

Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile

PILAR CERECEDA¹
ROBERT S. SCHEMENAUER²
RICARDO VALENCIA³

RESUMEN

En este trabajo se analizan las posibilidades de abastecer de agua potable a Mejillones, Paposo y Taltal mediante la captación de agua de niebla. Se entregan antecedentes sobre el deficiente abastecimiento de agua potable en dichas localidades. Se analizan las condicionantes geográficas que posibilitan la colección de agua mediante atrapanieblas y se detallan los sectores que pueden ser individualizados como óptimos; dicho análisis se realizó mediante interpretación cartográfica y revisión en terreno. Asimismo, se hace un breve análisis teórico del comportamiento de la niebla en los tres tipos de relieve estudiados. Se recomienda en forma especial la implementación de un sistema de captación de agua de neblina en la caleta de Paposo debido a favorables condiciones geográficas y a su precario sistema de abastecimiento de agua actual.

SUMMARY

An analysis has been made of the possibilities for supplying potable water to Mejillones, Paposo and Taltal by collecting fog water. The deficiencies in the current water supplies to these localities are documented. The geographical conditions which make possible the collection of water using large fog collectors are listed and a brief theoretical approach has been given in regard to the three terrain features. This analysis was done using maps and in situ studies of the terrain. It is specifically recommended that a system of fog collection be implemented the fishing village of Paposo because of the favorable geographical conditions and the precarious state of the present water supply.

1. INTRODUCCION

La niebla es un recurso que se ha investigado con diversos objetivos en varios países del mundo (Schemenauer y Cereceda, 1991) y en la actualidad se aprovecha como recurso hídrico en Chile y en Perú con buenas expectativas. En Chile se han realizado estudios tendientes a conocer el potencial de captación en diversas áreas del desértico norte (Cereceda y Schemenauer, 1991). Desde principios del año 1992, Chungungo, un poblado de 330 habitantes de la Región de Coquimbo, satisface sus necesidades domésticas con agua extraída del manto nuboso. En la Tercera Región de Atacama se han reconocido 77 cordones montañosos con buen potencial de captación, y se podría abastecer a 35 asentamientos costeros que reúnen a más de un millar de personas (Cereceda, 1989).

En esta oportunidad se entregan los resultados de estudios geográficos hechos en la parte sur de la Región de Antofagasta, específicamente en Mejillones, Paposo y Taltal, donde se analizan su actual

abastecimiento de agua potable, el comportamiento de la niebla y sus posibles usos como recurso hidrológico (Mapa Nº 1).

2. DISPONIBILIDAD Y ABASTECIMIENTO DE AGUA

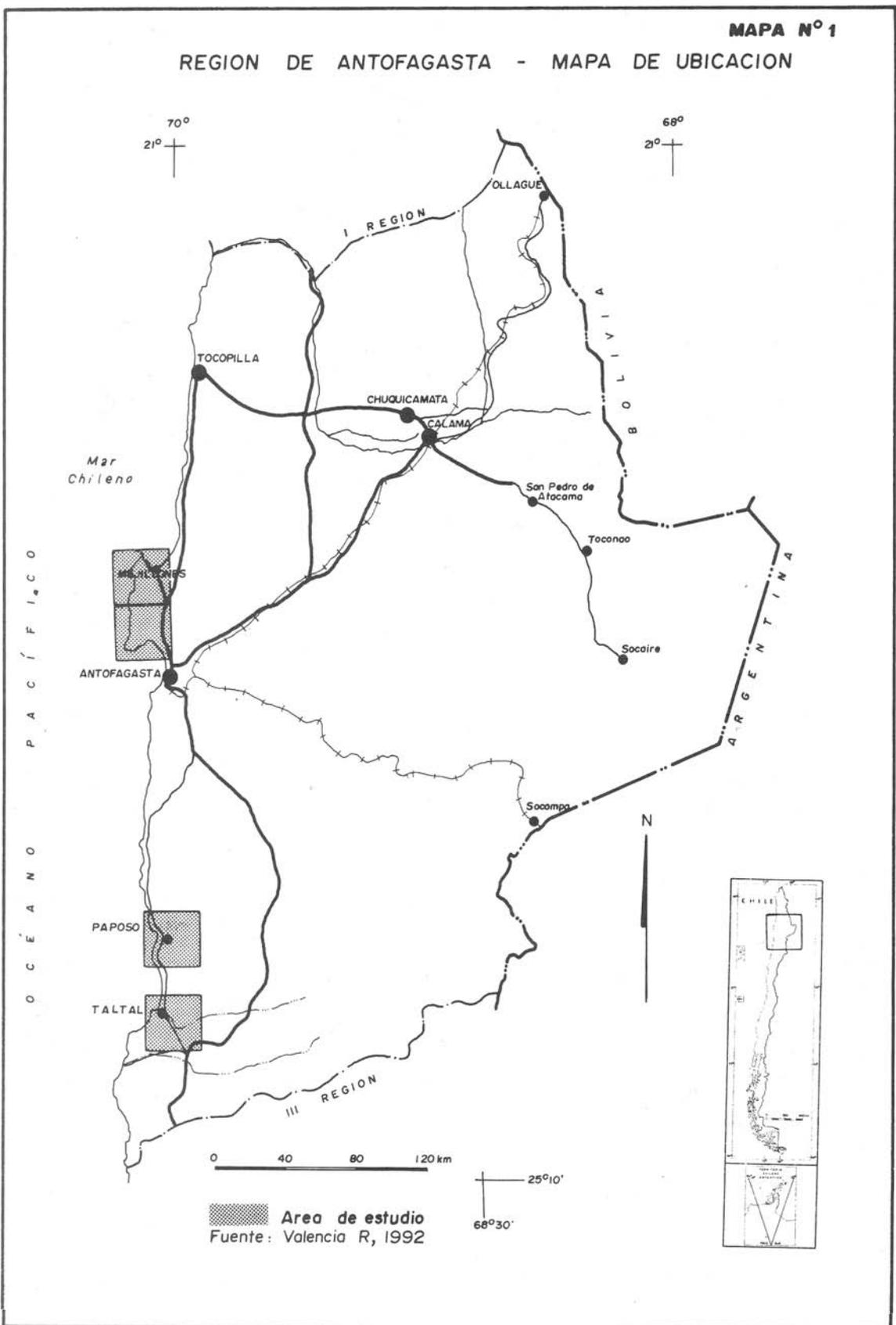
La Segunda Región, que tiene una superficie de 126.444 km² y sólo cuenta con algo más de 350.000 habitantes, concentra la mayor reserva mineral de Chile. Dos tercios de su población se asienta en la costa, principalmente en los puertos de embarque. La capital regional, Antofagasta, cuenta con la mayoría de la población (200.000 habitantes) y algunas localidades como Tocopilla, Taltal y Mejillones albergan aproximadamente 30.000 personas en conjunto; la población regional es eminentemente urbana (98,7%).

