

INFLUENCIA DE LA EVENTUAL IMPORTACIÓN DE AGUA DEL RÍO PARANA SOBRE LOS NIVELES FREÁTICOS EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

Ricardo Giacosa, Dora Sosa y Miguel Genesio

Instituto Nacional del Agua- Centro Regional Litoral

Patricio Cullen 6161 (3000) Santa Fe – Argentina

Tel : (54) 342-4605910 Fax: (54) 342-4604540 Email: rgiacosa@arnet.com.ar

RESUMEN

En gran parte del territorio de la provincia de Santa Fe (Argentina) la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos ha crecido sensiblemente, producto del incremento de las precipitaciones; no obstante la calidad de los mismos, presenta severas limitaciones para su explotación directa para consumo humano.

Ante la necesidad de abastecer de agua potable a las poblaciones del centro oeste y sur provincial, se han proyectado tres acueductos a los efectos de importar agua desde el río Paraná, y ser distribuidos en 153 localidades.

La región en que se encuentran muchas de las localidades a abastecer, presentan actualmente problemas de anegamientos con niveles freáticos próximos a superficie. El cambio de fuente de abastecimiento de agua a partir de la incorporación de agua externa de buena calidad, puede traer como consecuencia un doble impacto: la eliminación de la explotación de los acuíferos (actual fuente de suministro), y un efecto de mayor recarga a los acuíferos, producto de la incorporación de agua externa a la región.

Para establecer una diferenciación entre localidades que en el estado actual presenten problemas de ascenso de los niveles freáticos, con aquellas que no lo registren pero potencialmente en un futuro y bajo determinadas condiciones sí puedan ser afectadas, se analizaron distintos escenarios posibles y que permitan plantear alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo.

Los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas y de las hipótesis planteadas ponen de manifiesto que la principal causa en la elevación de los niveles freáticos es debido al incremento de las precipitaciones en toda la región.

En las localidades donde el proyecto tiene un alto impacto se plantea la ejecución de obras de cloacas al menos para neutralizar los efectos de la importación. A su vez, se identificaron aquellas localidades que aún ante la hipótesis de que no se ejecuten las obras de acueducto igualmente requieran implementar en forma conjunta obras de drenaje y de cloacas a efectos de disminuir los actuales niveles freáticos.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la escasez de agua ha sido una de las mayores restricciones para las actividades productivas de gran parte del territorio de la provincia de Santa Fe (Argentina). A partir de los primeros años de la década del 70, la persistencia de años húmedos dio lugar a una mayor disponibilidad de agua.

Si bien la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos ha crecido sensiblemente, producto del incremento de las precipitaciones, la calidad de los mismos, presenta severas limitaciones para su explotación directa para consumo humano.

A partir de estas restricciones, y ante la necesidad de abastecer de agua potable a las poblaciones del centro oeste y sur provincial, el gobierno provincial, ha proyectado tres acueductos a los efectos de importar agua desde el río Paraná, y ser distribuidos en 153 localidades.

La región en que se encuentran muchas de las localidades a abastecer, presentan actualmente problemas de anegamientos con niveles freáticos próximos a superficie. El cambio de fuente de abastecimiento de agua a partir de la incorporación de agua externa de buena calidad, puede traer como consecuencia un doble impacto: la eliminación de la explotación de los acuíferos (actual fuente de suministro), y un efecto de mayor recarga a los acuíferos, producto de la incorporación de agua externa a la región.

En aquellas localidades que no disponen de red cloacal, o bien que los efluentes no descarguen a un curso de agua, la recarga continua puede alcanzar niveles críticos, próximos a superficie en algunas localidades, lo cual se evaluó para distintos escenarios posibles y que permitan plantear alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo.

AREA DE ESTUDIO

Comprende una superficie de 52.000 km², aproximadamente un 40% del total del territorio provincial, abarcando las áreas de influencia de los tres acueductos, con sus respectivas localidades a servir, según se presenta en la Figura 1.

