

### 3. DIAGNÓSTICO DEL MEDIO NATURAL

La Villa de Antofagasta de la Sierra se encuentra situada en una región denominada Puna, tanto desde el punto de vista geológico como botánico y zoológico. La mayoría de los estudios del medio natural coinciden en ser relativamente escasos y de fecha poco reciente. En este capítulo se procura describir brevemente las características de la región a efectos de permitir la identificación de las condiciones ambientales generales en que los habitantes de la Villa desarrollan sus vidas y con las cuales debe contarse para diseñar una gestión adecuada de residuos domiciliarios, objetivo principal del presente trabajo.

#### 3.1. Geomorfología

La provincia geológica de la Puna es la terminación austral del Altiplano boliviano y peruano. Dentro del territorio argentino, se extiende desde el límite argentino-boliviano por el N ( $21^{\circ} 45' S$ ) hasta la ladera austral de la Cordillera de San Buenaventura ( $26^{\circ} 45' S$ ) por el S. El límite oriental está dado por el límite argentino-boliviano, al E del cordón de Escaya-Sierra de Cochinoca hasta el SO en las proximidades de la laguna Colorada y el O en la ladera austral de la Cordillera de San Buenaventura hasta el límite argentino-chileno algo al N del paso de San Francisco. El límite occidental se considera por ahora, coincidiendo aproximadamente con el internacional.

Posee una clara divisoria climática determinada por los volcanes de la Alta Cordillera.

La región se caracteriza por su aridez, cordones alineados, avenamientos centrípetos y bajos con evaporitas. Es típicamente una depresión en altura: se halla rodeada por un cinturón de altas montañas, con aproximadamente 3.800 m de altura, un ancho máximo de 225 km y una longitud de 575 km. No posee características de meseta ya que se encuentra surcada por cordones meridianos (bloques de falla), que se elevan hasta 1.000 – 2.000 m de altura sobre el nivel medio de la Puna y se hallan separados por valles de corto avenamiento, la mayoría de los cuales posee un salar en su parte más baja.

La región posee altos picos volcánicos de los cuales el Llullaillaco arroja los 6.723 m. También se presentan volcanes menores. Un ejemplo de ello son los ocho volcancitos alineados a lo largo de una fisura en la margen oriental de una fosa que va de Antofagasta de la Sierra a Carachipampa.

La actividad volcánica geológicamente reciente, el relieve y las condiciones extremas del clima aportan un sustrato de escaso desarrollo pedogénico, sólo apto para el crecimiento de vegetales muy adaptados.

La Villa de Antofagasta de la Sierra se encuentra ubicada en el sur de la Puna argentina aproximadamente a 582 km al oeste de la ciudad Capital, San Fernando del Valle de Catamarca.

Está en el área norte de un valle rodeado por un cinturón montañoso conformado por la Cordillera del Calalaste al O-NO, los cerros de Toconquis al NE, Sierra de Laguna Blanca al SE, Cerros del Curoto y Cordillera de San Buenaventura al S.

La urbanización principal se halla en una zona relativamente pequeña, muy próxima a los ríos Punilla, Las Pitas, Llanco y Miriguaca. No es llana; por el contrario, se encuentra surcada de varias elevaciones de distinta altura que separan entre sí los distintos barrios, como puede apreciarse en el registro fotográfico. La morfología del sustrato es variada, pero coincide con la descripción general correspondiente al resto de la región: material suelto de diversa granulometría, afloramientos rocosos, pequeños cerros y barrancos áridos, sin vegetación natural de envergadura salvo en las vegas que forman los ríos.

### 3.2. *Clima*

El clima es seco y frío en el verano a muy frío en invierno, con temperaturas mínimas de hasta  $-30^{\circ}\text{C}$  y medias de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ . Las precipitaciones son muy escasas. Se hallan entre las isohietas de 50 a 300 mm anuales. Las condiciones son muy extremas y se corresponden con el clima árido de alta montaña. Para este clima, la temperatura media mensual depende de la altura. Por encima de los 3.000 m es inferior a los  $0^{\circ}\text{C}$ . La amplitud térmica es muy grande, tanto diaria como anualmente. Las heladas caen durante todo el año. Las nevadas en la cordillera equivalen a una precipitación de 800 mm de lluvia pero su disponibilidad es escasa puesto que se mantienen en estado sólido todo el año. Generalmente predominan los vientos del Oeste y del Sudeste.

La humedad relativa es muy baja. La aridez de la Puna se debe a que las cadenas orientales no permiten el paso de la humedad. Las condiciones son más rigurosas de este a oeste y se considera que, en general, corresponden a régimen desértico a semi-desértico.

