

LA CIENCIA AL SERVICIO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL. CASO DE ESTUDIO: LA NIEBLA

PILAR CERECEDA¹
ROBERT S. SCHEMENAUER²

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de ordenamiento territorial, es interesante analizar el conocimiento que tienen los especialistas sobre los adelantos científicos y tecnológicos y el interés de incorporarlos en sus planes. Asimismo, surge la pregunta sobre el traspaso de esa información y los mecanismos más adecuados. ¿Es el científico el que debe acudir al planificador y/o tomador de decisión? O, ¿son ellos quienes deben buscar dicha información? La respuesta parece obvia: ambos comparten esa responsabilidad en partes iguales. Pero la realidad parece ser distinta, ya que hay grandes avances en la ciencia y en la tecnología cuyos autores entregan sus resultados en excelentes publicaciones científicas que son utilizadas sólo por sus pares, sin que tengan una divulgación masiva. Así, estas publicaciones, muchas veces por ser demasiado especializadas y difíciles de comprender, no llegan al ordenador del territorio. A su vez, dicho profesional tiene el acceso y el conocimiento para una buena comprensión, pero simplemente no las busca. Ejemplos, hay muchos en la historia de la ciencia y tecnología, quizás los más elocuentes son los que se refieren a las energías alternativas, como la fotovoltaica y la eólica. Dados los avances en los últimos cincuenta años en su producción y aprovechamiento, se debiera esperar que estos recursos limpios, amigables con el medio ambiente, de fácil mantención y operación, ya estuvieran siendo utilizados en

¹ Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Emeritus Research Scientist, Environment Canada, Coastal Proyectos: Fog Application Chile. Intl. Development Research Centre, Canadá y FONDECYT 1971248.

forma masiva; sin embargo, esto no sucede, y no es sólo un problema económico, sino que una buena parte de este contrasentido hay que buscarlo en el traspaso de la información científica y tecnológica y en las formas en que el ordenador del territorio se aproxima a dichos adelantos.

En esta oportunidad se tratará un caso de estudio geográfico en que se puede analizar este aspecto reseñado, así como las formas de incorporación del conocimiento científico en el ordenamiento territorial. Se trata de los estudios sobre niebla como factor del comportamiento de la naturaleza, como recurso hidrológico y en cuanto a sus riesgos ambientales.

1. NIEBLA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Uno de los aspectos que hacen fascinante el estudio geográfico de la niebla es la gran heterogeneidad de tópicos que pueden ser abordados en su análisis integral. Asimismo, en los casos de estudio de la niebla para abastecimiento de agua, para los diversos usos que es factible de ser aprovechada, es necesario tener los dos componentes del conocimiento: la ciencia y la tecnología. La primera es vital para conocer el origen, composición, comportamiento espacial y temporal y su influencia en el medio ambiente; y la tecnología es necesaria para poder extraer su agua y hacerla accesible a la población. Su utilización principal se hace en los ambientes áridos y semiáridos.

El desarrollo de los espacios desérticos y semidesérticos es importante en el mundo, porque la superficie que estos ambientes ocupan es muy alta; sólo los desiertos abarcan más de 20 millones de kilómetros cuadrados, y otros tantos ocupan los paisajes de semidesierto.

Habitar, ocupar sus suelos, explotar sus recursos naturales y desarrollar estas zonas es un imperativo que no puede seguir aguardando. Tal es el caso de Israel, que además de ocupar un territorio naturalmente hostil, en poco tiempo logró hacer producir sus zonas áridas y semiáridas a tal punto que hoy es un país exportador de sus cultivos. Numerosos países africanos que cuentan con extensas superficies semiáridas ocupan las aguas lluvias que caen en sus viviendas (principalmente techos) para usos domésticos durante las estaciones más húmedas y las guardan en estanques para los períodos secos. En otros lugares es el agua de niebla la que se colecta y se utiliza para desarrollar sus territorios.

