

## 9. CONCLUSIONES

Un sistema geohidrológico somero y otro profundo caracterizan al área de estudio. La información de este último es muy escasa y sólo se tiene conocimiento de que predominan unidades de baja permeabilidad con algunas intercalaciones arenosas de alta salinidad.

En el sistema somero se incluye al ambiente de las dunas costeras donde se desarrolla la capa freática de agua dulce, directamente relacionada con el ciclo hidrológico actual, con un espesor que oscila entre 4 y 10 m. Desde un punto de vista geológico se corresponden con las arenas de las Formación Punta Médanos y las arenas conchilíferas de la Formación Pozo n° 17, dispuestas sobre un paquete arcilloso acuitardo-acuícludo con intercalaciones de lentes arenosas que contienen agua de elevada salinidad.

Los rasgos geomorfológicos tienen una influencia directa en la dinámica y química del agua subterránea. El cordón costero (conformado por dunas) es el área de predominio de recarga, dada por las áreas más elevadas en la morfología freática (sector sur) que son coincidentes con las mayores alturas de las dunas. El flujo subterráneo sigue dos direcciones opuestas, una hacia el este para descargar en el mar con un gradiente hídrico medio de 0,0023 y la otra hacia el oeste (llanura deprimida), con un gradiente medio de 0,0032. Se puede generalizar para el acuífero freático una transmisividad (T) del orden de 100 m<sup>2</sup>/d, un coeficiente de almacenamiento (S) de 0,10 y una conductividad hidráulica (K) aproximada de 20 m/d.

En el sector nororiental de la costa bonaerense las reservas de agua dulce son limitadas y restringidas al agua subterránea de la franja de médanos costeros, cuyo régimen presenta una fuerte dependencia de las condiciones climáticas. El único ingreso natural se produce a través de la infiltración de los excesos de agua de la precipitación, cuya media anual es de 1000 mm. La recarga efectiva del sistema está asociada a eventos de lluvias que a nivel mensual superan los 60 mm y a nivel diario los 30 mm.

La dinámica freática natural está supeditada a las condiciones climáticas. El ascenso de los niveles freáticos es una respuesta a los excesos de agua de las precipitaciones. Periodos sin excesos dan lugar a la profundización de la capa freática.

En la región costera, los eventos de altas precipitaciones representan un aporte significativo a las reservas de agua dulce, por lo que deben ser aprovechados

de manera eficiente. En el caso de San Clemente del Tuyú, en los sectores urbanizados, los menores porcentajes infiltrados (15%), ponen de manifiesto los mayores volúmenes disponibles para transformarse en escurrimiento superficial, que pueden generar anegamientos de magnitud en el área urbana. Un volumen importante de lo que constituiría una recarga potencial es eliminado del sistema hídrico mediante desagües al mar. Eventos de precipitaciones mayores a 60 mm dan origen a la recuperación y mantenimiento de las reservas de agua dulce, aún cuando en términos anuales se registren períodos muy secos, tal es el ejemplo del año 2008.

Los análisis de isótopos de deuterio y oxígeno-18 indican que el agua de las precipitaciones se infiltra rápidamente alcanzando el nivel freático sin modificaciones en su composición isotópica.

Existe una relación entre el tipo de agua subterránea y el ambiente geomorfológico y consecuentemente en sus posibilidades de uso como agua potable.

El cordón costero presenta, en su mayoría, aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas de baja salinidad, mientras en la llanura deprimida, son cloruradas y/o sulfatadas magnésicas de alto contenido salino. En el primer caso el agua muestra valores aceptables, resultando una restricción el alto contenido natural de hierro y manganeso. En la llanura deprimida predominan aguas con contenidos no aceptables para uso humano.

Las actividades del hombre, en especial la importante actividad turística, originan modificaciones en el medio natural y consecuentemente en las condiciones hidrológicas. Los procesos de urbanización, destrucción de dunas, impermeabilización del terreno, afectan el régimen de las aguas subterráneas, como consecuencia de la disminución de la infiltración y la restricción de las áreas de recarga. Además se modifica la amplitud de las fluctuaciones de los niveles freáticos y se generan procesos de escurrimiento superficial.

Los cambios en el uso de la tierra suelen modificar la relación entre los diferentes componentes del ciclo hidrológico, limitando la disponibilidad de agua dulce. El desarrollo turístico es acompañado por un incremento en la infraestructura y por la expansión de áreas con superficies impermeables. El proceso de urbanización, en distintos grados, trae aparejada la disminución de las posibilidades de infiltración de los excesos de agua, restringiendo las áreas de recarga natural y por consiguiente, las reservas de agua dulce disponibles. La disminución en la recarga es superior al 10% de lo que ocurre en el medio natural.

Los períodos con mayores excesos se reflejan en un ascenso generalizado de los niveles freáticos. Sin embargo, este comportamiento se manifiesta de manera diferencial según se trate de la zona medanosa o del área urbana. En las áreas caracterizadas por un suelo medanoso con escasa vegetación los valores de variación de niveles freáticos triplican a los del sector altamente urbanizado. Los mayores rangos de ascenso en el nivel freático se registran en la primera zona. En el área urbanizada con calles asfaltadas, si bien se registran ascensos son de menor magnitud. La disminución de la infiltración en los sectores urbanizados se relaciona con un incremento del escurrimiento superficial que da lugar a inundaciones de distintas magnitud en los sectores más poblados.

El análisis comparativo de los datos históricos de calidad química (1976 y 1987) y los actuales, indican que no existe una modificación sustancial en la calidad química del agua, con excepción de casos puntuales relacionados con procesos de contaminación antrópica.

Si bien no se han detectado evidencias de procesos de intrusión marina en condiciones climáticas estables, se ha advertido la salinización de algunos pozos luego de eventos de tormenta.

La explotación de agua subterránea para agua potable se realiza a partir de una lente de agua dulce de escaso desarrollo y con riesgo de intrusión salina por sobreexplotación mediante técnicas de pozos horizontales como los sistemas Ranney o tipo Wellpoint. Si bien en la zona de explotación no se han registrado profundidades por debajo del nivel del mar, de acuerdo a los mapas de flujo se advierte la presencia de un cono de depresión. Desde la instalación del campo de bombeo, los niveles freáticos presentan una marcada tendencia a la profundización. Esto se corresponde con un aumento de la producción media anual la cual abastece a un 20% de la población.

La preservación de las reservas de agua dulce en ambientes de médanos costeros resulta de vital importancia no sólo para asegurar el abastecimiento de agua a la población sino también como un factor que condiciona el funcionamiento de los ecosistemas.

Dado que el agua subterránea en las zonas parcial y densamente urbanizadas es altamente vulnerable y con riesgo de contaminación, las reservas aprovechables para consumo humano deben relacionarse esencialmente con el agua almacenada en el médano sin actividad.