El Departamento de Antofagasta se encuentra íntegramente incluido en el régimen climático más extremo, perteneciendo, la Villa de Antofagasta de la Sierra a la zona influenciada por la isohieta de 100 mm. Las escasísimas precipitaciones son de régimen torrencial y concentradas en la época de finalización del verano hasta aproximadamente abril. Produce desborde en las cuencas, generando derrumbes y transporte de masas significativas de material sólido suelto.

El río Punilla no sufre grandes desbordes, ya que gran parte de su recorrido discurre en zonas relativamente planas y su caudal varía poco a lo largo del año debido al aporte níveo permanente.

El clima extremo sólo permite el desarrollo de vegetación muy adaptada y limita fuertemente el cultivo de variedades explotables para consumo por la población.

### 3.3. *Descripción de Ambientes Naturales*

La Provincia Biogeográfica Puneña, coincide con la región geológica de la Puna. Según Cabrera, en los sitios con suelos algo húmedos, la Puna posee una vegetación dominante de estepa arbustiva, formada por matas muy separadas de 40 a 150 cm de altura, con suelo desnudo en el resto del terreno, la mayor parte del año. Durante la estación lluviosa (fines del verano hasta abril) aparecen anuales, efímeras y bulbosas perennes. La estepa arbustiva, en general se halla representada por *Baccharis boliviensis* (chijua), *Fabiana densa* (tolilla), *Adesmia horridiscula* (añagua), *Acantholippia hastulata* (rica-rica), etc.

Existen otras comunidades edáficas muy marcadas representadas por vegas de gramíneas asociadas a los cursos permanentes y cuerpos lagunares. Suelen hallarse pajonales de *Pennisetum chilense* (esporal), en suelos arenosos húmedos y de *Festuca scirpifolia* cuando los suelos húmedos son, además salobres. Se halla, también, asociada en las vegas, *Cortaderia speciosa* (cortadera).

Hacia el Suroeste, la vegetación se encuentra muy empobrecida y en las laderas secas falta totalmente.

La Villa de Antofagasta de la Sierra se encuentra en un pequeño valle donde pueden verse algunas de estas comunidades vegetales. El río Punilla y la Laguna de Antofagasta ofrecen suelos húmedos para la formación de vegas típicas de estos humedales. No se hallan, en los alrededores, bosquecillos bajos, hay áreas de estepa arbustiva baja, con tola, rica – rica y gramíneas.

La ausencia de árboles en la zona sólo se halla interrumpida por los tamarindos (*Tamarix* sp.) que crecen en la ciudad y los sauces criollos (*Salix* sp.) y álamos (*Populus* sp.) plantados por los pobladores para sombra y protección.

La fauna asociada es escasa y se halla representada por especies muy adaptadas. Entre los mamíferos, los más representativos son *Vicugna* sp. (vicuña) y *Lama glama* (llama) muy domesticada. Un número limitado de mamíferos carnívoros y roedores entre los cuales los géneros más representados son *Ctenomys* (tuco-tuco), *Galea* y *Microcavia* (cuises).

En los cursos de la región no se halla fauna acuática significativa. Se ha introducido una trucha para ser aprovechada como recurso ictícola por la población.

### 3.4. Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

El recurso hídrico superficial de la Villa de Antofagasta de la Sierra es el río Punilla y su afluente más próximo, el río Miriguaca. También se hallan muy próximos los ríos Las Pitas e Ilanco.

Todos son cursos cortos. De ellos el de mayor recorrido, el río Punilla, posee una longitud de 70 Km, desde su nacimiento en el Norte, por aporte de varios cursos menores, hasta la zona de la Villa donde desemboca en la laguna de Antofagasta. Al oeste, se encuentra otra laguna, la Colorada, que aporta al río Punilla, en períodos de excesos hídricos.

El río Punilla, posee un cauce bien definido, con reserva constante de agua, proveniente de la nieve que alimenta los cursos afluentes, provenientes de la Sierra del Toconquis. Este mismo aporte infiltra y luego aflora en forma de manantiales en gargantas geológicas del valle. Es posible, incluso que la vertiente que utiliza la población para obtener agua de consumo, tenga este origen, aunque no se han realizado estudios geológicos del sistema que permitan determinar con exactitud esta presunción.

La cuenca del Punilla constituye el más importante recurso hídrico superficial de la zona. Toda la vida de la población asociada depende de este sistema. En la mayoría de sus tramos, los cursos son interrumpidos con obras de toma de agua para riego. Las mismas son artesanales y de regulación deficiente.