La niebla constituye un recurso hidrológico no tradicional, y es importante porque significa "agua nueva", es decir cuando se explota, no se le está restando el recurso a ninguna otra fuente. Como se puede ver al respecto, dentro del desarrollo científico, una temática muy importante es la búsqueda

de nuevos recursos naturales y las formas de hacerlos asequibles a la población. Otro tema que se aborda en estos estudios es la protección del medio ambiente; la niebla es parte de los elementos que conforman los ecosistemas, es parte del ciclo hidrológico y sustenta especialmente la vegetación con su contenido líquido. Los oasis de desiertos son ecosistemas frágiles que muchas veces se explican sólo por el agua de niebla que alimenta su flora y fauna. Destruirlos es extinguirlos, ya que la mayoría de ellos son relictos, es decir, testimonios de climas pasados más lluviosos, y por lo tanto no tienen la capacidad para regenerarse³.

Existen también riesgos ambientales derivados de este fenómeno; las nieblas ácidas deterioran las formaciones vegetales debido a la calidad química de sus aguas; se asegura que son más perjudiciales que las lluvias ácidas debido a la mayor permanencia en la atmósfera. Hay lugares de Canadá donde se ha comprobado que más del 40% de los días del año tienen niebla, y que su pH es inferior a 4,0⁴.

Quizás el aspecto más importante a tratar aquí es la posibilidad de que la explotación del agua de niebla permita la realización de un desarrollo sustentable en ambientes con escasez de agua. La niebla es permanente y sus fluctuaciones a lo largo de los años son pequeñas⁵, probablemente mucho menor que las de las lluvias, especialmente en climas mediterráneos y semiáridos, donde la característica principal está dada por la sucesión de años lluviosos y años secos. Contar con un recurso hidrológico de buena seguridad de ocurrencia permite el desarrollo de actividades económicas sostenibles en el tiempo.

Desde el punto de vista científico, los estudios se centran en tópicos tan diversos como la niebla y su composición física y química, modelamiento y pronóstico de eventos, climatología de la niebla, sensores remotos, interacciones niebla-vegetación, depositación en bosques temperados y tropicales, contribuciones a las fuentes de agua subterránea, interacciones niebla/aerosoles, experimentos de nube y niebla de montañas y su rol en los ecosistemas. En relación a la tecnología, construcción y uso de colectores de

³ Cereceda, P.; Larraín, H.; Lázaro, P.; Osses, P.; Schemenauer, R.S. y Fuentes, L. (1999). "Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Atacama", *Revista de Geografía Norte Grande* 26: 3-13.

⁴ Schemenauer, Schuepp, Kermasha y Cereceda (1986). "Measurements of the properties of High Elevation Fog in Quebec, Canada". NATO Advanced Research Workshop: Acid Deposition Processes at High Elevation Sites. Edinburgh, Scotland, D. Riedel Publ.

⁵ Cereceda P., Schemenauer R.S. y F. Velásquez. (1997). "Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile", *Revista de Geografía Norte Grande*, 24: 191-193.

agua de niebla, instrumentos para medir su flujos de niebla y datos de colección de agua.

En cuanto a desarrollo y planificación del recurso agua, los estudios se encaminan a las aplicaciones potenciales del agua de niebla, su rol en países en vías de desarrollo, proyectos operacionales y disipación de nieblas. Asimismo, importante es el conocimiento de la niebla con relación al transporte aéreo, marítimo y terrestre, así como en las comunicaciones.

Todos estos aspectos fueron ampliamente analizados en la Primera Conferencia sobre Niebla que se desarrolló en Vancouver, Canadá, en julio de 1998. A ella concurrieron más de 200 especialistas de todos los continentes y se presentaron alrededor de 150 ponencias. Chile tuvo una importante presencia con más de 10 trabajos de investigaciones aplicadas en el norte del país.

2. LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SOBRE NIEBLA

El equipo chileno-canadiense que presenta este trabajo inició sus investigaciones en 1980 en forma separada. En Canadá, principalmente dedicados a la composición estructural de las gotas de agua de las nubes/niebla y la contaminación atmosférica (nieblas ácidas); en Chile, los trabajos se encaminaron hacia la comprensión de los factores de distribución espacial y temporal de la niebla y especialmente al potencial de su aprovechamiento y sus técnicas asociadas. A partir de 1985, el equipo trabaja en Chile y en otros lugares del mundo con proyectos propios y también en asesorías científicas.

