



# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

Facultad de Ciencias Marinas

Especialidad en Gestión Ambiental

**“PROPUESTA DE MODELO TEÓRICO DE INDICADORES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ATRAPANIEBLAS COMO FUENTE ALTERNA DE OBTENCIÓN DE AGUA: CASO DE ESTUDIO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”**

**Trabajo Terminal**

**Para obtener el Diploma de**

**ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presenta:**

**DANIEL MEDINA DOMÍNGUEZ.**

**ENSENADA B.C JUNIO de 2012**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**Facultad de Ciencias Marinas**

**Especialidad en Gestión Ambiental**

**Trabajo Terminal**

**“PROPUESTA DE MODELO TEÓRICO DE INDICADORES PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE ATRAPANIEBLAS COMO FUENTE ALTERNA DE  
OBTENCIÓN DE AGUA: CASO DE ESTUDIO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”**

**Que Presenta:**

**DANIEL MEDINA DOMÍNGUEZ**

**Aprobado por:**



**DRA. MARÍA CONCEPCIÓN ARREDONDO GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESINA**



**DR. CARLOS FIGUEROA BELTRÁN**

**SINODAL**



**MC. RIGOBERTO GUARDADO FRANCE**

**SINODAL**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en gran manera a CONACYT por haberme apoyado con una beca durante el año en que estuve estudiando la especialidad en Gestión Ambiental, también agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California por ser la institución que me formó en este posgrado así como también a mis profesores que me impartieron sus conocimientos y a mis compañeros y amigos por su amistad y compañerismo.

Para mi familia no tengo más que agradecerles su apoyo incondicional en todo tiempo a todos Gracias.



## RESUMEN

El estado de Baja California es una porción del país con escasa precipitación, ya que tiene menos de 300 mm al año, exceptuando las partes más altas de las sierras que la recorren en toda su longitud, donde caen entre 400 y 600 mm al año. La única corriente de importancia es el río Colorado. El resto de los recursos superficiales son arroyos torrenciales de cauce corto y abrupto. Los acuíferos se encuentran sobreexplotados y acusan la intrusión de aguas salinas. Las demandas de agua por parte de los sectores usuarios, principalmente el uso agrícola y público urbano están llegando al límite de los recursos, incluso se están rebasando la disponibilidad en ciertas zonas. La sobreexplotación se concentra en 13 acuíferos de un total de 88 y es más grave en los siguientes acuíferos: Mexicali, Maneadero, San Quintín, San Simón, Col. Vicente Guerrero y Camalú. (Breña-Puyol, A.F.2000)

Este trabajo busca analizar la factibilidad de la implementación de atrapanieblas en Ensenada Baja California como fuente alterna de obtención de agua mediante un modelo teórico de indicadores para lo cual se analizará información bibliográfica sobre trabajos que se han realizado en otras regiones del mundo, datos de meteorología y climatología en Ensenada así como también conocer la opinión de actores clave en el tema del agua. El Modelo Teórico está en relación a los servicios ambientales de fuente y soporte. Está conformado por cuatro índices: Índice de Aptitud Fisiográfica conformado por los atributos de cercanía a la costa y colinas y montañas. Índice de Aptitud Meteorológica conformado por los atributos de velocidad del viento, dirección del viento y humedad relativa. Índice de Niebla conformado por el atributo de presencia de niebla y el Índice de Aptitud Social está conformado por el atributo de los usuarios potenciales que carezcan de acceso de agua potable entubada.

Ensenada Baja California tiene las condiciones meteorológicas propicias para que se instalaran atrapanieblas como forma alternativa de aprovechamiento para la obtención de agua, esto porque los datos arrojan que desde los años 2008 a 2011 muestran que en los 12 meses del año se tienen neblinas y de 6 a 9 meses de niebla, gran cantidad de humedad relativa al superar el 77% como promedio en los 4 años de estudio y vientos superiores a 1.5 km/h como promedio.

El modelo teórico de indicadores permitirá seleccionar los sitios más aptos para la instalación de primero neblinómetros y posteriormente atrapanieblas en Ensenada, B.C, así como también identificar los usuarios potenciales del agua captada.

# ÍNDICE

	Página
1. Introducción.....	4
2. Antecedentes.....	5
3. Planteamiento del problema.....	9
4. Justificación.....	10
5. Objetivos.....	11
3.1General.....	11
3.2Específicos.....	11
6. Área de estudio.....	12
7. Metodología.....	15
8. Resultados y Discusión.....	17
9. Conclusión.....	34
11. Bibliografía.....	36
12. Anexos.....	39

## I. INTRODUCCIÓN

Los factores determinantes de la precipitación pluvial en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, escarcha o rocío), son la humedad atmosférica y la temperatura de condensación. Existen grandes diferencias en la distribución de la lluvia de unas regiones a otras. El estado de Baja California es una porción del país con escasa precipitación, ya que tiene menos de 300 mm al año, exceptuando las partes más altas de las sierras que la recorren en toda su longitud, donde caen entre 400 y 600 mm al año. La única corriente de importancia es el río Colorado. El resto de los recursos superficiales son arroyos torrenciales de cauce corto y abrupto. Los acuíferos se encuentran sobreexplotados y acusan la intrusión de aguas salinas. Las demandas de agua por parte de los sectores usuarios, principalmente el uso agrícola y público urbano están llegando al límite de los recursos, incluso se están rebasando la disponibilidad en ciertas zonas. La sobreexplotación se concentra en 13 acuíferos de un total de 88 y es más grave en los siguientes acuíferos: Mexicali, Maneadero, San Quintín, San Simón, Col. Vicente Guerrero y Camalú. (Breña-Puyol, A.F.2000)

En el marco del desarrollo sostenible La Comisión Brundtland describe: “El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987, pg. 43). El uso de las tecnologías alternas están fuertemente vinculadas con el uso de fuentes alternas limpias, lo que representa una gran oportunidad para impulsar el desarrollo y más que el valor estratégico del recurso agua está presente en la mente de todos: los estadistas, los políticos, los gobernantes, los especialistas y la sociedad en su conjunto. Sin embargo, en ocasiones y ante la evidencia de nuestros sentidos, se considera que hay que hacer énfasis en que se realicen programas, proyectos y acciones sistemáticas y coordinadas para preservarlo.

Este trabajo busca analizar la factibilidad de la implementación de atrapanieblas en Ensenada Baja California como fuente alterna de obtención de agua mediante un modelo teórico de indicadores para lo cual se analizará información bibliográfica sobre trabajos que se han realizado en otras regiones del mundo, datos de meteorología y climatología en Ensenada así como también conocer la opinión de actores clave en el tema del agua.

## II. ANTECEDENTES

La niebla es una nube a ras de suelo. Se compone de pequeñas gotas de agua que al ser tan pequeñas no tienen el peso suficiente para caer y, por lo tanto, quedan suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento. La cantidad de vapor de agua que puede contener una masa de aire depende de su temperatura, así el aire caliente puede contener más vapor de agua que el aire frío. Cuando una masa de aire tiene más vapor de agua de la que puede contener a cierta temperatura (un punto llamado volumen de saturación de vapor), el vapor de agua se condensa originando nieblas. La niebla se forma más fácilmente en una masa de aire que tenga mucho polvo u otras partículas a las cuales se puedan adherir las gotas de agua. (Ecoamerica.2007)

La niebla de radiación es una de las más comunes en el otoño e invierno de las latitudes templadas: se asocia al enfriamiento radiativo de las capas más bajas de la atmósfera en las noches despejadas, frías y con poco viento y se forma por la existencia de una masa de aire cálida y húmeda sobre una superficie enfriada por la liberación del calor del suelo durante la noche (irradiación), en una atmósfera diáfana y casi sin viento; si ese aire contiene suficiente vapor de agua o hay una superficie líquida, se produce la condensación a ras del suelo formando la niebla de radiación.

La niebla de advección se asocia al encuentro de dos masas de aire de distinta temperatura y humedad, similar al mecanismo que genera los frentes (precipitación ciclónica). El enfriamiento del aire superficial puede llevarse a cabo cuando aire húmedo y cálido se desplaza sobre una superficie fría. La superficie debe ser bastante más fría que el aire desplazado horizontalmente sobre ella, de forma tal que los mecanismos de transferencia a la superficie enfríen el aire hasta su punto de rocío y se produzca la niebla. Este tipo de niebla siempre está relacionado con movimientos horizontales del aire.

Las nieblas orográficas se forman cuando una masa de aire húmedo y cálido es desplazado hacia una montaña; al ascender por la ladera tiende a expandirse y enfriarse; si es suficientemente húmeda el vapor de agua se condensará formando niebla. (Cruzat-Gallardo A. A.2004).

La obtención de agua a partir de la humedad del aire es una técnica sobre la que existen antecedentes de larga data. (Roberto Román L.1999) El conocimiento de la existencia, utilidad de éstas neblinas y de sus efectos probablemente data de a lo menos 5.000 años, ya que asentamientos humanos, tanto del litoral de Sur América como del interior del Continente, implementaron formas de utilización, recolectando el agua tanto desde la vegetación arbórea como de fuentes excavadas a los pies de los cerros costeros hasta donde se filtraba el agua después de chocar las nubes con ellos.

Así, desde principios del siglo pasado, varios investigadores, al observar el comportamiento de éstas nubes y sus efectos en los ecosistemas áridos, se abocaron a estudiar la factibilidad de establecer sistemas artificiales de intercepción de esta agua atmosférica. (Cruzat-Gallardo A. A.2004).

Los primeros estudios de viabilidad de los posibles sitios de recolección de niebla en todo el mundo y en Chile fueron realizados en 1954 - 1955 en la Table Mountain en Sudáfrica. El rendimiento promedio más de un año fue de 9 l/m<sup>2</sup>/ día. Las investigaciones en Tenerife en 1960, Cabo Verde, en 1962 y 1980, y Gran Canaria en 1965 fueron las siguientes. El mayor rendimiento alcanzado fue en Serra Malagueta, Cabo Verde, con un promedio superior a un año de 13,4l/m<sup>2</sup>/ día. En Chile las primeras investigaciones para la cosecha de niebla en lugares idóneos fueron realizadas en 1962 en Miramar. Un rendimiento promedio de 3 l/m<sup>2</sup>/ d se logró. En 1987, en El Tofo, Chile, el primer proyecto a gran escala de recolección de niebla se llevó a cabo para el pueblo de pescadores de Chungungo. 50 colectores de niebla fueron construidos, y en 1992 25 colectores de nieblas fueron añadidos. El rendimiento promedio de agua fue de 3 l/m<sup>2</sup>/ día para ofrecer a cada habitante con 33 L / día. Dado que este proyecto, el primero a gran escala y el uso exitoso de atrapanieblas, sistemas similares se han construido en todo el mundo en Guatemala, Yemen, Nepal, Namibia, Haití, Ecuador, Perú, Etiopía, Marruecos y Eritrea por el FogQuest ONG ([www.fogquest.com](http://www.fogquest.com)), para proveer de agua para los pueblos, sin otras fuentes de agua. La investigación de nuevos sitios está todavía en curso. (K, Johannsen.2010).