METODOLOGIA

El estudio fue desarrollado en dos fases: una primera donde se han evaluado las condiciones hidrológicas actuales, identificando sobre la cartografía digitalizada las áreas de almacenamiento crítico a partir de la información freaticométrica generada durante el transcurso del presente estudio.

Para la ubicación de los 732 puntos de agua censados en el primer nivel acuífero se tomó el criterio de dividir la Provincia en tres zonas para una mejor visualización de los mismos: norte, centro y sur. Sobre ellos se superpuso la traza de los acueductos, rutas nacionales y provinciales, vías férreas y nombres de algunas localidades.

A partir de las isolíneas de profundidad se determinaron las zonas críticas de la región, definidas como aquellas cuyas profundidades de la superficie freática se encuentra con valores menores o iguales a 2 m.



Figura 1. Area cobertura sistemas de acueductos Centro Norte, Centro Sur y Sur

En una segunda fase, a escala regional se realizó un análisis hidrológico ante la ocurrencia de diferentes escenarios hídricos y su probable impacto en las zonas más críticas. Se evaluó además, la magnitud del impacto que podría producir la importación de agua a partir de la red de acueductos sobre la recarga de los niveles freáticos en cada centro urbano.

Para establecer una diferenciación entre localidades que en el estado actual presenten problemas de ascenso de los niveles freáticos, con aquellas que no lo registren pero potencialmente en un futuro y bajo determinadas condiciones sí puedan ser afectadas, se analizaron los siguientes escenarios posibles:

- Escenario 1 (Análisis de la situación actual y futura sin obras de acueductos)
- Escenario 2 (Análisis de situación actual y futura con obras de acueducto)

Se consideró como la situación más desfavorable la que resulta de la superposición de las tres siguientes restricciones:

1. Los niveles freáticos se encuentren por encima de los 2 metros
2. No tengan cloacas
3. Los volúmenes a importar superen los 100 mm/año.

SIMULACIÓN DE LOS NIVELES FREÁTICOS A PARTIR DE BALANCES HIDRICOS

Con el fin de evaluar los excesos y déficit hídricos, se plantea un balance hídrico continuo de paso mensual

El balance simplificado responde a la siguiente expresión:

$$\Delta H = P - ETR + \Delta V$$

Debiendo cumplirse que $ETR < ETP$

$$0 < \Delta V < VMAX$$

siendo:

P: Precipitación

ETP: Evapotranspiración potencial

ETR: Evapotranspiración real

EXC: excedentes hídricos

ΔV : variaciones de almacenamiento

VMAX: capacidad máxima de almacenamiento del suelo

DEF: déficit hídrico

ΔH : disponibilidad hídrica. Las magnitudes de ΔH están comprendidas entre un valor máximo (SMAX) por encima del cual se producen excesos y un valor mínimo, a partir del cual se genera déficit hídrico.

Las variaciones de almacenamiento superficial, en el suelo y freática están acotadas entre un valor mínimo y un máximo. La suma de las capacidades conforman la capacidad de almacenamiento total del sistema.

Los signos positivos o negativos en las variaciones de almacenamiento muestra que para el mes o año considerado, los valores de reserva pueden haber aumentado o disminuido con respecto al periodo anterior.

El término exceso es la resultante de los procesos anteriores y su magnitud dependerá del monto de precipitación y del estado inicial de reserva del sistema. Estos excedentes hídricos deben interpretarse como disponibilidades de agua por unidad de superficie, cuya mayor o menor permanencia sobre el terreno o su transformación en escorrentía superficial dependerá de las restricciones naturales (pendiente, tipo de vegetación, red de drenaje) o artificiales (interferencia de obras viales y férreas, canales).

En sistemas hídricos de llanura, donde la unidad hidrológica no responde al concepto de cuencas con límites definidos, deben establecerse condiciones de borde que tengan en cuenta las entradas y salidas a los límites preestablecidos.

Los meses con excedentes y déficit hídricos obtenidos de los balances hídricos continuos, se transforman en una recarga y la principal descarga esta dada por la evapotranspiración.