2.1. LOS ESTUDIOS DE NIEBLA A TRAVÉS DEL TIEMPO

La niebla ha sido estudiada y documentada desde tiempos remotos⁶. En el presente siglo destacan los trabajos hechos en Sudáfrica desde 1900, los de las islas de Hawai y Canarias desde la década del 50, y los de Chile desde 1960 en adelante. A fines de la década de los ochenta, este equipo de investigación realizó un estudio bibliográfico para conocer en las regiones áridas y semiáridas los lugares donde se han hecho investigaciones de niebla, ya sea en relación a la vegetación o con colectores artificiales. Los resultados arrojan que en 47 sitios de 22 países se había estudiado este fenómeno y había sido debidamente documentado⁷. En la actualidad, de acuerdo al último regis-

⁶ Kerfoot, O. (1968). "Mist precipitation on vegetation". *For. Abstr.* 29, 8-20.

⁷ Schemenauer, R.S. y P. Cereceda (1991). "Fog water collection in arid coastal locations". *Ambio*, vol. 20, N° 7.

tro hecho en 1999, en ese año había 48 sitios de estudio distribuidos en 19 países, siendo Estados Unidos, Chile y Alemania los que más experimentos tenían. Las especialidades mejor representadas eran química de niebla y lluvia, colección de agua de niebla e interacción niebla-vegetación⁸.

La mayoría de las investigaciones realizadas por este equipo han sido aplicadas, pero en los últimos años se han iniciado algunos proyectos de ciencia básica, como el que se comenta a continuación.

2.2. NIEBLA Y CIENCIA BÁSICA

Entre 1997 y 2000 FONDECYT financió un proyecto de ciencia básica en el cual el objetivo general fue conocer el origen y comportamiento espacial y temporal de las nieblas costeras y de la Pampa del Tamarugal en la Región de Tarapacá, Chile. Dentro de los objetivos específicos se destacó la relación entre la niebla y la flora y fauna de oasis de desierto presentes en el área de estudio.

En esa región septentrional no se había estudiado en forma sistemática la niebla y no hay publicaciones científicas que analicen el fenómeno desde el punto de vista geofísico y geográfico. Sí hay investigaciones en la Región de Antofagasta, donde se iniciaron estos estudios y se diseñaron diversos tipos de atrapanieblas. La niebla de la Pampa del Tamarugal había sido estudiada en función de la vegetación del bosque allí presente, pero no se cuantificó su presencia, ni el potencial de colección de agua por parte de los árboles.

Luego de tres años de investigación hay algunas conclusiones interesantes con respecto a los tipos de niebla y su comportamiento temporal. En la costa, si bien se esperaba tener principalmente niebla de tipo advectica, se constató que había una fuerte influencia orográfica en su formación, dominando por lo tanto este último tipo por sobre la advectica. Esto se constató por el alto número de días en el año en que sólo se encontró niebla en el sitio de medición (Alto Patache) estando el resto de la costa despejada, se midió en campañas de 15 a 20 días consecutivos y una vez a la semana ininterrumpidamente durante los tres años.

En la Pampa del Tamarugal se esperaba encontrar niebla de radiación en forma mayoritaria; sin embargo, en los aproximadamente 60 días de medición en campañas donde se registraron antecedentes en la costa y en el interior, nunca se encontró niebla sólo en la Pampa; cuando ésta ocurrió en dicho sector, siempre hubo niebla en la costa. La niebla advectica entraba hacia el

⁸ Fog Newsletter (1999). "High elevation fog sites 1999". Issue 1. Editor R.S. Schemenauer.

interior y se intensificaba probablemente por el enfriamiento nocturno, permitiendo entonces una combinación de ambas. Desgraciadamente, los datos no permitieron asegurar esta hipótesis por no haber suficientes días con eventos de niebla. Asimismo, se constató que los neblinómetros instalados en la Pampa no registran colección de agua, aunque la niebla hubiese estado presente; esto indicaría la presencia de niebla de radiación.