La colección de la niebla cae dentro de los límites de lo que se considera desarrollo sostenible. El mínimo daño al medio ambiente, los recursos locales (materiales y partes interesadas) se les anima a participar en todos los aspectos del proyecto. Lo que es importante tener los conocimientos locales y ampliar los mismos, la incorporación de las normas culturales y sociales en los del proyecto. Cuando el conocimiento es generado localmente, y se incorpora en un proyecto que ayuda a adaptarlo a las necesidades de las comunidades específicas, fomenta una jerarquía para la toma de decisiones. (R, Diehl.2009). La Recolección de niebla puede ser un suministro sostenible de agua durante el tiempo que se mantenga el sistema. Esto podría ser de 10, 100 o 1000 años. La durabilidad de un proyecto dependerá del componente humano. Las condiciones meteorológicas que producen la niebla se determinan por las circulaciones a gran escala en la atmósfera que pocos cambios-durante-largos-períodos-de-tiempo. (FogQuest-Fog-Collection-Manual2005).

En México se han realizado muy pocos estudios relacionados con la utilización de la niebla, sin embargo este año 2011 una alumna de la licenciatura de Diseño Industrial estudiante de la Universidad Iberoamericana (UIA), Susana Ninio, desarrolló un dispositivo denominado "atrapanieblas"(similar al creado en Chile) que puede recaudar al día entre seis y 22 litros de agua contenida en la niebla como una solución ante la escasez en zonas semidesérticas y desérticas de México. Detalló que hay "sitios como Coahuila y Baja California que son zonas desérticas donde llueve si acaso una o dos veces al año, pero a su vez tienen 250 días de niebla, entonces puedes generar agua a través de la misma y no tener lluvia". Susana Ninio logró determinar que dos de las zonas en donde se pueden utilizar con éxito son Ensenada, Baja California, o Las Alanzas, Coahuila. (Notimex.2011).

Un colector de la niebla (Atrapaniebla) es esencialmente una estructura que intercepta la niebla para recoger después condense agua en la atmósfera. La construcción de un colector de niebla estándar es relativamente fácil. (R, Diehl.2009).En cuanto a los tipos de atrapanieblas, los captadores más eficientes son los planos simples. Es decir, los de formas cilíndricas, hexagonales, en V, en U o en cualquier otra forma más compleja, son menos eficaces. Los captadores formados por cortinas múltiples, 2 ó 4, aunque aumentan la captación en pequeñas proporciones no se justifican por su mayor costo y complejidad. En cuanto a sus dimensiones, aunque las formas cuadradas son las más eficientes, por la facilidad de construcción y menores costos, se sugiere rectangular, de 12 x 4m. Estas dimensiones han probado en la práctica, ser las más convenientes. Con respecto al material captador, el más adecuado es la malla Raschel de 35% puesta en doble paño. (Agronomía.Uchile).

La construcción de colectores de niebla estándar ha sido probada para encontrar el más eficiente formulario. No se necesitan herramientas especiales o de tecnología muy sofisticada. Dos postes son necesarios, y estos pueden ser hechos con materiales que ya estén disponibles, como postes de madera, que ayudará reducir los costos fijos. Los postes deben estar bien colocados en el suelo, ya sea con una base de cemento o lo suficientemente profundo para garantizar la estabilidad. La base de la superficie colectora debe estar a unos dos metros (2 m) fuera de la tierra (R, Diehl.2009).

Cruzat-Gallardo (2004), menciona que para mayor captación describe que con una malla Raschel de 35% de sombra expuesta a la dirección preferencial de avance de la niebla en un período de tiempo. Estos puntos se determinan instalando en el terreno los denominados "Neblinómetros", que consisten en un bastidor o marco de fierro de 1,0 m x 1,0 m el que sostiene una malla Raschel, tersa, capaz de interceptar y condensar la humedad de la niebla, transformándola en gotas. Este aparato cuenta, además, con un sistema de recepción de gotas y un estanque o tambor para la acumulación del agua, elemento que permite su medición periódica.

En los atrapanieblas, los rendimientos esperables de captación de agua se sitúan de 2 a 10 [L/m<sup>2</sup>día](Ecococos.2012). En cuanto a los costos Según la ONG Canadiense FogQuest un colector de 40m<sup>2</sup> tiene un costo de \$1000 dls. (12,500 pesos mexicanos aproximadamente). Aunque los costos pueden ser menores si se consiguen los materiales localmente.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México es el cuarto un país megadiverso por tanto con muchos recursos naturales, sin embargo sus recursos no están distribuidos uniformemente. La ubicación geográfica y el relieve inciden directamente sobre la disponibilidad del recurso hídrico. Dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500 mm, mientras que el sureste es húmedo con precipitaciones promedio que superan los 2 000 mm por año. (Breña-Puyol, A.F.2000).

La parte Norte de México es mayormente árida lo que se traduce en escasez de precipitación pluvial. En el caso particular del estado de Baja California tan solo recibe como promedio 177mm anuales de precipitación y la única corriente de importancia es el río Colorado que aporta, conforme al Tratado Internacional de Límites y Aguas, 1850 millones de metros cúbicos anuales, que ayudan a garantizar el riego en el valle de Mexicali. (Comisión Nacional del Agua.2010) El resto de los recursos superficiales son arroyos torrenciales de cauce corto y abrupto. Los acuíferos se encuentran sobreexplotados y acusan la intrusión de aguas salinas. Las demandas de agua por parte de los sectores usuarios, principalmente el uso agrícola y público urbano están llegando al límite de los recursos, incluso se están rebasando la disponibilidad en ciertas zonas. La sobreexplotación se concentra en 13 acuíferos de un total de 88 y es mas grave en los siguientes acuíferos: Mexicali, Maneadero, San Quintín, San Simón, Col. Vicente Guerrero y Camalú. (Breña-Puyol, A.F.2000)

De acuerdo con las proyecciones (Consejo Nacional de Población, 1999), la población de la región alcanzará en el año 2025 una cifra de 4.4 millones de habitantes, de los cuales alrededor de 90% se concentrará en las ciudades de la franja fronteriza, con una fuerte presión adicional sobre los recursos hidráulicos para dotarlos de los servicios.

Actualmente mucho se habla del problema de la escasez de agua en Ensenada, Baja California tanto en la televisión, la radio el periódico y demás medios de comunicación, lo cual refleja lo importante que es el uso adecuado de este recurso. Sin embargo no se hace tanto hincapié en buscar alternativas y/o formas de obtener el valioso recurso como ya se hace en muchos lugares de países incluidos los Latinoamericanos. Por lo anterior se tiene que es de suma importancia preguntarse: ¿que tan factible (técnico y económico) sería que se implementara en Ensenada, B.C atrapanieblas como fuente alterna de obtención de agua?

## IV. JUSTIFICACIÓN

La mayor parte de las veces, las nieblas pasan desapercibidas o son comentadas por los peligros que encierran y los molestias y accidentes que provocan. Sin embargo, en no pocos países se asocian con su potencial hidrológico, siendo analizadas en investigaciones científicas, ponderándose su aporte de agua a los ecosistemas.

Pero es solo en épocas recientes que se ha abordado en forma sistemática el estudio del fenómeno que da origen a este tipo de neblinas y, más interesante aún, la forma de utilizarlas como una fuente alternativa de agua para consumo humano. Se trata, literalmente, de "ordeñar" las nubes.

Los trabajos ya realizados demuestran que el captar agua de las neblinas es viable. Sin embargo también ha habido fracasos en este tema. Varias veces no se ha respetado las consideraciones generales para captar esta neblina dinámica y no se ha captado lo esperado o bien el agua ha estado contaminada con sales. (R, Diehl.2009).

Aunque la lluvia es escasa en la zona occidente de Baja California, es frecuente la incidencia de niebla por la corriente fría de California. (Breña-Puyol, A. F. 2004) Desde principios del siglo pasado, varios investigadores de diferentes nacionalidades, al observar el comportamiento de éstas nubes y sus efectos en los ecosistemas áridos, se abocaron a estudiar la factibilidad de establecer sistemas artificiales de intercepción de esta agua atmosférica. (Cruzat-Gallardo, A.2004.) Los atrapanieblas son estructuras similares a un letrero caminero, compuestos de dos postes, una malla Raschel con 35% de sombra doble, una canaleta que recibe el agua colectada y un sistema de soportes. (Ecoamerica.2007) A partir de ahí el agua fluye a través de tuberías que la conducen a depósitos preparados para tal efecto, y es utilizada para diferentes fines como regar plantaciones, reforestación etc. (Cruzat-Gallardo, A. op cit.).

Por lo expuesto en el párrafo anterior se tiene que es de mucha relevancia que se haga una evaluación de factibilidad mediante un modelo teórico de indicadores Ambientales para la implementación de atrapanieblas en Ensenada Baja California como obtención alterna de agua, ya que no se han hecho suficientes estudios acerca del tema y es necesario que se hagan investigaciones para tener la suficiente información para la aplicación de alternativas.

## V. OBJETIVOS

### 5.1 General

- Desarrollar un modelo teórico de indicadores para la implementación de atrapanieblas en Ensenada, Baja California como fuente alterna de obtención de agua.

### 5.2 Específicos

- Identificar los principales componentes ambientales que influyen la formación de nieblas.
- Conformar un modelo teórico de indicadores que describa la aptitud de implementación como una fuente alterna de obtención de agua.
- Determinación de la percepción de utilización de atrapanieblas como fuente alterna de obtención de agua en Ensenada.
- Describir las condiciones que favorecen la implementación para la Ciudad de Ensenada.

## **VI. ÁREA DE ESTUDIO (Tomado de PDUCPE 2008-2030).**

El área de estudio es la ciudad de Ensenada Baja California situada a 31° 52' de latitud norte y a 116° 37' de longitud oeste. Según el censo del año 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI la ciudad de Ensenada tiene una población de 466,814 hab. A continuación se muestran datos relevantes del centro de población en estudio:

### 6.1 Rasgos geográficos

El área de estudio es un asentamiento costero; territorio cuyas características biofísicas están determinadas por la interacción tierra-mar-atmosfera. Se localiza sobre la costa noroeste de la península de Baja California, en la Bahía de Todos Santos, cuyos límites fisiográficos son: al Norte; punta San Miguel; al Sur, la península de Punta Banda; al Oriente, las islas de Todos Santos Norte y Sur; al poniente, está circundada por una cadena de lomeríos.

### 6.2 Rasgos climáticos

Se presenta un clima tipo seco templado con lluvias de invierno también conocido como mediterráneo. Este clima se presenta en aproximadamente 25% del municipio de Ensenada y domina la región noroeste desde la Misión hasta El Rosario.