En la región llueve en la cordillera andina unos 150 mm al año, en la Depresión Intermedia las precipitaciones son casi nulas y en la costa no sobrepasan

¹ Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 1306 - Correo 22. Santiago, Chile.

² Environment Canada. 4905 Dufferin Street, Downsview, Ontario, Canada, M3H 5T4.

³ Nataniel Cox 180, Depto. 1. Santiago, Chile.



los 10 mm anuales. La única cuenca andina es la del río Loa, que, paradójicamente, es la más grande de Chile, con 33.570 km², y a su vez es el río más largo del país, con un cauce de 440 km, que logra atravesar el desierto más árido del mundo, el de Atacama. Su ínfimo caudal de 2,7 m³/seg abastece a los centros mineros, a los oasis de la hoya y a las ciudades de Calama, Tocopilla y Antofagasta; mediante una cañería de más de 350 km se conduce el agua desde las altas montañas andinas hasta la costa (Niemeyer y Cereceda, 1984).

Mejillones (23°05'S - 70°28'W), puerto ubicado a 38 km al norte de la ciudad de Antofagasta, tiene una población de 3.832 habitantes (Censo 1982). La actividad principal está relacionada con los recursos del mar y el turismo de temporada estival. Se abastece de agua de la misma fuente de Antofagasta, mediante una aducción que se inicia en la planta de filtro Salar del Carmen y llega al estanque fiscal de Mejillones. La cañería está diseñada para 15 l/s, y la capacidad actual es de 8 l/s, debido a las malas condiciones en que se encuentra.

A pesar de contar con esta infraestructura, el abastecimiento de agua a la población es irregular y deficiente, ya que no existe suministro constante y los habitantes reciben el agua por tumos. Las viviendas tienen agua potable cada tres días y solamente tres a cuatro horas diarias. Frecuentemente hay desabastecimiento total en la localidad, y la población recurre a las empresas pesqueras que cuentan con agua debido a que ellas hacen su propio suministro mediante camiones aljibe (Valencia, 1992).

Taltal (25°24'S - 70°29'W) se encuentra ubicado a 260 km al sur de la ciudad de Antofagasta y alberga una población de 7.740 personas. Las actividades están relacionadas con la minería principalmente, y también con los recursos del mar. El agua utilizada en la ciudad tiene su origen en la quebrada de Sapos y Sandón, en la cordillera de Domeyko, a 120 km al oriente de Taltal; en estas quebradas se extraen aguas subterráneas mediante galerías de drenaje excavadas en las laderas y por piques de captación. En la localidad de Agua Verde, a 67 km de distancia de Taltal, opera una planta elevadora de agua potable que funciona a base de cinco sondajes. La cantidad de agua potable que llega a la ciudad de Taltal es de 9 l/s. Sin embargo, gran parte de la oferta de agua se utiliza para otras necesidades, lo que obliga a un racionamiento permanente que significa entrega de agua sólo durante tres horas diarias. (Valencia, 1992).

Paposo (25°00'S - 70°28'W) es una caleta de pescadores que se ubica a 50 km al norte de Taltal. Según el censo de 1982, la población en esa fecha era de 244 habitantes y, según la encuesta realizada

durante esta investigación, la variación ha sido mínima, y sólo se registran las migraciones temporales típicas de los pueblos de pescadores del norte del país. Se abastece el pueblo mediante camión aljibe que transporta el agua desde Taltal en forma semanal. También cuenta con un abastecimiento de agua salobre proveniente de vertientes naturales distantes a 4 km Y transportada por medio de una manguera de polietileno de 1 pulgada. Esta agua es utilizada para regadío, lavado y es consumida por los escasos animales que crían los pobladores. De acuerdo a un estudio (encuesta al 100% de las familias) realizado durante el año 1991, se constató que la población utiliza 3,6l/hab/día (Valencia, 1992).

En este panorama desolador surge la niebla como una posibilidad real de aprovechamiento de sus aguas para diversos fines, como son el uso doméstico, agrícola, forestal y ecológico. Varios estudios se han realizado en la Región de Antofagasta para conocer la factibilidad de utilizar estas aguas (Espinosa, 1977; Zuleta, 1980).