Es importante conocer estos tipos de niebla según su origen, porque se vinculan directamente con el contenido líquido de la niebla, el tamaño de las gotas y la colección de agua por efectos de la velocidad de viento. En general, la niebla de radiación se produce con calma, y por lo tanto la colección es muy exigua. En cambio en la costa, el viento es una variable importante, ya que durante los eventos de mayor colección de agua, la mayoría de las veces éste sobrepasa los 8 m/s.

Se definieron corredores de penetración de niebla, los que pudieron ser corroborados por la presencia de vegetación de tillandsias (*Tillandsia landbeckii*) presente en esas zonas. También se avanzó en el conocimiento de la distribución de la niebla a lo largo del litoral y sus factores determinantes. Quizás la hipótesis más interesante es la que dice relación con la forma de la línea de costa, donde los sectores de puntas prominentes fueron los que presentaron mayor niebla, fenómeno corroborado por los oasis de vegetación allí encontrados.

Un buen número de subproductos de esta investigación con respecto a vegetación y fauna entomológica (captura de 10.000 insectos en los tres años) fueron investigados exhaustivamente, así como también la relación con los yacimientos arqueológicos⁹.

El aspecto más interesante de esta investigación que sólo pretendía comprender mejor la dinámica de la niebla en el desierto nortino, fue el hecho de que se encontró el lugar donde se ha medido la mejor colección de agua (en el período mencionado). Mientras en la Región de Coquimbo y en Antofagasta los promedios anuales no sobrepasan los 3 l/m²/día, aquí se logró una media de casi 9 l/m²/día en el período. Si bien el rendimiento del año

⁹ First International Conference on Fog and Fog Collection (1998). Vancouver, Canada, "Human occupation and resources in a fog covered site in alto Patache (South of Iquique, Northern Chile)".

– XII Congreso Nacional de Geografía y V de Cartografía (1997), Santiago, Chile.

– "La vegetación del desierto costero de Tarapacá y su relación con los factores de presencia de niebla".

– Congreso Nacional de Entomología (1999), Arica, Chile. (Evolución anual de la entomofauna de coleópteros (Familia Tenebrionidae) en el sitio Alto Patache, sur de Iquique Chile).

1997 (Fenómeno del Niño) fue sustancialmente superior, éste superó con creces la media de otros lugares en Chile durante los años de "La Niña"¹⁰.

Con respecto a la pregunta inicial del traspaso de esta información a los profesionales del ordenamiento del territorio, cabe hacer presente que este tipo de investigaciones no están destinadas a ese estamento, ya que sólo se desea avanzar en el conocimiento con el fin de comprender mejor el fenómeno. Serán otras instancias las que entregarán la información requerida por estos profesionales. Los resultados de estos estudios se divulgan en revistas científicas y en congresos, seminarios y conferencias de la especialidad correspondiente.

De hecho, se ha iniciado una nueva investigación de tipo aplicada, en el lugar de la alta captación mencionada, y para ello se ha instalado una estación de campo para desarrollar proyectos que permitan utilizar este recurso, ya sea en caletas de pescadores o en proyectos forestales y/o agrícolas; para eso se cuenta con financiamiento de una empresa minera de la zona, la Compañía Minera Punta de Lobos.

2.3 NIEBLA Y CIENCIA APLICADA

2.3.1. EN CHILE

El mayor número de trabajos que ha realizado este equipo es en ciencia aplicada. Esto se debe a que el agua es escasa en los ecosistemas áridos donde abundan otros recursos naturales; tal es el caso de la franja costera de las primeras cuatro regiones que tienen importantes yacimientos mineros y todo un litoral dedicado a la pesca artesanal. Hacia el sur, la ganadería caprina y la pequeña agricultura son un buen sustento para las familias que habitan el ecosistema semiárido. Sin embargo, este desierto costero está prácticamente deshabitado; por ejemplo, en los 150 km que hay entre Iquique y el río Loa, hay sólo 600 habitantes localizados en 6 caletas de pescadores. Esta situación se repite hasta la parte norte de la Región de Coquimbo, donde la mayor presencia de lluvia permite las actividades agrícola-ganaderas antes comentadas. Por esta razón, la mayoría de las investigaciones se encaminaron al reconocimiento de este recurso hídrico, su potencial de colección de agua, y su distribución en el espacio y en el tiempo.