La temperatura promedio de Ensenada es de 17.3 °C. Entre 1984 y 2004, la temperatura media anual registrada fue de 17.8°C, con un intervalo promedio mensual que osciló entre los 13.8°C y 22.6°C, correspondientes a Diciembre y Agosto, respectivamente.

### 6.3 Rasgos topográficos

La ciudad de Ensenada se construyó originalmente sobre planicies costeras y aluviales que limitan al Oeste con la Bahía Todos Santos y al Este con los lomeríos que son preludio a la cadena montañosa que atraviesa la península de Baja California a manera de columna vertebral. La mayoría de las zonas de baja pendiente corresponden a las planicies costeras, donde se asienta gran parte de la mancha urbana; incluyen las regiones Norte (Sauzal), central (primer cuadro de la ciudad) y Sur-Suroeste (valle de Maneadero, Ex –ejido Chapultepec y los humedales del Estero de Punta Banda). Otras áreas de baja pendiente son las mesetas, de las cuales la Meseta del Tigre es la más extensa y se localiza en el Norte, cerca del arroyo El Carmen.

Las zonas de pendiente inclinada bordean a las planicies costeras, y la mayoría se localizan en alturas entre los 100m y 250m. Los terrenos más escarpados se concentran en los lomeríos y regularmente se localizan en alturas superiores a los 200m.

### 6.4 Geología

La geología de la ciudad de Ensenada inicia con rocas volcánicas del mesozoico, con la presencia de la formación Alistos al Este; conglomerado de origen granítico del cretácico tardío y terciario temprano, y terrazas de origen fluvial del pleistoceno, sobre las cuales está asentada prácticamente toda la zona urbana del área de estudio.

### 6.5 Sismicidad

La presencia de la falla de Agua Blanca, la mayor estructura del noroeste de Baja California, ha provocado un sistema de fallas asociadas; la más activa es la falla de San Miguel, que provocó en 1956 un enjambre de 274 sismos, tres de ellos de 6.8°, 6.4° y 6.3° magnitud Richter.

### 6.6 Edafología

Predominan los suelos tipo Litosol y el Regosol. El primero cubre gran parte de las laderas suaves y escarpadas del Oriente y Surponiente (Pinínsula de Punta Banda) del centro de población. El segundo, domina las planicies costeras y aluviales. Le siguen en orden de cobertura el Fluvisol, asociado a las zonas de inundación de los arroyos Ensenada, El Gallo, San Carlos y Arroyo de Maneadero; Feozem domina los lomeríos y mesetas del noroeste (Sauzal y meseta de El Tigre); Xerosol, representando por una pequeña unidad en la parte alta del valle de Maneadero; Yermosol, con una unidad inmersa en la planicie costera en la parte media de la bahía (este tipo de suelo prácticamente ha desaparecido por causa del crecimiento urbano); finalmente, existe una pequeña unidad edafológica de Solochak localizada en la marisma del Estero de Punta Banda.

## 6.7 Hidrología

Las principales corrientes superficiales drenan hacia la costa del pacifico, sobre la bahía de Todos Santos; están dispuestas de manera sub paralela entre sí y perpendiculares a la costa. La dirección de drenaje se debe a los tipos de roca presente y a la gran cantidad de fallas y fracturas, cuya orientación predominante es Noroeste-Suroeste, lo que determina el flujo de las corrientes.

Los principales arroyos en la Bahía de Todos Santos que desembocan en la costa del pacifico son: 1) San Miguel, 2) Sauzal, 3) Cuatro Milpas, 4) Ensenada, 5) El Gallo, 6) San Carlos, 7) Las Ánimas. Los principales cuerpos de agua de la zona son: presa Emilio López Zamora, Estero de Punta Banda, La Lagunita de El Naranja y La Lagunita El Ciprés.

### 6.7.1 Hidrología subterránea

El abastecimiento de agua en l ciudad de Ensenada depende de los acuíferos Ensenada, Guadalupe, La Misión y Maneadero, y de la presa Emilio López Zamora, todos con problemas de sobreexplotación y salinización en diferentes grados. Los acuíferos localizados en el centro de población, son solo el de Ensenada y el de Maneadero.



## **VII. METODOLOGÍA**

### 7.1 Revisión Bibliográfica

Se consultaron artículos científicos en red, paginas de consulta de Datos estadísticos como INEGI, Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población de Ensenada etc., así como también libros electrónicos disponibles en red.

### 7.2 Construcción de un modelo Sistemas del proceso de “Generación de agua a partir de un atrapanieblas” (Fischer 1999)

El modelo de sistemas o modelo de entrada-salida es un ejemplo de modelo con un marco explícito para enfatizar como se desarrolla el proceso de atrapar agua a través de estos dispositivos (atrapanieblas) en cuatro elementos esenciales (Ajuste, Entradas, Proceso y Salidas) y a la vez, reconocer influencias externas en su comportamiento. Los cuatro elementos utilizados son bastante intensos como para poder entender el problema básico; y son tan ricos como para poder enfocarse a ellos y obtener más información. Mediante este modelo se identificaron los principales componentes que describen la problemática existente con respecto al agua y la formación de niebla.

### 7.3 Modelo teórico de indicadores Ambientales

Los indicadores ambientales son una herramienta para efectuar el monitoreo de los recursos naturales a través de la recolección de datos sistemáticos mediante mediciones u observaciones en series de espacio y tiempo. Se entiende por indicador ambiental a una variable o suma de variables que proporciona una información sintética sobre un fenómeno o problema ambiental complejo que permite conocer y evaluar el estado y variación de la calidad ambiental. Para la caracterización de los indicadores ambientales para la creación de un modelo teórico primero se identificaron los factores (Problemática de escasez de agua, Datos meteorológicos, Usuarios potenciales) con la información que se contaba se construyeron índices que abarcan lo ambiental y social.

### 7.4 Determinación de la percepción de utilización de atrapanieblas como fuente alterna de obtención de agua en Ensenada.

A) Entrevista y técnica de Grupo Nominal

Se elaboró un cuestionario abierto con 6 reactivos (Tabla 1) enfocados al tema del uso de Atrapanieblas en Ensenada B.C. Este cuestionario se aplicó a 3 actores clave seleccionados previamente por su experiencia en el tema del Agua (Meteorólogo del CICESE, Dr. Académico de la UABC, Ing. De CONAGUA, Ensenada).

B) Se realizó un análisis comparativo de percepción con las respuestas dadas de los entrevistados, elaborándose una tabla.

#### 7.5 Caso de Estudio: la Ciudad de Ensenada

A) Se recurrió al Departamento de Meteorología del CICESE donde se proporcionaron los datos de los años 2008 a 2010 así como también se obtuvieron los datos de estadística anual de Nieblas en la Base Aérea Militar No. 3 de Ensenada, de los años 2008 a 2011.

#### B) Ventajas y Desventajas

Es una técnica conocida como Diagrama de Prince para identificar ventajas y limitaciones para la implementación en Ensenada. Que tiene los atrapanieblas desde 3 ámbitos: ambiental, económico y social. Mediante flechas se muestra el grado de importancia de la ventaja y limitación.

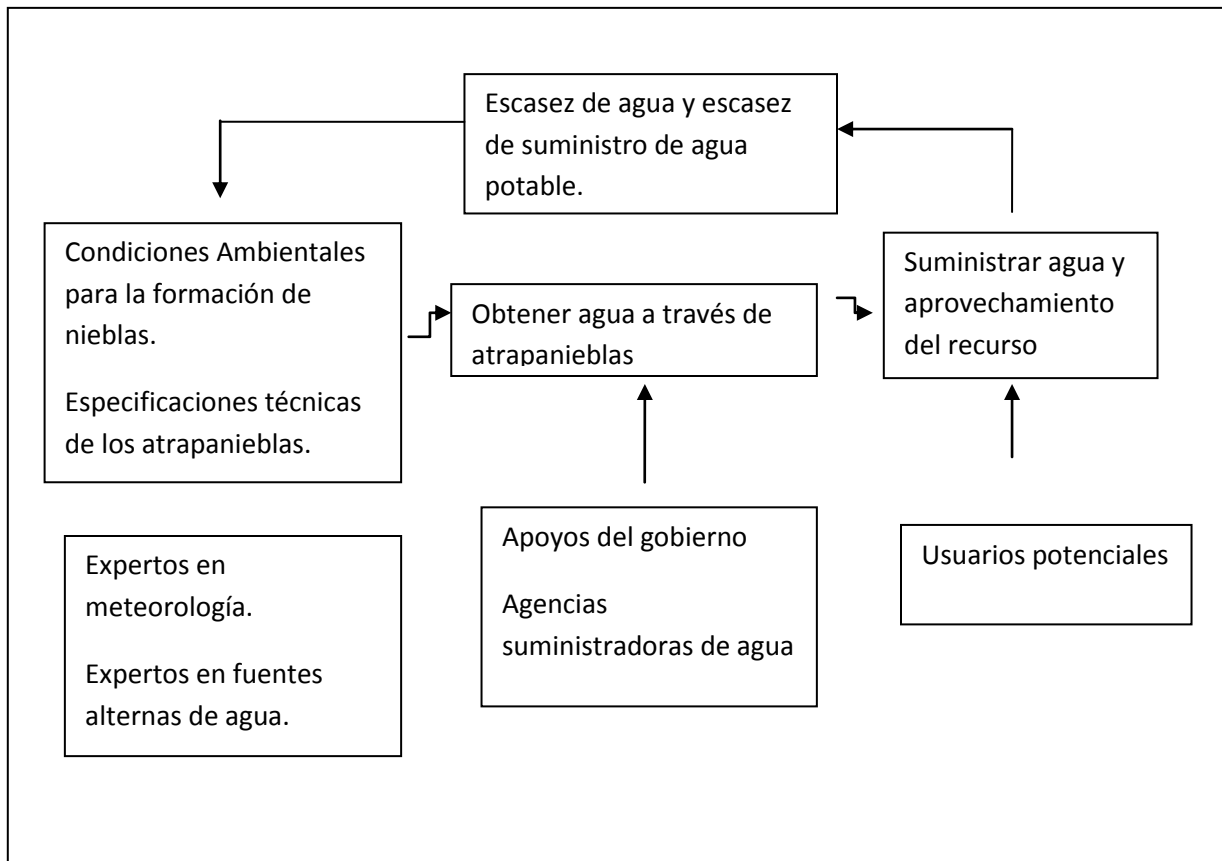
**Tabla 1.** Muestra el formato que se utilizó en las entrevistas.

<b>ENTREVISTA</b>	
<b>NOMBRE DEL ENTREVISTADO:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>NOMBRE DEL ENTREVISTADOR:</b>	
1.- ¿Qué opina del uso de los Atrapanieblas como alternativa en zonas con escasez de agua?	
2.- ¿Cree que son eficientes?	
3.- ¿Cree usted que en Ensenada están dadas las condiciones como para que se implementaran? En caso afirmativo.	
4.- ¿Qué tanta eficiencia cree que tendrían?	
5.- ¿Cree que los beneficios serian mayores que los costos?	
6.- ¿Cree usted que el gobierno apoyaría este proyecto?	