3. LAS CONDICIONES GEOGRAFICAS QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCION DE LA NIEBLA EN EL LITORAL DE ANTOFAGASTA

El litoral del Norte Grande presenta potencial para la captación de agua de niebla debido a las condiciones meteorológicas imperantes en la zona (Fuenzalida, 1989; Schemenauer *et al.*, 1988). Dicho potencial está fuertemente influido por la dirección y fuerza de los vientos predominantes. Hsu (1973) en su modelo sobre la dinámica de vientos de la zona costera de Sudamérica, indica que la velocidad de los vientos en Antofagasta podría ser considerablemente menor que en la latitud de Lima, Perú, y probablemente un 10% inferior a la localidad de El Tofo, Coquimbo. Schemenauer y Cereceda (1992a) analizan las condiciones meteorológicas de los dos puntos extremos citados y, a la luz de datos obtenidos en forma sistemática, encuentran validez al modelo. Sin embargo, este factor que estaría indicando menores posibilidades de captación de agua de niebla en la Región de Antofagasta, podría ser contrarrestado por las condiciones del relieve regional y local.

La geomorfología costera juega un importante papel en la intercepción de las constantes nubes estratocumulus que se forman en el Océano Pacífico. El relieve está representado por un acantilado o farellón que se alza entre las angostas planicies formadas por la acción del mar y la cordillera costera. Este acantilado es una muralla infranqueable de abrupta pendiente (más de 30 grados) que obliga a ascender a las masas de aire cargadas de humedad, proceso que densifica la niebla.

Un testimonio de la mayor presencia de niebla en el área acantilada es la vegetación xerófila que se encuentra en una franja que se localiza aproximadamente a los 700-900 m. Este fenómeno es evidente en Patache y Guanillos del Norte en la Región de Tarapacá, y en Morro Moreno y Papos, en la de Antofagasta.

La otra geoforma dominante es la Cordillera de la Costa, que se presenta alta y maciza, con altitudes superiores a los 2.000 m. Por ser maciza, encierra cuencas y depresiones que actúan de centros de baja presión que intensifican los vientos locales.

A continuación se analizan estos sectores y se explican las causas geográficas que podrían influir en una mayor presencia de niebla en ellos.

Sector Mejillones

Los rasgos del área de Mejillones son especialmente favorables debido a su condición de península que se adentra en el océano, brindando al terreno características propias de las islas. Presenta un amplio frente hacia el norte, al oeste y hacia el sur.

Las islas tienen especiales condiciones para la captación de agua de niebla (Schemenauer y Cereceda, 1991). Por ser áreas pequeñas en relación a la superficie de agua de mar que las rodea, en las zonas de presencia de nubes estratiformes no alteran su dinámica global, y, por lo tanto, se convierten en obstáculos insalvables para ellas, generando las neblinas que se conocen con el nombre de advección. Otras veces, y dependiendo de su tamaño y del relieve, pueden también generar neblinas orográficas; es frecuente que en las islas se complementen ambos tipos de niebla. Cuando los terrenos tienen la altitud y vegetación apropiadas, se convierten en grandes receptores del agua contenida en dichas masas de aire. Los casos más destacables son las islas Canarias, las islas de Cabo Verde, las de Hawaii y el archipiélago de Juan Fernández; en ellas hay matorrales y/o bosques de niebla en las montañas. En el caso de la península de Mejillones, la vegetación xerófila es abundante y los 10 mm de precipitación promedio anual no la justifican por sí sola.

La península presenta una serranía continua que cuenta con dos sectores altos y bien definidos, conocidos con el nombre de morros. Al norte, el morro Mejillones, de altitud máxima de 765 m, con eje longitudinal N-S con rellanos laterales bien delineados y distante al SW de la línea de costa 7 km. Al sur se encuentra Morro Moreno, que es un cordón de eje N-S, distante 5 km de la línea de costa con cuatro cumbres interesantes, entre las cuales quedan portezuelos y cimas arrellanadas con buena aptitud para la instalación de atrapanieblas (Mapas N° 2a y 2b).

Sector de Taltal

El área de Taltal es distinta a la condición geomorfológica de Mejillones; aquí el comportamiento de la niebla está regulado por la gran quebrada del mismo nombre, en cuya desembocadura se asienta la población.