Asumiendo que los excesos así obtenidos se transforman en una recarga de los niveles freáticos y considerando un coeficiente de almacenamiento promedio de 0.10 a 0.15 surge:

$$\text{Reserva (m)} = \text{Excesos (mm)} / \text{Coef. Almac}$$

$$(\text{Freat. Calc})_i = (\text{Freat. Calc})_{i-1} + (\text{variacion de la reserva})_i$$

Los ascensos de los niveles freáticos son proporcionales al monto de precipitación en tanto la magnitud de los descensos y la rapidez de los mismos depende de la época del año en que se produjo el evento.

Los resultados obtenidos a partir de esta simulación simplificada presentan un buen ajuste según puede observarse en las figuras N° 2-1 y 2-2. La bondad del ajuste disminuye cuando los niveles freáticos se encuentran por debajo de los 4 metros de profundidad por cuanto los cambios de almacenamiento en la zona de aireación adquieren mayor preponderancia.

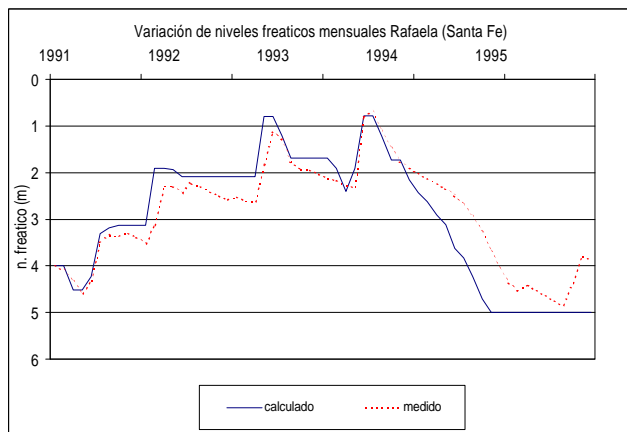


Figura 2-1. niveles freáticos simulados y calculados de Rafaela (INTA)

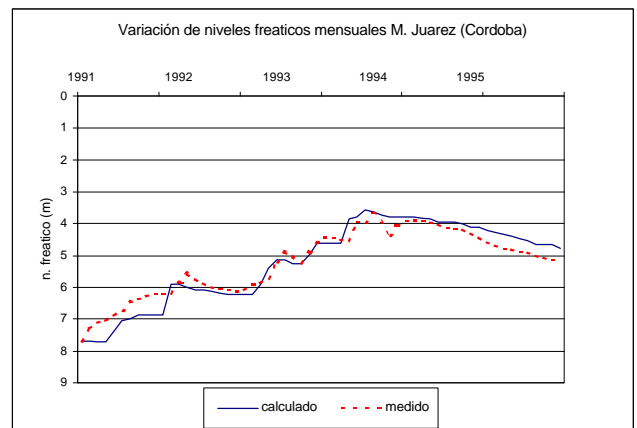


Figura 2-2. niveles freáticos simulados y calculados de M. Juárez (INTA)

Escenarios probables de evolución de los niveles freáticos

A partir de las relaciones simplificadas de balances puntuales, es posible plantear escenarios probables de evolución de los niveles freáticos debido a incrementos de precipitaciones y/o ingresos adicionales (importación de agua por los acueductos)

Por cada 180 mm de excedentes hídricos se produce un incremento del orden de 1 metro en los niveles freáticos. Las máximas precipitaciones se presentan en el mes de abril, siendo la media de dicho mes: 150 mm. Si se produce una precipitación de 300 mm (150 mm por encima de la media) se incrementan los niveles freáticos en 1 metro y permanece prácticamente constante durante todo el invierno. De producirse una situación similar a la de 1998 con precipitaciones de 1280 mm se originarían excedentes de 240 mm incrementando en consecuencia los niveles freáticos en 1.60m llegando a valores próximos a nivel de terreno en aquellas áreas que actualmente tienen profundidades menores a los 2 metros..

A partir de los balances hídricos continuos mensuales, resulta que para descender los niveles freáticos en un orden de 1.5 -2 metros se requiere un periodo de 2 a 3 años consecutivos con precipitaciones en un 30% inferiores a la media histórica. No obstante si al inicio de la

primavera se producen valores superiores a la demanda climática, los niveles pueden llegar a valores próximos a superficie.