## **VIII. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **8.1 principales componentes que influyen en la formación de Niebla**

El modelo de sistemas que describe los cuatro principales elementos que describen el proyecto (Figura 1). En el esquema se muestra los aspectos más importantes que están implicados en la problemática de la escasez de agua, los acuíferos sobreexplotados y todo lo que respecta en cuanto al estudio de parámetros meteorológicos para la construcción de un modelo teórico de indicadores ambientales que ayuden a seleccionar los sitios con mayor aptitud de instalación de atrapanieblas.



**Fig. 1** Modelo de Sistemas que describe el Aprovechamiento del agua por medio de atrapanieblas.

El proceso empieza con hacer un estudio de prospección de nieblas, es decir con la medición de variables atmosféricas (Temperatura, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, nieblas, altura) para después hacer un trabajo de campo con el fin de elegir los sitios con mayor aptitud. Cuando se han elegido los sitios más aptos se instalan Neblinómetros que son un marco de 1m<sup>2</sup> con una malla tipo Raschel 35% de sombra de paño, sujeta a dos postes, con un tubo colector de pvc en la parte base del marco y un recipiente cuya medición de obtención de agua debe realizarse regularmente (Departamento de ingeniería de minas. Chile. S/f). Con las mediciones regulares que se hacen cada semana, mes y estación se elabora una base de datos. Una vez obtenido los datos se seleccionan los sitios más productivos y se instalan los atrapanieblas, cuya cobertura en m<sup>2</sup> es mayor a la de un Neblinómetro. Los más usuales son de 12m de ancho y 4m de alto teniendo 48m<sup>2</sup> (Scharnke. 2010).

Diehl, R. 2009 muestra en su trabajo “Colección de niebla y Desarrollo sustentable” que es muy importante tomar en cuenta a los usuarios potenciales a que participen en todos los aspectos del proyecto (creación, construcción, medición de datos, etc) porque promueve el desarrollo sostenible y la justicia social ambiental, esto es esencial para el éxito del proyecto.

En la Bahía de Chañaral en la tercera Región, Chile. Se instalaron 6 atrapanieblas con un total de 264 m<sup>2</sup>, más de un kilómetro de tuberías y un estanque de fibra de vidrio para almacenar los más de 1.000 litros diarios de agua que consiguen con el sistema, para el riego de plantación de 700 aloes vera.

Diariamente en Falda Verde se produce 1 m<sup>3</sup> de agua, con un promedio anual de 3 l/m<sup>2</sup>/día. La intensidad de captación varía de acuerdo con la temporada, siendo la de invierno-primavera la más productiva, con 10 litros por metro cuadrado promedio. En la temporada de verano-otoño la captación disminuye a 2 días. Toda el agua cosechada se almacena en 2 estanques de 5 mil litros y una piscina de 30 mil litros. (Ecoamerica. 2007).

En el Santuario del padre hurtado en Huentelauquén IV Región, Chile. Se instalaron 10 atrapanieblas 400m<sup>2</sup> de malla produce un promedio de 2000 litros de agua al día, haciendo posible el uso en riego de jardines, baños, uso domestico y quedando aun un excedente importante. Se informa que en algunos días puede no haber neblina y por tanto, la recolección de agua es nula; en cambio, durante otros días con neblina, se pueden recoger más de 15,000 litros. (Osses, P. *et al.* (s/f)).

## 8.2 Modelo Teórico de Indicadores de Aptitud de implementación como una fuente alterna de obtención de agua.

Según Roberto R. L. 1999, los aspectos de importancia que se deben de tomar en cuenta antes de hacer un estudio de prospección de nieblas en una región es si esta es a) Debe tener un cordón montañoso cerca (80 km en este caso); b) Las montañas deben estar próximo a las costas y perpendicular a la dirección del viento y c) hacia el continente debe haber un valle con fuerte radiación solar diurna.

Los parámetros más importantes en un estudio de prospección de nieblas son: La velocidad y dirección del viento, niebla, neblina, bruma, temperatura, humedad relativa y precipitación. A continuación se describe el significado de algunos de estos (Cruzat-Gallardo, A.2004).

Niebla:	La niebla es una nube a ras de suelo. Se compone de pequeñas gotas de agua que al ser tan pequeñas no tienen el peso suficiente para caer y, por lo tanto, quedan suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento. La visibilidad es menor de 1km. (Diehl, R.2009)
Neblina:	Se diferencia de la niebla en densidad y que la visibilidad es mayor a 1km hasta 10km.
Bruma:	Consistente en la suspensión de partículas muy pequeñas de suelo, etc. La bruma se diferencia de la neblina, además de su composición física, indirectamente diagnosticándola por el contenido de humedad relativa atmosférica: menos del 80 %, es bruma (polvo en suspensión): < 80 % HR y más del 80 %, es neblina (agua en suspensión): > 80 % HR
Humedad relativa:	La cantidad de vapor de agua presente en el ambiente.

### 8.3 Modelo de indicadores para la selección de sitios con mayor aptitud de instalar atrapanieblas en zonas costeras

Los aspectos que son de mayor relevancia y tomados en cuenta para la construcción de un modelo teórico está en relación a los servicios ambientales de fuente y soporte. de indicadores son:

$$IASitio = IAF(2) + IN(3) + IAM(2) + IAS(2):$$

#### **Dónde:**

$$A. \text{ Índice Aptitud Fisiográfica (IAF)} = CZC + CCM$$

Indicador que está en función de las características fisiografías relacionadas a la cercanía de la de zonas costeras, a colinas y montañas a más de 1 km de distancia de la costa. (Cereceda, P.1995).

Atributo	Criterios	Valores
Cercanía a la Zonas Costas(CC)	Distancia de 0 a 1 km	3
	Distancia de 1 a 2 km	2
	Distancia mayor a 2 km	1
En colinas y montañas (CCM)	Distancia de 1 a 2 km	3
	Distancia mayor a 2 km	2

$$B. \text{ Índice Aptitud Meteorológica (IAM)} = \text{Velocidad viento (VV)} + \text{dirección del viento (DV)} + \text{humedad relativa (H)}$$

(2)



<b>Atributo</b>	<b>Criteria</b>	<b>Valores</b>
<b>VV: Velocidad del viento</b>  (Diehl, R.2009)	velocidad igual o mayor de 3 Km/H  velocidad menor de 3Km/H.	3  1
<b>DV: Direccion del viento</b>  (Cereceda, P. 2001)	provenientes del NO (Noroeste),  provenientes del O(Oeste),  provenientes del NE(Noreste),  provenientes del E(Este)  provenientes del S(Sur).	5  4  3  2  1
<b>Humedad Relativa</b>  (Scharnke, 2010)	>80%,  70-80%,  60-70%,  50-60%  <50%.	5  4  3  2  1

*C.Indice de Niebla (IN):* Está en relación a la presencia de Niebla por meses en un sitio.

Atributo	Criterios	Valores
Presencia de Nieblina Alta	PA: >8 Meses de Niebla en 1 año.	3
Presencia de Nieblina Media	PM: >6 hasta 8 Meses de Niebla en 1 año.	2
Presencia de Nieblina Baja	PB: <6 Meses de Niebla en 1 año.	1

(Cereceda, P. 2001)

*D. Índice de Aptitud Social (IAS):*

Esta en funcion de los usuarios potenciales que carazcan de acceso al agua potable entubada, o que tengan problemas con el abastecimiento del recurso en zonas costeras y que tengan disposicion de colaborar en el proyecto desde un principio para que se encargen de su funcionalidad y mantenimiento.

Atributo	Criterios	Valores
Usuarios potenciales sin acceso al agua potable entubada.	En sitios cercanos a la costa (No mayor a 2km)	3
Usuarios potenciales con problemas de suministro de agua potable entubada.	En sitios cercanos a la costa (No mayor a 2km)	2
Usuarios potenciales sin acceso o con problemas de suministro de agua potable entubada.	En sitios cercanos a la costa (Mayor a 2km)	1

#### 8.4.2. Aplicación teórica

Se tiene como punto de interés un sitio que esta a 1.5 km de la costa donde habitan personas que tiene dificultades para obtener el recurso del agua, los monitóreos muestran que la velocidad del viento promedio son de 2 Km/H provenientes del NO(Noroeste) y una Humedad relativa de 80% con 7 meses de presencia de Niebla. Aplicandose el modelo teórico de indicadores se tendria lo siguiente:

**IASitio= IAF(2) + IN (3)+ IAM(2) + IAS(2):**

*Índice Aptitud Fisiográfica (IAF):*  $2(2)=4$

*Índice Aptitud Meteorológica (IAM):* Velocidad viento (VV)+ dirección del viento (DV)+ humedad relativa (H) (2):  $1+5+5(2)=22$

*Índice de Niebla (IN):* Presencia Media= 2

*Índice de Aptitud Social (IAS):* 4

**IASitio= 4+22+4: 30**

El sitio que se tomó como ejemplo según el modelo de indicadores es Muy apto para que se instale un atrapanieblas en ese punto.

Teniéndose así que con los sitios en los que se tengan como suma valores de:

>30 Muy aptos

25-29 Aptos

<25 No recomendables

## 8.5 Percepción de utilización de atrapanieblas como fuente alterna de obtención de agua

En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestra un cuadro comparativo de las respuestas obtenidas en las entrevistas a expertos en el tema del agua y energías alternas.

PREGUNTAS	EXPERTO EN METEOROLOGIA	EXPERTO EN PRODUCCION DE AGUA MEDIANTE FUENTES ALTERNAS	TOMADOR DE DECISION EN SUMINISTRO DE AGUA
<b>¿Qué opina del uso de los Atrapanieblas como alternativa en zonas con escasez de agua?</b>	-Necesitas hacer un estudio para ver hasta dónde va a llegar la neblina, entre más alejado es más difícil que se formen las neblinas, en la parte de las costas es mejor”.	-Pues si es una alternativa. -Bajos caudales de agua” “cuestiones de subsistencia y uso domestico”.	-Hay muchos lugares donde no se tiene agua.  - Los atrapanieblas deben funcionar, para agua potable.
<b>¿Cree que son eficientes?</b>	-Por ejemplo para las costas sí, pero ya para más adentro yo si lo veo un poco innecesario.	-Zonas altas con gran presencia de Niebla.	-Hay lugares, habría que escogerlos de acuerdo a condiciones climáticas, lugres pegados a la costa.
<b>¿Cree usted que en Ensenada están dadas las condiciones como para que se implementaran?</b>	-Si yo creo que si, por que hay mucha humedad”.	-Sí, principalmente en el área del mirador y en la Bufadora.	-La zona Norte y Sur de la Ciudad.
<b>¿Qué tanta eficiencia cree que tendrían?</b>	-Si puede ser factible, pero necesitas ver esos parámetros.	-Si puede ser una opción pero para una zona muy especifica.	-Si se escogen bien los lugares estratégicos, son muy eficientes.
<b>¿Cree que los beneficios serian mayores que los costos?</b>	-Los beneficios son muy buenos.	El costo está más arriba que el beneficio.	-Solamente el hecho de que una familia no tenga agua y de que a base de ese método va a tener agua para cubrir sus necesidades más elementales con eso.
<b>¿Cree usted que el gobierno apoyaría este proyecto?</b>	-El gobierno si puede apoyar pero necesitas demostrar que si se puede ser factible, cuantos días de nieblas, la intensidad, cuanto se va a condensar, si ven que si es bueno van a apoyar”.	-Si claro, de que hay apoyo si se puede obtener apoyo para un proyecto como éste”.	-Posiblemente si, a través de la SEDESOL, o aquí en el estado, son dependencias que precisamente están para eso.