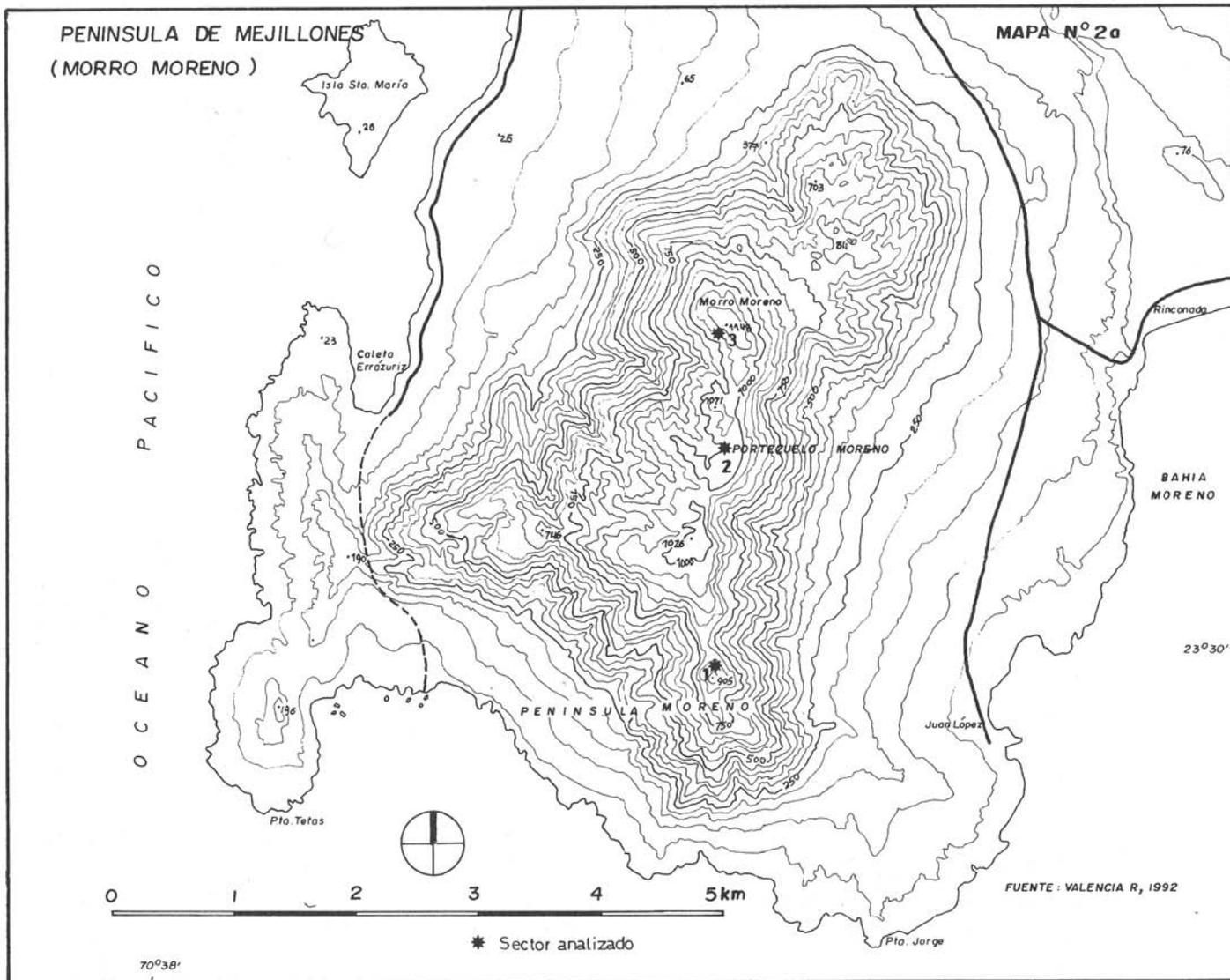
La geomorfología costera de las zonas próximas a la ciudad de Taltal se caracteriza por presentar dos sectores bien definidos: en la parte septentrional de la quebrada, donde se encuentra la ciudad, se inicia una forma acantilada con las mismas características del farellón costero de todo el Norte Grande; éste adquiere mayor altitud a medida que se aleja de la quebrada. En la parte sur presenta un acantilado de baja altura (500 m aprox.) que, a una distancia de 5 km en línea recta desde el mar hacia el oriente, puede llegar a altitudes de más de 700 m. Sin embargo, el relieve serrano y caótico hacen descartar esta área como la de mayor potencial de captación de agua de camanchaca.