En Laboulaye (región sur), si bien no se cuenta con registros a partir de 1999, para retrotraer a un estado inicial como el de setiembre de 1997 en donde los reservorios superficiales estaban prácticamente vacíos y los niveles freáticos a 3 metros de profundidad, se requeriría un periodo no inferior a tres años con valores de precipitaciones iguales o inferiores a la media histórica.

En contraste con el extremo norte del ámbito provincial, en la estación de Laboulaye (Córdoba), representativa de los procesos hídricos dominantes en la región sur de las provincias de Córdoba y Santa Fe, se requiere mayor tiempo para evaporar igual volumen de agua y en consecuencia generar una disminución de los niveles freáticos,. Esto se debe a que la demanda climática (evapotranspiración) es un 23 % mayor en el extremo norte respecto al sur.

En la región Centro (Rafaela y Marco Juárez), se presentan situaciones combinadas, en donde hay grandes áreas con niveles freáticos se encuentran por debajo de los 6 metros de profundidad y otras en situaciones críticas con profundidades menores a los 2 metros. En las mencionadas en primer término la ocurrencia de precipitaciones de gran magnitud son amortiguadas y almacenadas en la zona no saturada, antes de dar lugar a ascensos de niveles por encima de los 2 metros.

Se requieren excedentes del orden de 500 a 600 mm para producir incrementos de 4 metros en los niveles freáticos. Para ello deberían ocurrir precipitaciones similares a las del año 1981 (1454 mm) que daría lugar a un excedente de 450 – 500 mm o bien una situación como la de los años 1990-93 en que si bien la magnitud de las precipitaciones fueron sensiblemente inferiores a la de 1981, la presencia de tres años consecutivos con precipitaciones de un 25-35 % superiores a la media histórica, generaría excedentes del orden de los 550 mm.

Por lo expresado anteriormente, es importante resaltar que la ocurrencia de situaciones críticas es consecuencia no solo por precipitaciones de gran magnitud y en consecuencia baja probabilidad de ocurrencia, sino por la sucesión de años con precipitaciones de menor magnitud y mayor probabilidad de ocurrencia, cuya superposición de efectos da lugar a situaciones iguales o aún más críticas

Impacto de la importación de agua sobre los niveles freáticos

La magnitud del impacto que podría producir la incorporación de agua a partir de la red de acueductos sobre la recarga de los niveles freáticos en cada centro urbano no es uniforme. Requiere el análisis de tres aspectos fundamentales:

- Las condiciones de borde en cada una de las áreas urbanas por la posición actual y futura de los niveles freáticos, producto de la recarga natural por las precipitaciones.
- La magnitud de los volúmenes de agua a importar por unidad de superficie.
- La diferencia entre las localidades con y sin red cloacal. Dentro de las primeras distinguir entre las que tienen efluentes volcados a un reservorio próximo al área urbana de las conectadas a un curso de agua.

Muchas de las localidades a servir por la red de acueductos se encuentran localizadas en zonas de relieve deprimido y como consecuencia del incremento de las precipitaciones de los últimos años, los niveles freáticos se encuentran a profundidades inferiores a los 2 metros. Ejemplo de esta situación se registra en varias localidades del centro-norte y sur santafesino.

Por otra parte, el cambio de fuente de abastecimiento de agua a partir de la incorporación de agua externa de buena calidad, trae como consecuencia un doble impacto: a) la eliminación de la explotación de los acuíferos (actual fuente de suministro), y b) un efecto de mayor recarga a los acuíferos, debido a la importación de agua.

En las localidades a ser abastecidas por la red de acueductos, y que tengan red cloacal, el impacto de la importación de agua será neutralizado siempre y cuando el vertido de los efluentes este conectado a una red de canales o cursos de agua. La situación más desfavorable corresponde a aquellas localidades sin red cloacal ya que los volúmenes de agua adicionales serán aportados directamente al primer acuífero en forma continua.