Las discusiones en primera instancia van orientadas a los comentarios que hicieron los actores claves en el tema del agua y energías alternas. En la primera pregunta del cuestionario de la entrevista se les preguntaba que si que opinaban del uso de los Atrapanieblas como alternativa para la escasez de agua en zonas áridas, los 3 entrevistados comentaron que sí era una alternativa, el Experto en meteorología hizo énfasis en hacer un estudio de incidencia de niebla e intensidad de las mismas, el Experto en tecnologías del agua comentó que en realidad es para una baja captación de agua y el Tomador de decisión comentó que hay muchos lugares donde no hay agua y dijo que los atrapanieblas deben funcionar.

En cuanto a la eficiencia como tecnología para la captación de agua, el 100% contestó que sí pero con limitantes. El 60% dijeron que era muy importante que se instalaran cerca de las costas para tener más tiempo de captación de las nieblas esto concuerda con Cruzat-Gallardo (2004), comenta que es necesario hacer antes un estudio de prospección de nieblas el cual consiste en determinar el o los puntos geográficos en los cuales se puede captar el mayor volumen de agua.

La tercer pregunta estaba enfocada a si Ensenada tenia las condiciones meteorológicas para que se implementaran los Atrapanieblas, la respuesta fue un contundente “sí”, porque comentó el meteorólogo que hay mucha humedad y muchos días de niebla dijo el Dr. Felipe. El Ingeniero Abel comentó que principalmente en la zona Norte y Sur de la ciudad.

En la cuarta pregunta se les preguntó a los entrevistados de la eficiencia probable de los Atrapanieblas en Ensenada, la respuesta fue la misma; primero se necesitaría conocer los pormenores: días de nieblas, intensidad e intermitencia, ya con estos datos sentar las bases para poder decir si serian eficientes. Cruzat-Gallardo, A.2004. Comenta que también es necesario conocer la dirección preferencial y velocidad del viento: horaria, diaria, semanal, mensual, anual y estacional y la dirección preferencial de la niebla con mayor potencial hídrico con su frecuencia relativa horaria, semanal, mensual, anual y estacional. El análisis final de esas variables permite determinar el potencial de captura de agua desde la niebla expresada en cm<sup>3</sup> de agua captada / m<sup>2</sup> de malla / día.

La quinta pregunta estaba enfocada a los costos y beneficios, el meteorólogo se enfocó hacia lo técnico, comentó que los beneficios serian mayores, mientras que el Dr. Felipe se enfocó en lo económico y dijo que hasta ahora los costos de los materiales están por encima y el Ingeniero Abel se enfocó mas en lo social, dijo que con tan solo el hecho de que una familia no tenga agua y que por medio de los atrapanieblas la obtendrá es razón más que suficiente para decir que los beneficios serian mayores.

## 8.6 Análisis General para la implementación en Ensenada.

### A) Análisis de Percepción a nivel local: informantes clave.

Los actores claves que fueron entrevistados comentaron que hacer esto es viable, el gobierno puede apoyar proyectos como este, para el beneficio de familias que con mucha dificultad obtienen el agua o que no cuentan con el recurso. Aunque el agua colectada por los atrapanieblas se le puede dar muchos otros usos como reforestación, agricultura, ganadería, regado de áreas verdes, etc. Aunque para esta región los usos probables antes mencionados para la Región de Ensenada no serían muy viables ya que existen otras fuentes locales como lo son las aguas tratadas.

### B) Condiciones meteorológicas por años en el periodo 2008-2011.

De acuerdo a Peinado- Lorca y Delgadillo Rodríguez (1990) las nieblas son un recurso natural que tenemos en Ensenada B.C y que no está siendo aprovechado. Vivimos en un periodo de tiempo donde se tiene que sacar el máximo provecho a los recursos con los que se cuenta de una manera responsable y sostenible. (Conferencia de Las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. 2004).

En el año 2008 todas las ocasiones en que la humedad relativa fue igual o mayor de 80% en los meses hubo niebla, neblina y bruma. En 9 meses se presentó niebla. Fueron 5 meses donde la Humedad relativa fue mayor de 80%.

La velocidad del viento es muy importante para que lleve la humedad en el ambiente a los sitios donde se tienen los atrapanieblas y se condense en estos y se forme el agua. La velocidad no debe superar a 10 km por que la disiparía ni menor a 1 km/h. En el año 2008 la velocidad promedio no rebasó los 10 Km/h pero en el mes de Marzo la velocidad promedio si fue menor a 1 Km/h. Predominaron los vientos del Oeste. El año 2008 tuvo 207 mm de precipitación.

En el año 2009 el mes de Septiembre fue el que presento menos de 1 Km/h de velocidad de viento promedio, los demás meses superan el 1 Km/h siendo el mes de febrero el que tuvo el promedio más alto con 1.8. En cuanto a la Humedad relativa tres meses superaron el 80% todos los demás estuvieron por encima de 75%. En todos los meses se presentaron neblinas y bruma, en 7 meses nieblas. Predominaron los vientos de Oeste. El año 2009 tuvo 149 mm de precipitación.

En el año 2010 predominaron los vientos del Noreste y solo en el mes de Septiembre la velocidad promedio del viento fue menor a 1Km/h, Marzo tuvo el promedio más alto con 2.1 Km/h. En todos los meses se hubo neblina y bruma, en 8 meses se presentó niebla. Solo en el mes de Diciembre la humedad relativa superó el 80%, el mes de Octubre tuvo el menor porcentaje con 54%. El año 2010 tuvo 421 mm de precipitación.

Del año 2011 no se cuentan con los datos de dirección y velocidad del viento. En 8 meses hubo niebla y en los 12 meses neblina y bruma. En lo que respecta a la Humedad relativa desde el mes de Junio hasta Octubre rebasó el 90%, el mes de Enero tuvo el promedio más bajo con 74%. El año 2011 tuvo 325.3 mm de precipitación.

La delegación San Antonio de las Minas cuenta, a partir de junio de 2007, con suministro de agua potable 24 horas al día, debido a la entrega de 1,365 metros lineales de tubería proporcionados por CESPE. El consumo promedio mensual de agua por habitante en la zona de estudio se considera de 7,500 litros (CESPE, 2006). De acuerdo con las proyecciones poblacionales, la demanda de agua para los próximos años se incrementaría entre 20 y 30% cada 5 años. Esto significa, que más allá de la sobreexplotación de los acuíferos es urgente presentar una alternativa para satisfacer las necesidades poblacionales. Los habitantes de esta delegación podrían ser usuarios potenciales del agua captada por atrapanieblas.

La Comisión Nacional del Agua, a través de su Gerencia de Aguas Subterráneas, determinó en abril de 2002 la No Disponibilidad Media Anual de agua subterránea ante el desequilibrio negativo que manifiesta el manejo del Acuífero Libre de Ojos Negros. Para llegar a esta determinación se apoyó en la diferencia ocurrida entre las entradas de agua al acuífero, que como Recarga Total Media estima en 19.00 Mm<sup>3</sup>/año, contra las Salidas o Descarga Total Media cuantificada en 24.97 Mm<sup>3</sup>/año, por lo que resulta una disponibilidad negativa de -5.97 Mm<sup>3</sup>/año.



En Maneadero el Acuífero está sobreexplotado, para llegar a esta determinación se apoyó en la diferencia ocurrida entre las entradas de agua al acuífero, que como Recarga Total Media estima en 20.80 Mm<sup>3</sup>/año, contra las Salidas o Descarga Total Media cuantificada en 37.66 Mm<sup>3</sup>/año, por lo que resulta una disponibilidad negativa de -16.86 Mm<sup>3</sup>/año. En este lugar hay familias que tienen dificultad para abastecerse de agua según la CONAGUA aunque no se especifica cuantos son los hogares, por lo que estas familias podrían ser usuarios potenciales del agua captada por atrapanieblas.

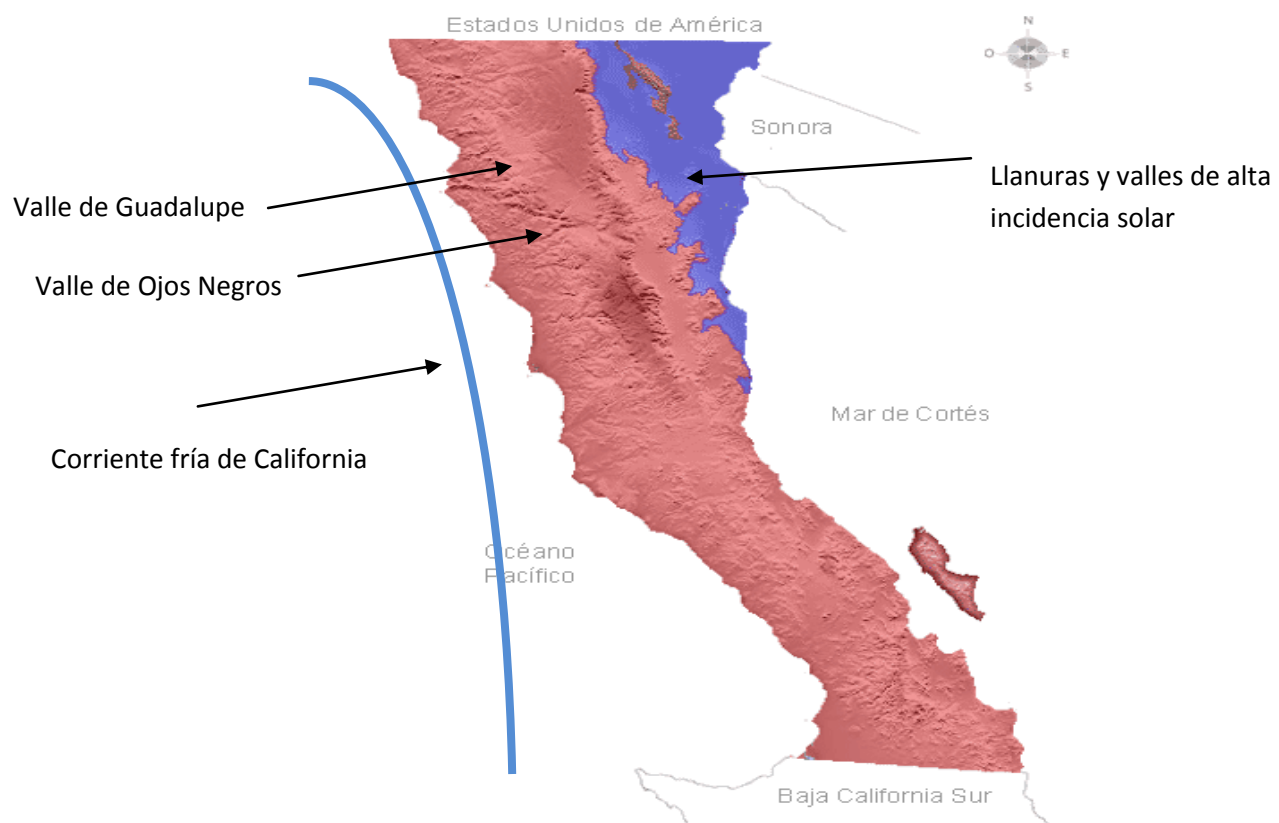
Según el Programa Integral del Agua de Ensenada (PIAE) 2008 El mayor déficit de regularización de suministro de agua existe en la zona Sur, en los fraccionamientos conocidos como Villas del Real 4 a 7 y Villas del Rey. Otros fraccionamientos con déficit de regulación son: Colinas del Mar, VI Ayuntamiento y Praderas del Ciprés. Por lo que los habitantes de estas colonias podrían ser usuarios potenciales del agua captada de las nieblas.