¹⁰ Osses, P.; Cereceda, P.; Schemenauer, R.S.; Larraín, H. y Lázaro, P. (1998). "Diferencias y similitudes de la niebla entre Iquique (Chile) y Mejía (Perú)". *Revista de Geografía Norte Grande* 25: 7-13.

El proyecto más notable que se realizó fue el abastecimiento de la caleta de Chungungo, con 300 personas que consumían un promedio de 14 l/persona/día, agua que era llevada semanalmente mediante un camión aljibe. Con la construcción de 75 atrapanieblas, en el año 1992 se duplicó dicho abastecimiento y el agua llegó directamente a cada una de las 90 viviendas. El sistema funcionó muy bien y la calidad de vida de los pobladores mejoró notablemente, incorporando en sus viviendas baños, jardines, aves de corral, huertos y cultivos hidropónicos. Durante los primeros años, CONAF habilitó una parcela de 4 has, y con el agua que sobraba en los meses de mayor producción, las familias cultivaron hortalizas con excelente resultado; asimismo, habilitó otra parcela similar con especies forestales (dendroenergía).

Para llegar a este resultado se hicieron investigaciones en diversos ámbitos. En una primera etapa, las más importantes fueron las geofísicas que estudiaron las nubes con el fin de conocer su comportamiento y contenido líquido (U. de Chile). Las investigaciones geográficas estuvieron encaminadas a conocer dónde estaba la niebla con mejor potencial de colección. Se constató que ésta estaba en las laderas con orientación oeste y en una altitud de 700 a 800 m, entre otros factores (PUC). Este equipo hizo estudios de la población en cuanto a sus actividades y a sus demandas de agua y abastecimiento. La parte tecnológica, es decir el diseño de atrapanieblas y la construcción de ellos, la hizo CONAF, probando materiales y experimentando formas y estructuras¹¹. Este proyecto de investigación fue financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá y el sistema fue donado íntegramente al pueblo de Chungungo en 1995.

Entre los años 1993 y 1995 la Universidad Católica hizo un seguimiento, usando métodos de Geografía de la Percepción, sobre la opinión que los usuarios de Chungungo tenían sobre este nuevo sistema de abastecimiento de agua. Prácticamente en todas las encuestas las preguntas fueron respondidas positivamente respecto de los atrapanieblas (sobre 90%)¹². Hoy día, la población de la caleta se ha duplicado (600 habitantes), y en verano se han contabilizado aproximadamente 2.000 personas¹³. Obviamente, en esos momentos el

¹¹ First International Conference on Fog and Fog Collection (1998). Vancouver, Canada. Canto W. "The coastal fog (camanchaca): a water resource available for the benefit of desert communities."

¹² Cereceda, P. y R.S. Schemenauer (1995). "La percepción de los consumidores de agua potable de nieblas costeras de Chungungo, Chile". *Revista Geográfica de Chile Terra Australis* 38: 7-18.

¹³ Información entregada por el Sr. Patricio Piñones, encargado del sistema en el Comité de Agua Potable Rural de Chungungo.

agua no alcanza para todas las viviendas y se generan problemas de abastecimiento, los que son solucionados con camiones aljibes por la I. Municipalidad de La Higuera.

A ocho años de la puesta en marcha de este exitoso sistema, surge la duda de por qué no hay otros pueblos de la costa desértica que repliquen el sistema. Esta pregunta sólo puede ser contestada por los encargados del sistema de agua potable rural en esas regiones y por los profesionales que realizan el ordenamiento territorial; son ellos los que deben analizar la potencialidad de este sistema en otros sitios. Existen los antecedentes necesarios para hacer los estudios de prospección, y los manuales de construcción de atrapanieblas; además, en el país hay especialistas que tienen la experiencia necesaria para hacer estos trabajos.