Esta situación se registra en numerosas localidades de la provincia y es claramente identificable en barrios de localidades que disponen de agua potable pero carecen parcialmente de cloacas (Rafaela, San Carlos Centro, etc)

En consecuencia, para establecer una diferencia entre localidades que actualmente presentan problemas de ascenso de los niveles freáticos, con aquellas que no lo registran (pero potencialmente en un futuro y bajo determinadas condiciones puedan ser afectadas) , se analizan los siguientes escenarios posibles:

- Escenario 1 (Análisis de la situación actual y futura sin obras de acueductos)
- Escenario 2 (Análisis de situación actual y futura con obras de acueducto)

Escenario 1 (Análisis de la situación actual y futura sin obras de acueductos)

Acueducto Centro Norte

Gran parte del área por la que atraviesa el sistema de acueductos Centro Norte corresponde a zonas de relieve deprimido y como consecuencia del incremento de las precipitaciones de los últimos años, los niveles freáticos actualmente se encuentran a profundidades inferiores a los 2 metros. El área afectada abarca unas 360.000 has. Figura N° 3-a.

Esta situación constituye una seria restricción, ya en un futuro inmediato, aún sin producirse precipitaciones críticas, el escenario más posible sea un incremento en la frecuencia de situaciones de inundación y una extensión de las áreas con niveles freáticos a profundidades inferiores a los 2 metros.

Si a su vez se considera como escenario factible en un futuro, la ocurrencia de excedentes hídricos de 300 mm, se manifestaría un incremento en los niveles freáticos del orden de los 2 metros.

La ocurrencia de esta situación no necesariamente esta condicionada a un periodo lluvioso de gran magnitud sino que puede darse, a partir de una sucesión de 2 o 3 años consecutivos de

excesos. A modo de ejemplo se cita que en el periodo 1991-93 se produjeron precipitaciones un 25-35 % superiores a la media histórica, que generaron excedentes del orden de los 550 mm.

La presentación de un escenario como el planteado (excesos de 300 mm), traería como consecuencia, un incremento de las áreas críticas (profundidades menores a 2 metros), alcanzando una extensión de 1.500.000 has, es decir 4 veces el área actual. Figura N°3-b.

Acueducto Centro Sur

En términos generales en el área de influencia de este sistema no se registran áreas críticas, dentro de los emplazamientos urbanos. Para el escenario planteado (excesos de 300 mm), se encontrarían involucradas dentro de las áreas críticas una franja sobre la Ruta 34 que abarca las localidades de Centeno, San Genaro y San Genaro Norte.) y la localidad de Iturraspe al oeste. La superficie afectada es del orden de 15000 has.

Escenario 2 (Análisis de la situación actual y futura con obras de acueductos)

Acueducto Centro Norte

De las 83 localidades a servir por el sistema de acueductos Centro Norte, 14 se encuentran localizadas dentro de las denominadas áreas actualmente críticas (con profundidades de los niveles freáticos menores a 2 metros), y en seis de ellas los volúmenes de agua a importar por los acueductos superarían los 100 mm/año.