#### 8.7 Análisis general para el caso de Ensenada

Se tiene en los 12 meses del año neblinas y de 6 a 9 meses de niebla, gran cantidad de humedad relativa al superar el 77% como promedio en los 4 años de estudio y vientos superiores a 1.5 km/h como promedio. La dirección del viento es variable dominando los vientos del Noroeste y Oeste.

La corriente marina helada de California hace que la costa de Ensenada resulte relativamente fría con numerosas nieblas y de clima más húmedo en general.









La cadena montañosa que se extiende a lo largo de toda la península tiene una singular importancia en la división biogeográfica peninsular las vertientes occidentales que miran hacia el Pacífico (caso de Ensenada) resultan ser más húmedas y actúan como pantalla frente a la penetración de las brisas. (Peinado- Lorca, M. y J. Delgadillo Rodríguez.1990).



**La Figura 2.** Muestra como la región de Ensenada cumple con los puntos mencionados anteriormente.

## 8.8 Ventajas y limitaciones de los atrapanieblas

Diagrama de Prince

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
<p>Técnicas: relativamente fácil de instalar, luego de los estudios previos de factibilidad. La operación y mantenimiento no presenta mayores dificultades.</p> <p>Bajo costo de tecnología</p> 	<p>Necesidad de contar con estadísticas confiables previas a la ejecución de un proyecto.</p> 
<p>Ambientales: es su principal ventaja, por los impactos positivos a la salud humana y al medio ambiente. Representa además una nueva fuente de agua, que no compite con otras fuentes tradicionales.</p> 	<p>La comunidad beneficiaria debe estar motivada para colaborar en todo el proceso y hacerse cargo del mantenimiento y operación del proyecto.</p> 
<p>Económica: para abastecimiento de agua potable comparativamente aparece como una alternativa más viable que el sistema tradicional de abastecimiento (camión pipa).</p> 	<p>Elevado costo de aducción, si el lugar de captación se aleja del sitio de uso.</p> 
<p>Socialmente. Se anima a la población beneficiaria a participar en el proyecto y así comprometerse con el cuidado del equipo y del recurso.</p> 	<p>Tener en cuenta que los terrenos del entorno pueden ser fuentes de aporte de minerales pesados dañinos para la salud.</p> 

(Diehl, R.2009)

## 8.9 Consideraciones

Es muy importante tomar en cuenta al momento de elegir un sitio como punto de interés para la instalación de Atrapanieblas, la estética y el paisaje, ya que de no hacerlo se tendrían problemas que acarrearían el fracaso del proyecto, por lo tanto antes de cualquier acción debe conocerse las características del sitio, que tan importante paisajísticamente hablando es el lugar.

Otro punto importante es la de involucrar a los usuarios potenciales en el proyecto, esto desde un comienzo, que conozcan todos los detalles, que expresen su percepción e ideas para que tiempo después ya que se haya instalado el equipo se encarguen de su funcionalidad y mantenimiento.

El agua que se obtiene de los Atrapanieblas no es agua destilada. Ya que las nieblas se conforman a partir de núcleos minerales que atraen las gotas de agua, aunque es potable es conveniente clorarla o hervirla si se almacena en estanques, también es recomendable usar filtros, como la malla también capta polvo, se recomienda que cuando sucede un periodo amplio sin niebla, la primera “cosecha” no se destine para consumo humano. (Econoamerica, 2007).

También pudiera quedarse atrapado polen y semillas de plantas que pudieran caer en tierra y nacer, por tanto es recomendable remover la vegetación que pudiese llegar a crecer en el sitio.

## IX. CONCLUSIÓN

El Modelo Teórico está en relación a los servicios ambientales de fuente y soporte. Está conformado por cuatro índices: Índice de Aptitud Fisiográfica conformado por los atributos de cercanía a la costa y colinas y montañas. Índice de Aptitud Meteorológica conformado por los atributos de velocidad del viento, dirección del viento y humedad relativa. Índice de Niebla conformado por el atributo de presencia de niebla y el Índice de Aptitud Social está conformado por el atributo de los usuarios potenciales que carezcan de acceso de agua potable entubada.

El análisis de percepción de la implementación de uso de atrapanieblas como una fuente alterna de suministro de agua en Ensenada, es favorable debido a las presencia de condiciones meteorológicas necesarias, la problemática de escasez de agua y acuíferos sobreexplotados, los problemas de suministro y distribución de agua que provoca que haya familias sin acceso o con problemas para contar con el recurso.

Ensenada Baja California tiene las condiciones meteorológicas propicias para que se instalaran atrapanieblas como forma alternativa de aprovechamiento para la obtención de agua, esto porque los datos arrojan que desde los años 2008 a 2011 muestran que en los 12 meses del año se tienen neblinas y de 6 a 9 meses de niebla, gran cantidad de humedad relativa al superar el 77% como promedio en los 4 años de estudio y vientos superiores a 1.5 km/h como promedio. Aunque como comenta el autor Cruzat-Gallardo, A.2004 es necesario contar con estadística confiable conocer la dirección preferencial y velocidad del viento: horaria, diaria, semanal, mensual, anual y estacional y la dirección preferencial de la niebla con mayor potencial hídrico con su frecuencia relativa horaria, semanal, mensual, anual y estacional. El análisis final de esas variables permite determinar el potencial de captura de agua desde la niebla expresada en cm<sup>3</sup> de agua captada / m<sup>2</sup> de malla / día.

El modelo teórico de indicadores permitirá seleccionar los sitios más aptos para la instalación de primero neblinómetros y posteriormente atrapanieblas en Ensenada, B.C, así como también identificar los usuarios potenciales del agua captada.

Las limitaciones de éste modelo teórico de indicadores es que se tiene que contar con información meteorológica, geográfica y estadística confiable y exacta con datos diarios, semanales, mensuales, estacionales y anuales, de no contar con los resultados no serán confiables y la selección de sitios aptos podría no ser adecuada teniéndose como resultado final el fracaso del proyecto.

Lo consecuente a hacer es correr el Modelo Teórico de Indicadores con información de las 3 estaciones meteorológicas que hay en la ciudad de Ensenada (CICESE, Base aérea Militar No. 3 y la estación automática de la Presa Emilio López Zamora) dividiendo a la ciudad en tres zonas: Norte, Centro y Sur, así como también con los datos de pendientes y curvas de nivel todo condensándolo en un SIG (Sistema de Información Geográfica) dando como resultado los sitios más aptos para la instalación primero de Neblionómetros y posteriormente según a la información que arrojen estos los Atrapanieblas.

## **X. BIBLIOGRAFIA**

Breña-Puyol, A.F.2000.Precipitación y recursos hidráulicos en México. Universidad Autónoma Metropolitana.319pp.

Cereceda, P. 1995.Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural. Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Cipma, Vol XVI - Nº 4: 51-56

Cereceda, P. et al. 2001. Penetración continental de la niebla de advección en Terapacá, Chile.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE).2006

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.1987. Pag. 43.

Comisión Nacional del Agua.2000.

Comisión Nacional del Agua.2010. Estadísticas del Agua en México, edición 2010 México, D.F. Disponible en línea: [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.2004.

Consejo Nacional de Población.1999.

Cruzat-Gallardo, A.2004. El uso de las nieblas en la recuperación del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 16: 281 -292.

Diehl, R. 2009. FOG COLLECTORS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Miami University Oxford, Ohio.

ECOAMERICA.2007.Proyecto Falda Verde: AGUA EN EL DESIERTO. Disponible en línea: [www.ecoamerica.cl/pdf\\_notas/68/53-55\\_faldaverde.pdf](http://www.ecoamerica.cl/pdf_notas/68/53-55_faldaverde.pdf)

Ecococos. 2012. Atrapanieblas: un sistema tradicional de captación de agua. Disponible en línea:

<http://www.pve.unam.mx/beneficios/periodico/exalumnos006.pdf>

Ficher, D.W.1999. Técnicas para la formulación de políticas en zonas costeras. Mexicali, Baja California: UABC, 2000.

FogQuest. 2005. Fog collection manual.

Guido-Soto, A. (s/f) Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile. Corporación Nacional Forestal IV Región Cordovez 281, La Serena, Chile.

Johannsen, K.2010.

Martínez- López, J.S.2004. Estrategias metodológicas y técnicas para la investigación social. Disponible en línea: <http://mx.geocities.com/seguimientoycapacitacion/>.

Notimex. 2011.

Osses, P. *et al.* (s/f) Los atrapanieblas del santuario del padre hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación

Partida –Bush, V. 1999. Proyecciones de la población económicamente activa de la matrícula educativa de los hogares y las viviendas y de la población por tamaño de la localidad. CONAPO. Mexico, D.F.86pp. Disponible en línea: <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/Proyecciones/pdf/proypea.pdf>.

Peinado-Lorca, M y J, Delgadillo-Rodríguez. 1990

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Ensenada (PDUCPE) 2008-2030.



Programa Integral del Agua de Ensenada (PIAE). 2008.

Scharnke, M.R. 2010. Atrapanieblas. Fog as a Drink Water Resource.