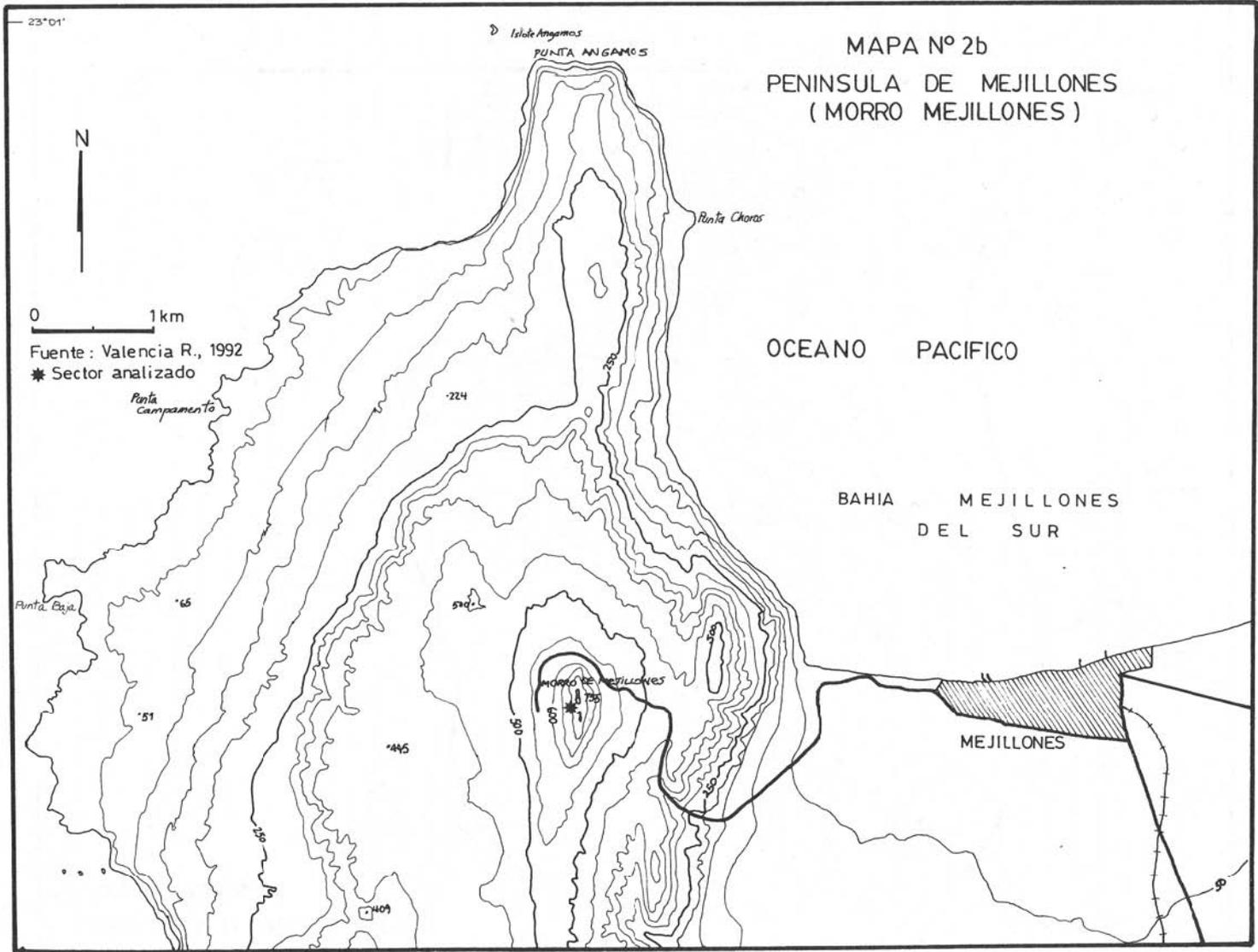
La forma más relevante es la quebrada de Taltal, cuya dirección SE-NW es muy marcada; presenta un aspecto escarpado de abruptas laderas y de angosto valle con perfil en V. Los valles son los conductos de entrada de la niebla hacia el continente; es probable que esta quebrada realice esta labor en forma eficiente, ya que es una poderosa influencia en la dinámica y comportamiento de los vientos; esto se puede visualizar con facilidad en las imágenes de satélite GOES 7. En el área hay formas de relieve que tienen una topografía especialmente adecuada para la instalación de atrapanieblas, por sus formas arrellanadas y portezuelos bajos. Se pueden reconocer las siguientes: cerro Perales, quebrada Tipias, cerro Breas, el sector El Hueso y, la más interesante, la sierra del Loro. Esta última está distante de la línea de costa 9 km, tiene una altura de 990 m y una cima de suave pendiente que se conecta mediante portezuelos y rellanos a otros cordones, dejando una distancia superior a los 3 km de área para instalar sistemas de captación de agua de niebla (Mapa N° 3).

Sector de Papos

La geomorfología litoral del área de Papos también difiere de los dos lugares antes analizados. Aquí se encuentra una estrecha planicie costera (de menos de 1 km de ancho) y el acantilado se eleva en forma abrupta hasta los 1.000 m.

Del análisis cartográfico que se realiza en los estudios de este tipo de prospección se desprende que el sector norte de la rada de Papos es más favorable, ya que a sotavento del acantilado existe una extensa planicie a una altitud de 1.000 a 1.500 m que, probablemente, actúa de centro de baja presión que atrae los vientos del S y del SW. La planicie se encuentra al oriente del cerro Carnero. Este hecho





debiera densificar la niebla al ascender las masas de aire por las laderas de las montañas; asimismo, la mayor velocidad de viento debiera aumentar el potencial de captación de agua.

Por otra parte, la quebrada de Paposo, que es muy angosta (menos de 500 m), también es el canal de entrada de niebla. Esta quebrada, si bien es sinuosa, tiene al oriente (a no más de 8 km) en su cuenca de recepción una amplia planicie que también debiera ser de gran influencia para la penetración continental de la niebla.

Se seleccionaron tres sectores al norte de la quebrada de Paposo y dos al sur. Los más favorables son los que se encuentran ubicados entre el cerro Camero y la quebrada mencionada; se ha identificado el sector comprendido entre la quebrada de Paposo y la quebrada Verde como el más adecuado, con cimas que van desde los 785 m hasta los 1.295 m. El sector próximo al acantilado es el más interesante y presenta una cima alargada con buena superficie para la instalación de atrapanieblas (Mapa N° 4.).

En el año 1988 se instalaron dos neblinómetros en la meseta próxima a la quebrada de Paposo a 700 y 800 m de altitud. Desgraciadamente, los datos totales no fueron fidedignos, debido a destrozos en los instrumentos y el posterior robo de ellos; pero datos parciales recibidos durante dos meses demostraron que los montos de captación eran altos, en relación a otros sectores estudiados en el Norte Chico de Chile (Cereceda y Schemenauer, 1991).

4. ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO Y USO DE AGUA DE NIEBLA

Se ha constatado una aguda escasez de agua potable en Mejillones, Taltal y Paposo (en N° 2); existen posibilidades de captación de agua de neblina en los cordones montañosos aledaños a los poblados.

En un estudio de factibilidad de abastecimiento de agua potable rural, especialmente en las situaciones que se analizan, hay numerosas variables que deben ser abordadas. Aquí se detallan los aspectos geográficos más relevantes; en posteriores estudios será necesario analizar los aspectos sociales y económicos que determinarán las ventajas del sistema propuesto.

La localidad de Mejillones cuenta con una población de 3.832 habitantes, que tiene un abastecimiento de agua muy deficiente, ya que, como se dijo, ninguna vivienda tiene agua corriente todas las horas del día y deben recibir el agua por tumos.