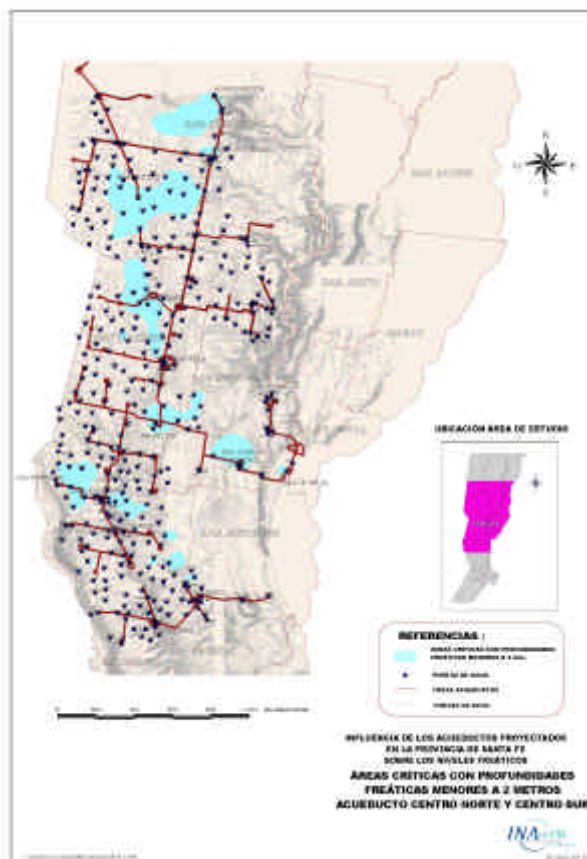


Figura N° 3.a .Escenario actual Areas con niveles freáticos a profundidades menores de 2 m

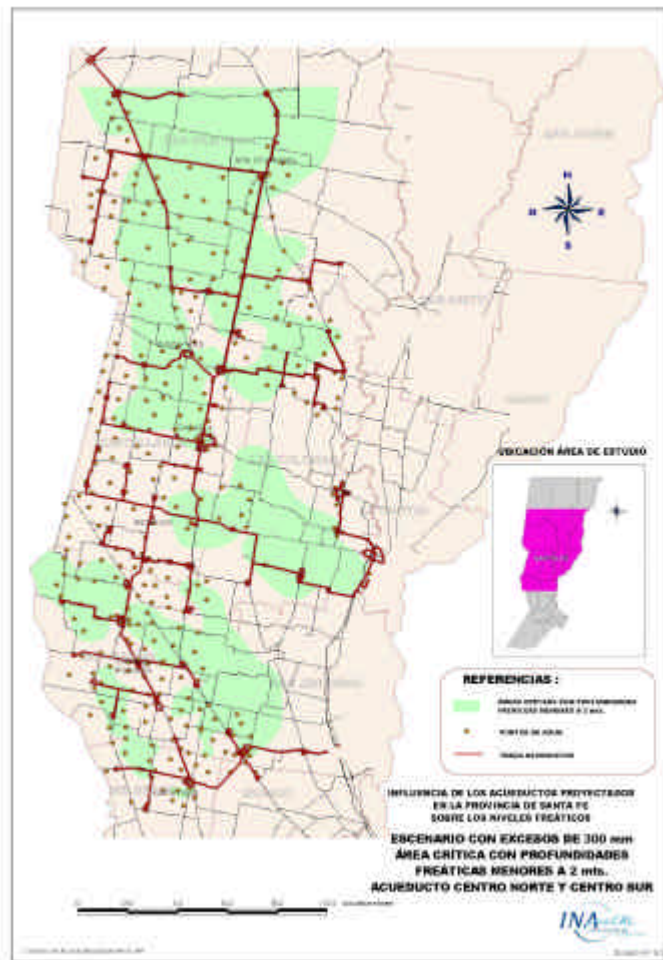


Figura N° 3.b .Escenario con excesos 300 mm Areas con niveles freáticos a profundidades menores a 2 m

De estas seis localidades (San Cristóbal, Angélica, Ceres, Tostado, Sunchales y Rafaela), las cuatro primeras no cuentan con red de cloacas (En Ceres se encuentra en ejecución). Si bien Rafaela cuenta con cloacas en gran parte de su ejido urbano, en barrios donde no se dispone, los niveles freáticos se encuentran actualmente a menos de 1 metros de profundidad.

De lo expresado anteriormente se deduce que la situación más desfavorable corresponde a aquellas localidades que:

1. Los niveles freáticos se encuentren por encima de los 2 metros
2. No tengan cloacas
3. Los volúmenes a importar superen los 100 mm/año.

En esta categoría con las tres condiciones, se encuentran tres localidades: San Cristóbal , Tostado y Angélica. Ceres, Sunchales y Rafaela si bien poseen cloacas, la red no cubre todo el casco urbano.

En la figura N° 4. se presenta un esquema con las situaciones descriptas.