En este caso no se puede indicar desconocimiento, ya que este proyecto ha sido muy comentado en los medios de comunicación. La razón de este interés es que, como historia periodística, reúne: ciencia, tecnología alternativa, ingenio, recurso no tradicional, pobreza, mejoramiento de calidad de vida, desarrollo sustentable, etc. A esta fecha, excelentes equipos extranjeros han hecho para la TV al menos 20 películas; entre otras, BBC de Londres, Discovery Channel, TV5 de Francia, Beyond 2000, TV Nacional de Japón. Asimismo, revistas como Reader Digest, Canadian Explorer, National Geographic, Life, Newsweek, Der Spiegel, y otras, han hecho reportajes sobre el pueblo y el sistema. El proyecto figura en la actualidad en Epcot Center de Disneyworld; en la exposición Jardín Planetario de París, y fue seleccionado para la Expo 2000 en Hannover; sólo en el mes de abril de 2000 han aparecido tres reportajes en la TV europea. En Chile, en ese mismo mes también hubo tres reportajes sobre la niebla en el desierto, en *El Mercurio*, en el *Nortino* y en *La Estrella de Tarapacá*. Se estima que en la prensa escrita de Chile se han publicado al menos cien artículos extensos en estos años de investigación. Por todo lo antes indicado, es difícil pensar que este proyecto sea desconocido en los niveles de planificación del territorio.

2.3.2. EN EL EXTRANJERO

Uno de los aspectos más interesantes de estas investigaciones y de la puesta en marcha de proyectos operativos, ha sido la gran capacidad de réplica que ellos han tenido. En efecto, se han realizado investigaciones científicas aplicadas y proyectos para abastecer con agua de niebla a comunidades en varios países del mundo, Asia, Africa y América.

Con relación a investigaciones, los primeros en trabajar este tópico fueron los peruanos. Efectivamente, en ese país se habían hecho estudios en

zonas de vegetación de lomas, las que tienen por característica principal el gran aporte de la niebla a sus fuentes de alimentación. En los inicios de los años ochenta, se había formado un grupo de estudio chileno-peruano, que realizó algunos pequeños experimentos conjuntos. También Ecuador buscó asesoría para elaborar mediciones de niebla en zonas costeras y obtuvo buenos resultados. El sultanato de Omán fue el primer país que solicitó formalmente asesoría para evaluar su potencial de colección de agua de niebla (1988-1991).

Como se puede ver, el proyecto de Chungungo había trascendido las fronteras, y se requería traspasar la información acumulada en estos años. A comienzos de la década de 1990, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá realizó un estudio para conocer la aplicación real de los proyectos de tecnologías de desarrollo que ellos habían financiado, y constató que muy pocos trascendían a los niveles gubernamentales. Por ello, seleccionó algunos proyectos que consideró exitosos, para realizar una difusión de sus resultados e incentivar a las esferas correspondientes a aplicar en sus distintos países. Así nació el proyecto Coastal Fog Application Chile, cuyo objetivo principal era diseminar la tecnología en el mundo.

El nuevo proyecto se basó principalmente en técnicas de marketing y asesorías científicas a los interesados. Fue necesario primero hacer un estudio de los lugares en el mundo donde existe niebla con potencial de colección de su agua; se seleccionaron diez países que aparecían con mejores perspectivas. Luego, se procedió a reconocer las necesidades de abastecimiento de agua y su satisfacción; también su nivel económico, considerándose en forma prioritaria los países en vías de desarrollo con niveles de pobreza altos.

Las técnicas de marketing consistieron en contactos con las embajadas correspondientes, elaboración y divulgación de un tríptico explicativo del sistema de dotación de agua potable (centrado en Chungungo), un "booklet" o librito informativo de muy buena calidad, un seminario de divulgación con invitados especiales (tomadores de decisión en esferas gubernamentales); dos cursos internacionales que se llevaron a cabo en La Serena y con su fase práctica en los cerros de El Tofo-Chungungo (tomadores de decisión y técnicos); y finalmente un manual en inglés y español sobre métodos de prospección de niebla, construcción de atrapanieblas y estudios de costos del sistema. En forma paralela, este equipo chileno-canadiense buscó financiamiento en otras fuentes, especialmente canadienses, para realizar o asesorar proyectos en otros lugares del mundo.

En la actualidad existen proyectos en Nepal, Omán, Perú, Ecuador, México, República Dominicana, España (Canarias), Cabo Verde, Namibia, Sudáfrica y próximamente Haití, y se han realizado gestiones en China, Filipinas y Kenia.