La primera consideración que se debe hacer, se refiere a las posibilidades que presenta el río Loa para abastecer este poblado cercano a Antofagasta. Se debe considerar la disponibilidad de agua del río (seguridad de la fuente) para abastecer las actividades mineras de la cuenca y los requerimientos domésti-

cos y urbanos de las ciudades de Tocopilla, Calama y Antofagasta, considerando las expansiones en todos estos casos. Es probable que el gasto del río no sea suficiente para todas estas demandas.

La ciudad de Antofagasta está creciendo a un ritmo muy acelerado debido a la expansión de las actividades mineras. Es casi seguro que la solución a mediano plazo para el abastecimiento de dicha ciudad sea la instalación de una planta desalinizadora de agua de mar, la que podría contar con una extensión a Mejillones.

Si el caudal del Loa es insuficiente o no hay planes para plantas potabilizadoras, debe considerarse seriamente un abastecimiento de agua de niebla para Mejillones. En una primera etapa debiera pensarse en algunos barrios más cercanos a las montañas seleccionadas en el análisis geográfico.

En el Gráfico N° 1a se entrega información del sistema de atrapanieblas en base a cantidad de metros cuadrados de superficie de intercepción que se necesitaría para abastecer la población total de Mejillones, o partes de ella. Si se pensara en cubrir un tercio de la población con un abastecimiento de 50 l/bab/día, y un rendimiento de captación de 3,5 l/m²/día se necesitaría una superficie de intercepción cercana a los 14.000 m² o 300 atrapanieblas de 48 m² cada uno. Abastecer el poblado en su totalidad en estos momentos no parece aconsejable, pero al comenzar por sectores, se puede contribuir a un real mejoramiento de la dotación de agua a toda la localidad, ya que el tercio de agua liberado se utilizaría para aumentar la dotación del resto de la población.

El balneario de Juan López se vincula normalmente a Mejillones; es interesante pensar en un abastecimiento de agua potable para la población veraniega mediante este sistema, y los excedentes del resto del año podrían ser aprovechados en las actividades industriales de Mejillones. Es importante "unir fuerzas", pero la posibilidad debe ser estudiada al momento de determinar la localización óptima de los atrapanieblas, ya que la distancia entre ambas poblaciones es una desventaja considerable por los costos de las aducciones.

La población de más de 7.000 personas de Taltal hace difícil pensar en este momento en una dotación de agua potable para el 100% de la ciudad.

Recordando lo anteriormente dicho en cuanto a que este recurso de agua de niebla es para zonas donde las fuentes de agua son escasas, en Taltal no se cumple este requisito, ya que la quebrada del mismo nombre tiene agua subterránea y el recurso está presente en el interior de la zona (Agua Verde y zonas aledaños). Sin embargo, este recurso no es ilimitado, ya que actualmente hay una fuerte competencia por el agua, tanto para la población como para las actividades mineras e industriales del sector.

Con todo, a nuestro juicio, Taltal debiera descartarse de ser abastecida en sus requerimientos de agua

