500 hectáreas en Perú y 40 en Chile en un periodo de cinco años; la creación de infraestructura para captar y explotar el agua de la camanchaca y/o forestación y reforestación en áreas piloto; y el intercambio de tecnología y experiencia a través de una serie de reuniones a las que asistirían los expertos chilenos y peruanos y los consultores del proyecto invitados.

Lo representantes del Banco Interamericano de Desarrollo en Chile indicaron que el Banco estudiaría la solicitud de financiamiento con fondos no reembolsables siempre y cuando los beneficiarios fueran las poblaciones nómadas dispersas de Perú y Chile.

Los dos gobiernos designaron comisiones para preparar una propuesta conjunta y se acordó que la Oficina Regional de la UNESCO de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (ROSTLAC) debería ser el órgano coordinador, trabajando a través de las organizaciones nacionales de Chile y Perú. Giscler quien fuera el promotor primordial para establecer cooperación binacional y suscitar el interés internacional en el esquema, es ahora el coordinador, trabajando desde la oficina de

UNESCO en Montevideo, pero visitando con regularidad ambos países para garantizar la total integración de las tecnologías.

A la fecha, el proyecto no ha sido escuchado por ninguna de las agencias donantes potenciales, aunque continúan las conversaciones con el Banco Interamericano de Desarrollo. Mientras no se establezca el financiamiento del proyecto completo, éste se verá obstaculizado por la escasez de fondos y por la necesidad de que las actividades de cada año justifiquen las asignaciones de limitados presupuestos nacionales.

El costo total del proyecto de 5 años se calcula en \$2.5M de los cuales Chile aportará \$263,000 y Perú \$400,000. UNESCO continuará patrocinando las reuniones técnicas a nivel binacional y aportará un coordinador internacional. El \$1.8M restante se buscará en una institución de financiamiento internacional.

Si el esquema propuesto, tiene éxito, los proyectos locales de agua potable, forestación, reforestación y microrrigación serán formulados y presentados a las organizaciones multinacionales para su financiación.

Se espera que la tecnología adoptada para atrapar la camanchaca en la costa occidental de América del Sur pueda aplicarse a otras áreas de sequía cubiertas por niebla, por ejemplo, en Baja California, las Islas Canarias y Cabo Verde.