Como se puede ver, la tecnología se disemina lentamente debido a que hay un conocimiento científico que debe ser traspasado, especialmente en los aspectos que deben conocer los profesionales que realizan los proyectos: comprender las características básicas de la niebla; comprender la meteorología que la condiciona; la geografía que define su distribución espacial; la calidad de su agua; la instrumentación de medición de agua de niebla; la tecnología de atrapanieblas; las condiciones sociales de la población a abastecer; la demanda y abastecimiento de agua; las otras fuentes de agua competitivas del sistema; estudios de costos; manejo y comanejo del nuevo recurso y la percepción de la población abastecida en relación al sistema.

3. CONCLUSIONES

A pesar de todos los esfuerzos desplegados para que el conocimiento científico y técnico pase a las esferas de toma de decisión gubernamental, al analizar el caso en Chile, se constata un resultado poco alentador. En efecto, el sistema ha probado ser exitoso, si bien no ha sido fácil aprender a manejar el recurso por parte de la población y las empresas de servicios sanitarios a cargo del agua potable rural. Se ha comprobado que la niebla es un recurso permanente, inagotable y viable, que se le puede extraer tanta agua como sea necesaria y se tenga la voluntad de financiar el sistema. Es un recurso vital en zonas donde no hay otras fuentes de agua superficial o subterránea accesible; especialmente, en zonas donde la población vive en forma dispersa o en centros muy pequeños, donde las grandes inversiones en agua potable o regadío no son factibles por la escasa población involucrada. Existe una alta potencialidad en las caletas al sur de Iquique¹⁴, Paposo¹⁵, Chañaral¹⁶, Pan de Azúcar y Carrizal Bajo, Carrizalillo, Totoralillo de la IV Región¹⁷, entre otras; y la pregunta es ¿por qué las autoridades regionales no incursionan en este recurso?

Más alentadores son los resultados de diseminación en el extranjero. Por ejemplo, en Perú ya se han realizado al menos 7 proyectos con distintos grados de éxito, incluso la Unión Europea financió un estudio durante 4 años

¹⁴ Ampliamente estudiado por Ximena Borojevic en su memoria para optar al título de Geógrafo.