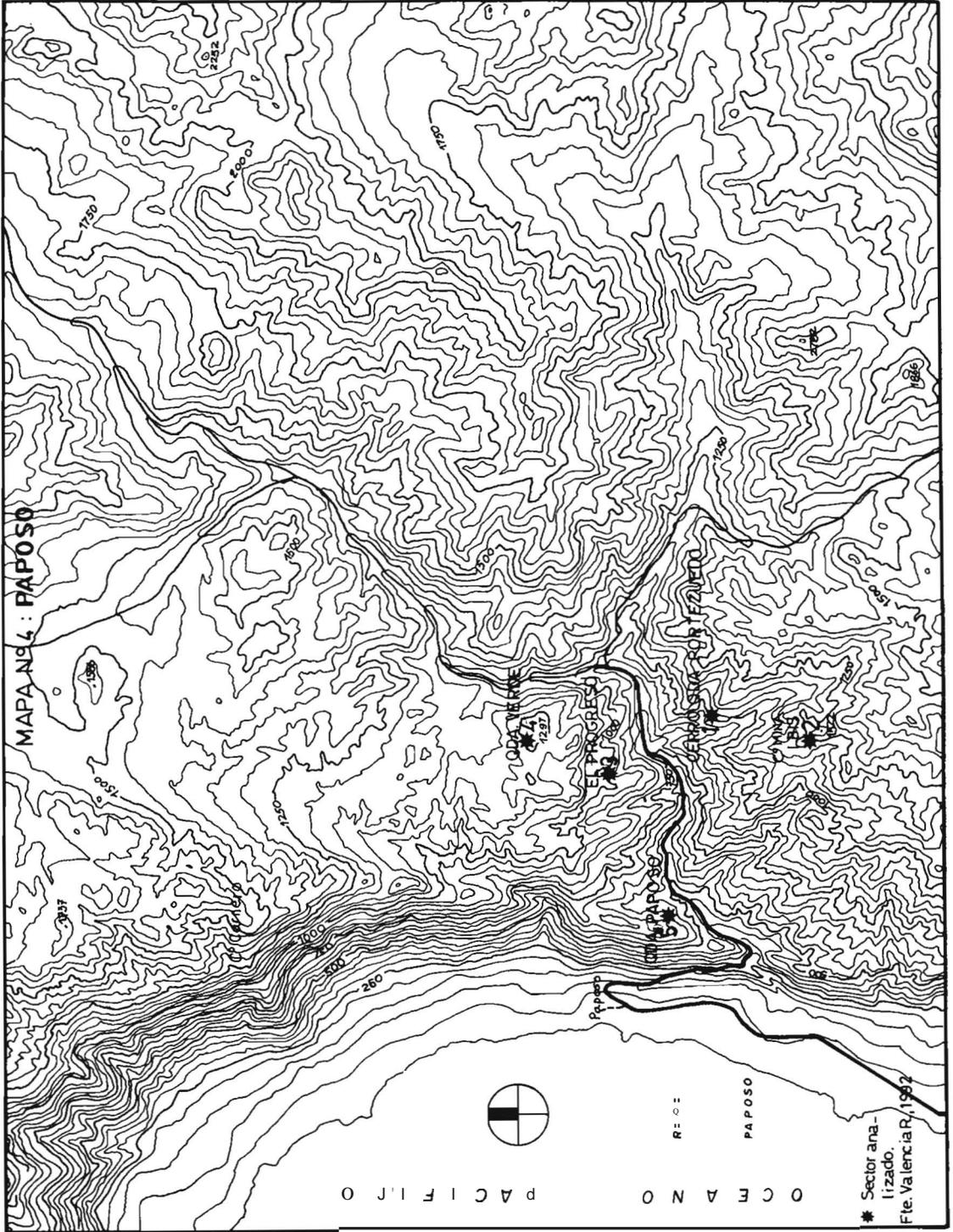
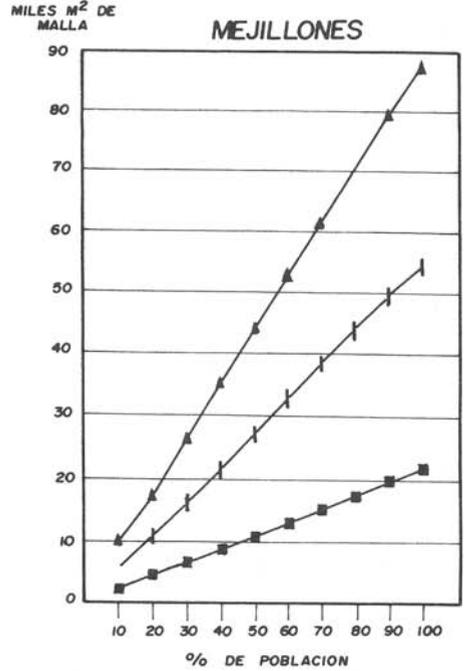
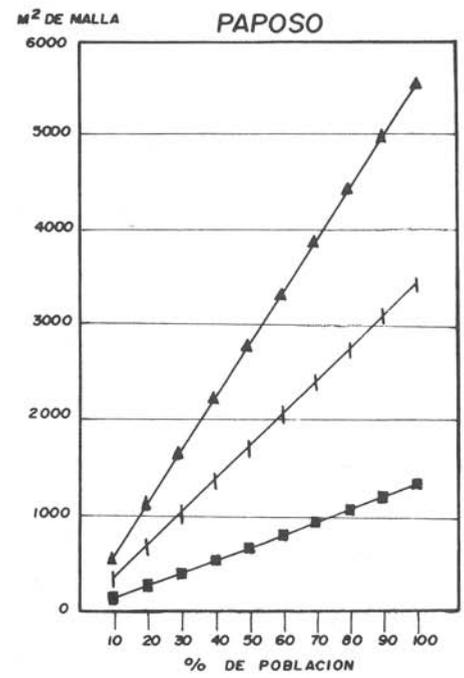


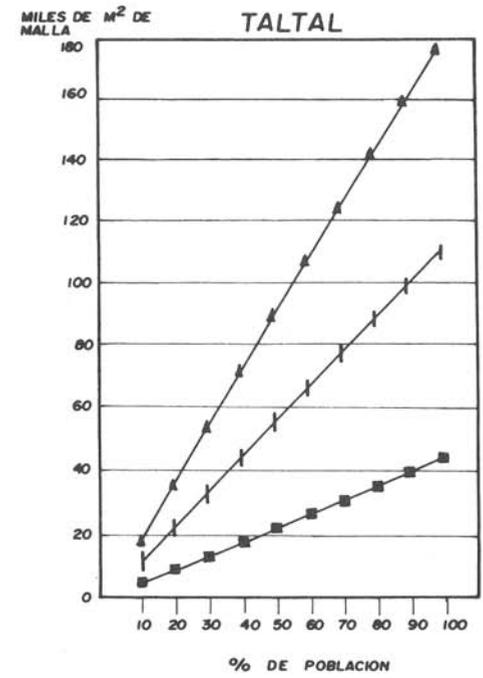
FIGURA N°1
ABASTECIMIENTO DE AGUA SEGUN DIFERENTES REQUERIMIENTOS Y LOCALIDAD
 MEJILLONES, PAPOSO Y TALTAL : 3.5 LIT / M2 / DIA



1.a.



1.c.



1.b.

- 20 L / DIA / HAB
- +— 50 L / DIA / HAB
- ▲— 80 L / DIA / HAB

Fuente: Valencia R., 1992

potable. En el Gráfico N° 1b se entrega la información relativa al número de metros cuadrados de malla que debiera tener un sistema de atrapanieblas para abastecer el poblado. La entrega de agua para el 100% de la población de Taítal requiere un número de captadores muy elevado; sin embargo, es válido lo que se dijo para Mejillones en cuanto a la posibilidad de abastecer barrios o pequeños sectores que hoy no cuentan con el elemento y se abastecen por camiones aljibes.

Debido a que el potencial de producción de agua de niebla de algunos cerros pareciera ser muy alto, pensamos que en la zona podrían haber otros usos que justifiquen la implementación de un sistema de atrapanieblas. En primer lugar, hay sectores cercanos a la ciudad de Taítal que podrían habilitarse para huertos de frutales y de verduras o implementación de proyectos ecológicos.