UNCTAD.2004.Cuestiones:unapanorámica.Vol.4.Disponibleenlínea:  
[http://unctad.org/es/docs/issmisc200411\\_sp.pdf](http://unctad.org/es/docs/issmisc200411_sp.pdf)

<http://www.agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/11999/hugfupac/atrapanieblas.htm>

## ANEXO ENTREVISTAS

### Entrevista 1. Informante clave experto en Meteorología (EMETEO)

**Daniel.-** ¿Qué opina del uso de Atrapanieblas como alternativa en zonas de escasez de agua?

**EMETEO.-** En primera en las zonas áridas, estamos hablando de una zona donde estamos alejados de las costas y normalmente ya alejados de las costas ya es más difícil que la niebla entre, se puede formar niebla desde valles, pero esas nieblas de valle las montañas al ir subiendo el aire caliente choca sobre la montaña, tiende a subir, se enfría, cuando en la noche que ya hace frío todo eso tiende a bajar, entonces acá abajo se forma la niebla entonces es una neblina de valle y ésta abarca todo lo que es el valle, aquí nosotros por ejemplo si tu quisieras poner una malla para nieblas fuera de las costas, si te va a llegar, pero necesitas hacer un estudio para ver hasta dónde va a llegar la neblina, porque si te metes muy adentro, por ejemplo aquí en el valle de Guadalupe ya no vas a encontrar gran cosa, ósea que entre más pegado a la costa es mejor, entre más alejado es más difícil que se formen las neblinas y aparte que te pueda servir el equipo hasta allá porque ya no te va a llegar la neblina que se forma en la parte de las costas.

**Daniel.-** Entonces usted ¿lo miraría como algo factible que si se puede hacer?

**EMETEO.-** por ejemplo para las costas sí, pero ya para más adentro yo si lo veo un poco innecesario, por que digamos la capa de neblina se forma en el transcurso de la mañana , cuando todavía no está el calentamiento solar, entonces cuando llega el calentamiento del sol empieza eso como a disiparse , entonces al haber esa disipación y en los valles tu pones un equipo de esos para poder captar algo y quizás digamos lo quieres poner cerca de las costas vas a tener más que en los valles.

**Daniel.-** ¿De lo que usted ha escuchado y leído de los Atrapanieblas cree usted que son eficientes o sirven de algo?

**EMETEO.-** Bueno mira, aquí vinieron a decirme que querían poner un atrapaniebla, pero de allí en fuera que digamos que yo sepa que haya alguien que haya puesto un

atrapaniebla no, no sé, siento que si hay gente por ejemplo los agricultores que quieren digamos la humedad que llega con la neblina, para los cultivos ¿no?, entonces ésta gente están poniendo su equipo, unas mallas de aluminio o algo de eso para que pueda condensarse la humedad y pueda caer sobre las plantas ¿no?, pero esto los agricultores lo están haciendo los que están pegados a las costas, los que ya están hacia el valle de Guadalupe, ya no lo hacen porque ya es más difícil, por ejemplo aquí quizás tengamos 5 días con neblina o 4 días y ellos quizás haya tengo 1 o 2 días nomas y aparte nosotros tenemos más tiempo con esa capa y ellos tienen menos tiempo porque el calentamiento es más fuerte, entonces los agricultores si lo están utilizando, yo te digo de esas personas que querían hacer ese atrapanieblas, vinieron aquí eh hicieron el estudio, pero nunca vinieron a decir si lo pusieron o no lo pusieron, pero si se de algunos agricultores que lo están haciendo, pero agricultores que están aquí por ejemplo en Maneadero , acá pegados al valle de San Quintín toda esa parte, todo pegado a las costas, ahora también te podría servir para que condensara el agua y callera sobre los arroyos y ríos ¿no?, pero quién sabe si sea el costo redituable por la cuestión de agua que te va a llegar ¿no?.

**Daniel.-** Por ejemplo ahorita en otros países donde se sabe que lo están haciendo por ejemplo en Chile, en el desierto de Atacama lo hacen porque hay mucha escasez de agua entonces ellos también tienen esa incidencia de niebla.

**EMETEO.-**Bueno en Chile sí, pero lo que yo supe fue en Israel, en Israel también están haciendo pero no tanto de neblina si no de vapor de agua, están agarrando vapor de agua y lo están condensando y están formando agua, entonces digamos por ejemplo tu sabes que ahorita hay métodos para condensar el agua y eso, pero lo que ellos están haciendo es capturar el vapor de agua, lo condensan y entonces que haya agua en un lugar determinado.

**Daniel.-** Pero ese procedimiento si es medio caro ¿no?

**EMETEO.-** Pues tendría uno que ver ¿no? costos, porque si tú no tienes forma de obtener agua a la población y quizá digamos al principio te va a salir muy costoso, pero ya después te va a salir mejor porque ya teniendo la maquinaria ya después es solo el mantenimiento y quizá la operación nada mas, entonces ya quizá te salga más barato, quizás sea como estas que al agua de mar le quitan la sal, la convierten en agua dulce ¿no? pero así como te digo para que la gente haga eso, primero se necesita un estudio y ver si le conviene, porque si no va a decir pues para que lo hago ¿no?, y así cuando yo halle necesidad y digamos que ya no halla forma de obtener el agua entonces si ¿no?. Aquí en México, en la zona sur como

llueve mucho pues no hay tanta escasez de agua, pero toda la porción norte es donde hay mucha escasez de agua, entonces toda esta población, es necesario que se hiciera un estudio para ver como pudieran ellos con lo de la obtención del agua ¿no? y yo creo que allí los que están cerca de los océanos, pues como dices tú hacerlo por medio de la captación de nieblas o de vapor de agua y la otra los que no están cerca de los océanos, yo creo que es la captación de vapor de agua, porque ya casi de niebla, ya casi no, porque no tendrías neblinas, si vapor de agua. Israel está haciendo eso. Chile está como nosotros, tiene una corriente de agua fría, se forman nieblas y las están aprovechando, entonces aquí se podría hacer, seria ver como hicieron ellos y tratar de aplicarlos aquí. Yo creo que sería muy bueno.

**Daniel.-** ¿Cree que aquí en Ensenada están dadas las condiciones meteorológicas como para que se implementaran los atrapanieblas?

**EMETEO.-** Si yo creo que si, por que hay mucha humedad.

**Daniel.-** Y esto de la corriente de California también ¿no?

**EMETEO.-** No pues la Corriente de California siempre está ¿no?, las 24 horas del día, la cuestión que digamos, que exista la surgencia, las aguas frías de abajo tienden a subir, entonces se forma la capa nubosa, la neblina, pero cuando no hay una surgencia pues no hay una capa de neblina, si no que una capa nubosa nomas y hasta allí ósea que si pudiera ser.

**Daniel.-** ¿Qué tan eficiente podría ser que si se pusieran aquí, dada las condiciones meteorológicas?

**EMETEO.-** Mira eficiente eficiente tendría uno que ver los pormenores, tendría uno que ver desde como por ejemplo ustedes que tengan contacto con Chile para ver cómo está el proceso ¿no?, ver cuántos días de niebla hay aquí, y así por decir si nos conviene porque, como te vuelvo a repetir quizás las nieblas si llegan aquí pero no sean tan intensas como las que se dan en Chile , hay todo un sistema montañoso muy fuerte, muy altas ¿no?, aquí nuestras montañas son menos intensas y quizás digamos que eso no permita que la niebla se quede así como halla en Chile ¿no?, para poder decir exactamente que es muy factible y todo eso tendría que hacer un estudio de trabajo de campo o le llaman un estudio de mercado y ese estudio de mercado , lo que haces si con otros mercados hicieron un trabajo

si es factible o no factible con eso ¿no?, yo aquí como no tienes un estudio de campo así, pero ves todo eso y para eso tienes que ver en otros lugares del mundo donde halla las circunstancias y que puedas compararlas con México , tienes un comparativo que como esas neblinas de halla se forman aquí, y el grado de magnitud es la misma, entonces como te digo, yo te podría decir si si son las neblinas igual que Chile pero la magnitud quizás no es la misma, la frecuencia no es la misma, entonces yo te digo si es muy factible que se pongan un atrapanieblas y a la mera hora, cuando tu empieces a ver todo ese proceso ¿no? estamos muy por abajo. Te lo repito porque aquí hace 2 años unos muchachos llegaron me dijeron que querían hacer un generador de energía por medio del viento, les dimos los datos del viento y pues si aquí hay mucho viento pero a ciertas fechas y en otras pues ya nada, vinieron y me dijeron pues que no era factible, halla por Chapultepec donde está un edificio, por medio del viento, empezaron a ver me preguntaron, hicieron el estudio vieron que les salía más caro el caldo que las albóndigas, hicieron el estudio la velocidad del viento que necesitaban era mayor, se necesitaba que fuera constante. Tú necesitas tener bases que es factible, necesitas ir a ver halla al aeropuerto que te digan los días de neblina y la intensidad. Si puede ser factible, pero necesitas ver esos parámetros.

**Daniel.-** Entonces seria aquí lo mismo en los beneficios ¿sería más los beneficios que los costos?

**EMETEO.-** No los beneficios serian muy buenos pues es una fuente alimenticia del ser humano sin necesitar químicos o hidrocarburos, pero como te digo necesitas ver cuánto se va a condensar en un día en una semana en un mes, pues ver por ejemplo tengo que darle de tomar a mi familia, y el agua que se junta no es ni para un día pues como que no, entonces se tendría que obtener de otra forma.

**Daniel.-** Ahora en cuánto al gobierno, los apoyos a proyectos, ¿cree que apoyaría en proyectos así de instalar atrapanieblas o de energías alternas?

**EMETEO.-** Mira pues ahorita si tiene el dinero para apoyar proyectos así, pero no te va a soltar dinero hasta que demuestras que si es factible, es como si yo fuera y dijera que quiero poner estaciones meteorológicas y me digan ¿y a mí qué? Y yo le diga no pues los agricultores y otros se beneficiaran, entonces te van a decir quieres poner atrapanieblas ok, tráeme todo tu estudio de campo donde me digas todo lo que se tendría al año o al mes, y tu no le cumples entonces el gobierno pues no te va a apoyar, pero ahorita está apoyando mucho estos proyectos que no contaminan porque no usan hidrocarburos, pero como te digo tú tienes que demostrar que tu vas a hacer va a beneficiar a la comunidad. Necesitas

tener las bases, los datos. Un estudio muy concienzudo. El gobierno si te puede apoyar pero necesitas demostrar que si se puede ser factible, cuantos días de nieblas, la intensidad, cuanto se va a condensar, si ven que si es bueno te van a apoyar.

## **Entrevista 2. Informante Clave Experto en Tecnologías del Agua (ETECAGUA).**

**Daniel.** ¿Qué opina usted de los atrapanieblas como alternativa en zonas con escasez de agua?

**ETECAGUA.** Pues si es una alternativa para obtener en realidad bajos caudales de agua pero si para cuestiones de subsistencia y uso domestico nomas y en cuestiones muy especiales como agua para beber.