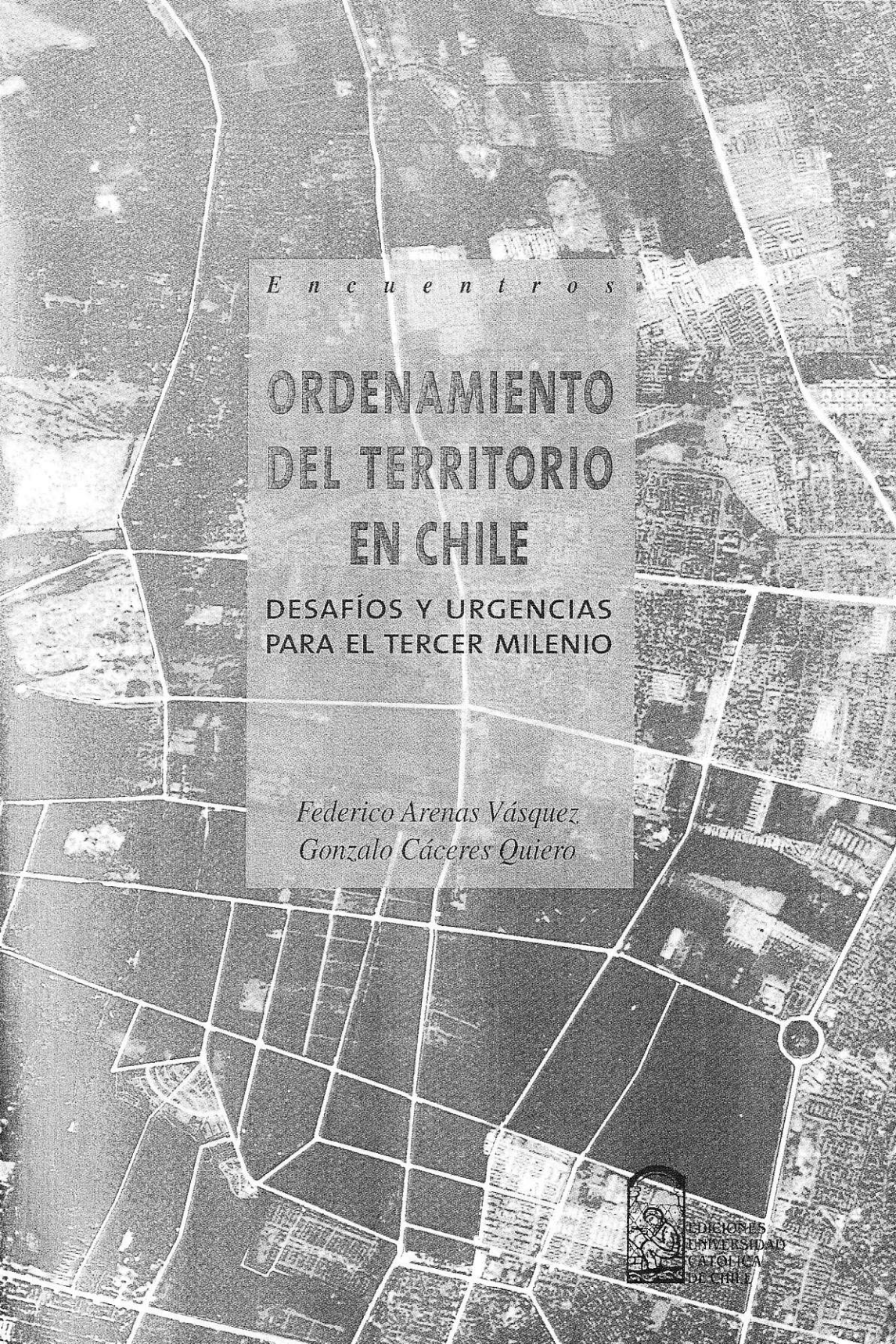
¹⁵ Estudiado por casi una década por el Prof. Espejo de la Universidad del Norte de Antofagasta.

¹⁶ Estudiado por la I. Municipalidad de Chañaral, Servicio País, con asesoría del Dr. H. Larraín.

¹⁷ Estas localidades y otras más en la IV Región han sido estudiadas por el I. de la Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile.

y habilitó una estación experimental para los estudios de regeneración de ecosistemas desérticos y su utilización para el desarrollo sostenible.

El último aspecto que cabe mencionar es que las autoridades de gobierno, tanto en Chile como en el extranjero, generalmente no financian estos proyectos, sólo los apoyan cuando se reciben donaciones de los países desarrollados. El fin de estas donaciones es precisamente dejar funcionando un proyecto en cada país, para que luego los funcionarios respectivos copien los sistemas y los diseminen en donde se requiere el recurso. Eso no sucede así, y será necesario seguir luchando por diseminar la ciencia y la tecnología, pero ahora con un mayor énfasis en las esferas oficiales.



E n c u e n t r o s

ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO EN CHILE

DESAFÍOS Y URGENCIAS
PARA EL TERCER MILENIO

*Federico Arenas Vásquez
Gonzalo Cáceres Quiero*



EDICIONES
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Vicerrectoría de Comunicaciones y Extensión
Casilla 114-D Santiago, Chile
Fax (56-2)- 635 4789
Email: mriverv1@puc.cl

**ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO EN CHILE:
DESAFÍOS Y URGENCIAS PARA EL TERCER MILENIO**
Federico Arenas Vásquez y Gonzalo Cáceres Quiero

© Inscripción N° 118.365
Derechos reservados
Julio 2001
I.S.B.N. 956-14-0616-0

Primera edición
Diseño: Publicidad Universitaria
Impresor:
ANDROS

C.I.P. - Pontificia Universidad Católica de Chile
Ordenamiento del territorio en Chile:
Desafíos y urgencias para el tercer milenio
/ Federico Arenas y Gonzalo Cáceres (eds.)
Incluye bibliografías
I. Planificación Regional-Chile.
I. Arenas Vásquez, Federico.
II. Cáceres Quiero, Gonzalo.
2000
307.120983 + dc.21

RCA2