Es indudable que el poblado de Paposos presenta las mayores posibilidades para ser dotado de agua potable mediante el sistema de colección de agua de niebla, ya que no cuenta con un suministro regular y no hay fuentes de agua superficial o subterránea de calidad apropiada en las cercanías del poblado.

Si se implementara en Paposos un sistema similar al utilizado en Chungungo, IV Región (Schemenauer y Cereceda, 1992b; Cereceda *et al.*, 1992), que cuenta con una cobertura de malla de 3.600 m² (75 atrapanieblas de 48 m-), se podría aumentar el consumo de 3,57 a 44 l/hab/día (Gráfico N° 1c),

Es evidente, entonces, que es una posibilidad cierta y conveniente el abastecimiento de esta localidad mediante el sistema de atrapanieblas. Es importante el hecho de estar el área de potencial adecuado, a una corta distancia del pueblo, lo que implica una cañería de aproximadamente tres kilómetros, exactamente la mitad del recorrido del dueto El Tofu-Chungungo.

Otro aspecto destacable es la disponibilidad de camino, variable muy importante para la evaluación de estos proyectos. En el caso de Paposos, la zona montañosa cuenta con camino y una huella fácilmente habilitable al área de instalación de atrapanieblas. Este fácil acceso determina que la construcción y mantención del sistema es posible de realizar con habitantes del poblado sin requerir campamentos especiales.

5. CONCLUSION

A modo de conclusión general postulamos que la costa de la Segunda Región presenta condiciones favorables a la formación de la nubosidad estratiforme que origina la camanchaca en las serranías del litoral. El relieve representado por el farellón costero y la Cordillera de la Costa es especialmente apto para la presencia de neblina.

La única fuente mayor de agua que existe en la Región es el río Loa, y ésta no es suficiente para abastecer a todas las localidades pobladas. Mejillones, Taítal y Paposos sufren aguda escasez de agua potable, y se buscan fuentes alternativas para paliar el déficit actual. Al implementar un sistema de atrapanieblas se está haciendo uso de "agua nueva", es decir, es agua que está disponible en la atmósfera, y si no se ocupa, se pierde al disiparse en las secas tierras de la Cordillera de la Costa. Por consiguiente, se incorpora un caudal de agua que actualmente no se utiliza y que en el hecho no significa restarle posibilidades a otra actividad.

Paposos en la actualidad presenta todas las ventajas para ser abastecido mediante atrapanieblas, ya que con un bajo número de captadores se podría abastecer al total de la población con una dotación de agua considerablemente mayor a la actual.

Se ha demostrado que cuando un pueblo se involucra en la búsqueda de sus fuentes de agua, en la construcción de los sistemas de abastecimiento y en la mantención y operación de ellos, los resultados son infinitamente mayores. Este podría ser el caso de Paposos, donde la comunidad, en conjunto con el organismo pertinente, podría implementar un sistema colector de agua de niebla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) y al Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, por sus valiosos aportes. Al profesor Carlos Espinosa, por los importantes antecedentes, y al profesor Basilio Georgudis, por su ayuda en la preparación de la memoria de Ricardo Valencia.

BIBLIOGRAFIA

- CERECEDA, P., 1989: La distribución de la niebla en Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 16, 43-49.
- CERECEDA, P., 1989: Proyecto Camanchaca-Chile. IDRC. Informe Final Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- CERECEDA, P. Y SCHEMENAUER, R.S. 1991: The occurrence of fog in Chile. *J. Appl. Meteor.*, 30, 1097-1105.
- CERECEDA, P., SCHEMENAUER, R.S. y SUIT, M. 1992: An alternative water supply for Chilean coastal desert villages. *Water Resources Development*, vol. 8 N° 1, 53-59.
- ESPINOSA, C., 1977: El atrapanieblas 611115. Boletín Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- FUENZALIDA, H.A., RUTLLAND, J. Y VERGARA, J. 1989: meteorological aspects of water collection from stratocumuli in northern Chile. 3rd. Intl. Conf.

- Onsouthern Hemis. Meteor. & Oceanography, Buenos Aires, Argentina, 13-17 nov., 1156-161.
- HSU, S.A., 1973: West coast winds, South América. Coastal Studies Bulletin, N° 7, Coastal Studies Inst., Louisiana Univ., pp. 20.
- NIEMEYER, H. Y CERECEDA, P. 1984: Hidrografía. Colección Geografía de Chile, Tomo VIII, Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.
- SCHEMENAUER, R.S., FUENZALIDA, H. y CERECEDA, P. 1988: A neglected water resource: the Camanchaca of South America. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 69, 138-147.
- SCHEMENAUER, R.S. y CERECEDA, P. 1991: Fog water collection in arid coastal locations. *Ambio*. 20. N° 7, 303-308.
- SCHEMENAUER, R.S. y CERECEDA, P. 1992: Water from fog covered mountains. *Waterlines*, 10, 10-13.
- SCHEMENAUER, R.S. y CERECEDA, P. 1992a: The quality of fog water collected for domestic and agricultural use in Chile. *Journal of Applied Meteorology*, 31, N° 3, 275-290.
- VALENCIA, R., 1992: Posibilidad del uso de la camanchaca para abastecer de agua potable algunas localidades de la Segunda Región. Memoria para obtener el título de geógrafo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- ZULETA, R., 1980: Veinte años de camanchaca y dos del proyecto Mejillones. Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.