**Daniel.** Y por ejemplo ¿no podría ser digamos para toda una ciudad digamos que subsistiera con esto nomas?

**ETECAGUA.** ¿Con aguas de niebla? Pues digamos que el agua de la niebla emula lo natural, cuándo tú tienes niebla en la costa y una montaña de éste lado de la montaña muy húmeda y del otro lado muy seca, un desierto, obviamente que la diferencia es que tu tienes una área muy grande que capta esa niebla y las mandas por los causes de los arroyos, entonces para hacerlo ya hacia adelante y tu ya pones atrapanieblas, tendrías que contar con un área muy grande, pues sería la desventaja.

**Daniel.** ¿La cobertura?

**ETECAGUA.** Si exactamente.

**Daniel.** Y de lo que usted piensa o de lo que ha leído ¿cree que sería eficiente instalar algo así?

**ETECAGUA.** Pues a nivel casero no creo tanto, puede ser en zonas altas donde tú tienes una gran cantidad de niebla, baja precipitación y que tienes el agua muy bajo, entonces si vas a hacer un cultivo hidropónico o algo así pudieses tener digamos cerca tu rancho con malla de captación y captar esa agua para tus cultivos o subsistencias, ésta sería la condición porque para una capa no lo veo viable por las condiciones del área

principalmente.

**Daniel.** ¿Cree usted que aquí en Ensenada están dadas las condiciones meteorológicas o de otra índole para que se implementara algo así?

**ETECAGUA.** Si, principalmente acá en el área del mirador y en la Bufadora que es típico que se forme una capuchona de niebla, tienen una importante entrada de niebla, se puede aprovechar esa agua.

**Daniel.** Si se hiciera algo así de instalar atrapanieblas pero para una escala mayor como Ensenada ¿Qué tanta eficiencia tendría hacer algo así ya digamos una escala mayor?

**ETECAGUA.** Pues considero que sería una alternativa, para un punto localizado de población, si se estuviera a las faldas de una pendiente o una ladera de un cerro o algo ¿no? que pudiese o por lo mismo por estar en una zona de pendiente y llevar el agua, sería muy caro entonces ya pudieran tener ese aporte pero la eficiencia sería para una zona muy localizada, yo considero que las captaciones son muy bajas como 20 litros por cada 16m<sup>2</sup> algo así por día, entonces calculando para algo mas grande, tendrías que tener un caudal mayor, porque teniendo un consumo por persona de 200 q 250 litros pues ahí necesitarías 10 mallas por persona, eso implica una cuestión de terreno, tal vez no sería una limitante, un cerro, una ladera pero si implica la cuestión de instalación de cimientos, si se puede ser una opción pero para una zona muy específica y una zona muy localizada no para una zona grande, tendrías que ver también la cuestión de intermitencias, hay meses de año con más nieblas y otros que no tanto, tendrías que ver ese detalle, lo curioso es que también otro detalle hay es que cuando hay más agua de niebla es cuando casi menos lo ocupas porque es tiempo de frio y hay lluvia pues tendrías mas captación de lluvia, cuando habría menos captación de niebla sería en verano que es cuando más la ocupa entonces ahí está el detalle.

**Daniel.** En costo beneficio ¿Cómo ve usted allí sería más costoso?

**ETECAGUA.** Yo creo que ahorita el costo está más arriba que el beneficio, eh, la única opción que pudiese es que los materiales se hicieran más accesibles y baratos ¿verdad? ahorita todo esto, ósea las condiciones de así atrapanieblas es algo como una especie de o los estos registros que hay no son de lago muy cómo te dije muy puntual pues, casos extremos, una zona de Grecia por ejemplo ponían cazuelas debajo de un árbol muy frondoso, captan agua, eso para algo muy específico ya se les acababa el agua, captaban el agua de la brisa, pero siempre ha sido para no un aporte continuo, si no cuestiones de emergencia

**Daniel.** Y pues en cuestiones del gobierno ¿cree que apoyarían un proyecto así?

**ETECAGUA.** Si claro, pues como te comentaba el caso del proyecto del profesor de la UABC, el hizo éste proyecto, tuvo apoyo de aquí de la UABC y de Conacyt, pero **sí** de que hay apoyo si se puede obtener apoyo para un proyecto como éste.

### **Entrevista 3. Informante Clave. Tomador de Decisiones en Manejo de Agua (ETOMDES)**

**Daniel.** ¿Qué opina del uso de los atrapanieblas como alternativa en zonas con escasez de agua?

**ETOMDES.** Me imagino yo que ese sistema se requiere utilizar como para obtener agua potable en las casas, no sé que tanto rendimiento puedan dar aquí las nieblas que hay, aquí en Ensenada antes era un lugar de mucha niebla, ahora ha disminuido, pero quizá te pueda dar cierta captación, principalmente lo que es la parte sur de la ciudad, allí hay muchos lugares que no tienen agua, yo digo que sí funciona, debe funcionar, debe ser interesante principalmente para lo que es el agua potable que en muchas casas allá en los lugares desérticos. Definitivamente que es importante.

**Daniel.** ¿Cree usted que en Ensenada están dadas las condiciones como para que se implementaran?

**ETOMDES.** Hay lugares, habría que escogerlos de acuerdo a las condiciones climáticas, por ejemplo para acá todo lo que es la carretera escénica allí son lugares con mucha niebla, lo que es la Misión toda esa parte, para acá para el sur lo que está más pegado a la costa. Aquí para la escénica hace 20 a 25 años aproximadamente recuerdo que había unos aparatos que tenía la Secretaria de Agricultura una especie como de boilers pero grandes muy grandes ubicados en los lugares estratégicos, que cuando se venía la brisa fuerte estos calentones y a base de calor le inyectaban yoduro de plata y eso hacía que las gotas de la brisa de niebla que no lograba caer porque estaban muy pequeñas, hacia que se juntaran una gota con otra y se hacia una más grande y caía como tipo lluvia, pero creo yo que era



un método caro, pero todos esos lugares son muy neblinosos.

**Daniel.** ¿Cree que son eficientes?

**ETOMDES.** Todo depende del lugar, si tu escoges bien los lugares estratégicos son muy eficientes, los otros van a ser medianamente eficientes, habrá menos posibilidades de niebla, se habrá de escoger los que tengan mejores condiciones.

**Daniel.** ¿Cree que los beneficios serían mayores que los costos?

**ETOMDES.** Solamente con el hecho de que una familia no tenga agua y de que a base de ese método va a tener agua para cubrir sus necesidades más elementales con eso. Es algo bastante interesante

**Daniel.** ¿Cree que el gobierno apoyaría un proyecto como este?

**ETOMDES.** Posiblemente sí a través de la SEDESOL o aquí en el Estado, son dependencias que precisamente para eso están, para aprovechar ese tipo de técnicas que pudieran llevar beneficio a las áreas más marginadas. Sin embargo Valle Dorado es una parte muy húmeda, los techos gotean con el puro sereno. El piso de mi casa se pone totalmente mojado como si hubiera llovido cuando hay niebla.

## ANEXO DATOS METEOROLÓGICOS

11.2.1 Tablas con los datos meteorológicos de los años 2008 a 2010.

**Tabla 4.** Muestra la estadística anual del 2008 de datos meteorológicos con los parámetros más importantes para el estudio. Los datos marcados en azul son los favorables para los requerimientos teóricos del caso de estudio: Ensenada, B.C.

Estadística meteorológica anual	año 2008											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parámetros analizados												
Dirección del viento	NE	ENE	ONO	OE	OE	NNO	OE	OE	OE	NOE	NE	NE
Velocidad del viento prom. KM/H	8.9	<b>2.2</b>	0.4	<b>2.1</b>	<b>1.6</b>	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>1.2</b>
Niebla	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Neblina	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Bruma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura prom. °C	13.1	12.6	14.6	16.6	16.6	18.3	20.4	21.6	21.1	19.3	17.2	13.4
Humedad relativa prom.	<b>81</b>	<b>80.5</b>	77.8	78.3	78.7	<b>82.5</b>	78.7	78.4	79.8	76.5	<b>80.1</b>	<b>81.3</b>
Precipitación mm	33	23	11	0	8	0	0	0.5	0	0	26.5	105

**Tabla 5.** Muestra la estadística anual del 2009 de datos meteorológicos con los parámetros más importantes para el estudio. Los datos marcados en azul son los favorables para los requerimientos teóricos del caso de estudio: Ensenada, B.C.

Estadística meteorológica anual	año 2009											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parámetros analizados												
Dirección del viento	NE	NE	NE	OE	OE	OE	OE	OE	NOE	NOE	NE	OE
Velocidad del viento prom. KM/H	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	.91	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>
Niebla	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	<b>1</b>	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0
Neblina	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Bruma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura prom. °C	14.9	13.4	14	15.6	17.2	18.4	21.3	21.2	21.4	17.9	15.4	13
Humedad relativa prom.	76.7	77.9	77.5	<b>80.4</b>	<b>81</b>	79.9	77.1	78.7	76.8	79	78.5	<b>80.2</b>
Precipitación mm	4	52	0	9	0.5	1	0	0	0	1.5	10	71

**Tabla 6.** Muestra la estadística anual del 2010 de datos meteorológicos con los parámetros más importantes para el estudio. Los datos marcados en azul son los favorables para los requerimientos teóricos del caso de estudio: Ensenada, B.C.

Estadística meteorológica anual	año 2010											
Parámetros analizados	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Dirección del viento	NE	NE	NOE	OE	NE	NOE	OE	NOE	NOE	SOE	NE	NE
Velocidad del viento prom. KM/H	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	<b>2.1</b>	<b>1.9</b>	<b>1.8</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	0.9	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>
Niebla	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Neblina	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Bruma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura prom. °C	13.7	14	14.7	15.3	16.3	17.2	18.3	19.2	19	18	15	13
Humedad relativa prom.	74.2	77.1	76.7	77.1	71.6	75	75	77	65	54	75	<b>84</b>
Precipitación mm	137	52	42.6	32	0	0	0	0	2.6	48.2	58.6	48

**Tabla 7.** Muestra la estadística anual del 2011 de datos meteorológicos con los parámetros más importantes para el estudio. Los datos marcados en azul son los favorables para los requerimientos teóricos del caso de estudio: Ensenada, B.C.

Estadística meteorológica anual	año 2011											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parámetros analizados												
Dirección del viento	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Velocidad del viento prom. KM/H	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Niebla	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Neblina	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Bruma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura prom. °C	14	12	14	15	17	18	20	20	19	17	15	12
Humedad relativa prom.	74	75	<b>86</b>	<b>88</b>	<b>83</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>86</b>	77
Precipitación mm	4.3	101.7	45	7	5	0.5	0	0	0	0	90.2	71.6