En 1998 y a solicitud del CFI, el Ing.C. M. Estrada ha realizado un estudio diagnóstico denominado “Análisis de factibilidad y diseño de obra de toma sobre el río Punilla para uso agropecuario”. Del informe correspondiente se han extraído los datos que aquí se incluyen. Según el documento, no se dispone de registros de caudales, no existen aforos en forma permanente, ni registros de intensidad y frecuencia de las lluvias más características, con lo cual no puede deducirse la magnitud de las crecidas. La medición de la velocidad se realizó puntualmente y arrojó un promedio de 1.13 m/seg. Del mismo modo, el caudal instantáneo en enero, fue de 570 l/seg. Según el informe del Ing. Estrada, el caudal del río Punilla es suficiente para la realización de una obra de toma adecuada que permita el desarrollo eficiente del cultivo de pasturas adecuadas para los pequeños productores de la zona. La vegetación natural del río protege sus márgenes de la erosión fluvial que pueda causar la corriente, retiene el material fino de arrastre y evita la erosión por zanjeo para derivación. El Ing. Estrada sostiene que el río se halla en equilibrio sin erosiones de importancia.

El déficit de agua comienza en diciembre y finaliza a fines de febrero. Cuando comienza el frío, empieza a aumentar el agua. En abril el agua es abundante.

Se indica, además que la vega de la laguna de Antofagasta no puede ser aprovechada para riego. Sólo tres personas la aprovechan para bebida de ganado realizando pozos filtrantes.

La calidad del agua para riego corresponde con una clasificación C2-S1. Donde C2: Agua con salinidad moderada. Puede usarse en el riego de todas las plantas, excepto en las más sensibles, siempre que la permeabilidad de los suelos sea elevada a media. Con los suelos de poca permeabilidad habrá que tener algunas precauciones con los lavados y, a veces, habrá que seleccionar plantas de mediana tolerancia. Generalmente es suficiente para el lavado, el riego ordinario; y S1: aguas que pueden utilizarse en todos los suelos sin peligro de que se eleve el sodio de cambio.

Lamentablemente el estudio no posee datos acerca de la calidad del río Punilla para agua de bebida de ganado, concentración de arsénico y otros elementos que pudieran ser de interés para aprovechamiento integral, incluido el uso para ingesta.

Respecto del recurso subterráneo no ha sido posible dar con información detallada basada en estudios específicos. El informe del Ing. Estrada sostiene que la zona donde se ensancha el valle, el agua de escurrimiento superficial, de origen nival, encuentra el medio más eficaz para la infiltración. Por su escasez, no hay aporte de agua de precipitación pluvial al recurso hídrico subterráneo.

Se indica también que el agua superficial y subterránea se dirigen a un colector común que, en su extremo inferior está regulado por el nivel de la laguna de Antofagasta y el nivel freático dependerá de las corrientes de infiltración del curso del río y de la permeabilidad de los materiales que lo forman.

El Ing. Estrada señala que cerca de la laguna existe una zona de saturación que ha formado depósitos subterráneos importantes, que no hay información ni antecedentes de este recurso hídrico subterráneo pero que se presume de importancia económica como fuente de agua para explotaciones agrícolas o agua de ingesta. Del mismo modo, considera

que es factible la explotación del freático en la zona de confluencia de los ríos Punilla y Laguna Colorada.

No ha sido posible contar con datos de calidad y capacidad de la vertiente que actualmente explotan los antofagasteños para consumo de agua para ingesta. De todas maneras se considera oportuno recomendar análisis regulares del agua de la vertiente y un diagnóstico exhaustivo del sistema, dada la elevada parasitosis que detecta el médico de la Villa en gran parte de la población.

Ruiz Huidobro y Susic, afirman que “en la Puna (y otras regiones) no hay suficiente información hidrogeológica como para llegar a tener un cuadro que muestre con seguridad el recurso y que permita lograr conclusiones terminantes en lo que hace a su aprovechamiento en gran escala, lo que permitiría el desarrollo económico y social de esas regiones”. En el mismo estudio se señala que se han hecho recientemente estudios de perforaciones en el Valle de Santa María, Cuenca del Salar de Pipanaco, Valle de Antinaco-Los Colorados y Valle Fértil, encontrando napas interesantes a distintas profundidades. No hay perforaciones en la zona próxima a Antofagasta de la Sierra.

Para determinar el sitio de disposición de residuos, en caso de seleccionar la técnica de relleno sanitario, será imprescindible realizar perforaciones programadas para verificar la profundidad del acuífero freático, su calidad, capacidad para explotación, etc. y para el monitoreo del mismo en etapas de operación y abandono. Sobre todo, teniendo en cuenta el informe del Ing. Estrada en el que se mencionan posibles fuentes subterráneas de aprovechamiento para ingesta.