Figura 4. Acueducto centro-norte. Situación actual. Localidades con restricciones

La situación más crítica se presenta en San Cristóbal, donde no hay cloacas, y el volumen a importar estimado en 205 mm / año se adicionaría a la recarga natural por precipitaciones. Si bien la presencia de niveles freáticos próximos a la superficie es debido a las dificultades naturales de la región para el drenaje, la obra de los acueductos debe ser precedida con la ejecución de la red de cloacas y los efluentes de ésta, conectados a un cuerpo de agua.

Para una hipótesis de escenario futuro con excesos de 300 mm, tomando como base la situación actual, el número de localidades críticas (con niveles freáticos menores a 2 metros) se incrementa a 37, de las cuales 8 de ellas tendrían un efecto adicional por la incorporación de volúmenes superiores a 100 mm/año. A su vez del total de las 37 localidades afectadas solo cinco tienen red cloacal.

En la figura 5 se presenta el agrupamiento de localidades con cada una de las combinaciones de restricciones. Debe observarse que para el escenario planteado el incremento de localidades con restricciones se debe fundamentalmente a su localización en regiones altamente críticas (22 localidades), y no a la importación de agua.

SISTEMAS DE ACUEDUCTOS CENTRO NORTE
SITUACION CON EXCESOS (300mm)

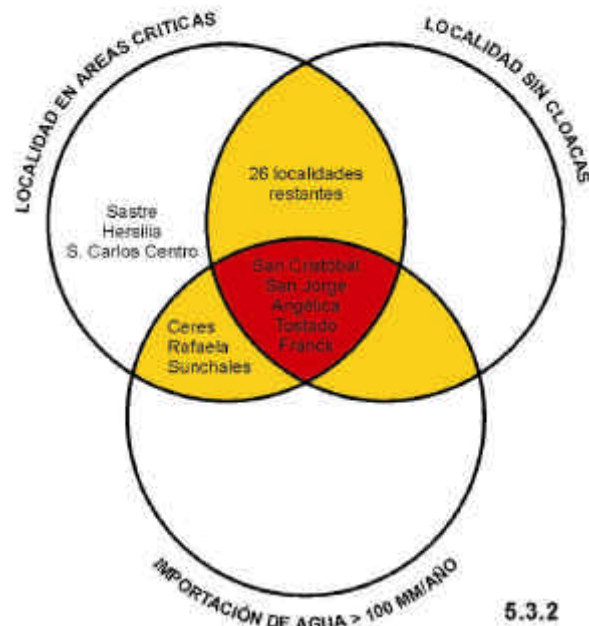


Figura 5. Acueducto centro-norte. Escenario con excesos. Localidades con restricciones

Acueducto Centro Sur

Como fue expresado en el punto anterior, el área de influencia de este sistema no presenta ninguna restricción en cuanto a la profundidad de los niveles freáticos actuales. Para el escenario planteado (excesos de 300 mm), se encontrarían involucradas dentro de las áreas críticas, solamente una franja sobre la Ruta 34 que abarca las localidades de Centeno, San Genaro y San Genaro Norte. De ellas solo en San Genaro Norte el volumen de agua a importar supera los 100 mm/año.

Las tres localidades mencionadas cuentan con cloacas, por lo que el impacto de la importación de agua sería neutralizado.

Acueducto Sur

De las 60 localidades a servir por el sistema de acueductos Sur, 19 se encuentran localizadas dentro de las denominadas áreas actualmente críticas (con profundidades de los niveles freáticos menores a 2 metros), y en ocho de ellas los volúmenes de agua a importar por los acueductos superarían los 100 mm/año.

De estas ocho localidades (Sanford, Chañar Ladeado, San Jerónimo Sur, Perez Maria Teresa Firmat, Bombal, y Totoras), las tres últimas cuentan con red de cloacas.

Siguiendo igual criterio al desarrollado en el sistema de acueducto Centro Norte y Centro Sur, en la situación más desfavorable, se encuentran cinco localidades: Sanford, Chañar Ladeado, San Jerónimo Sur, Perez, y Maria Teresa

En la figura 6 se presentan las situaciones descriptas.

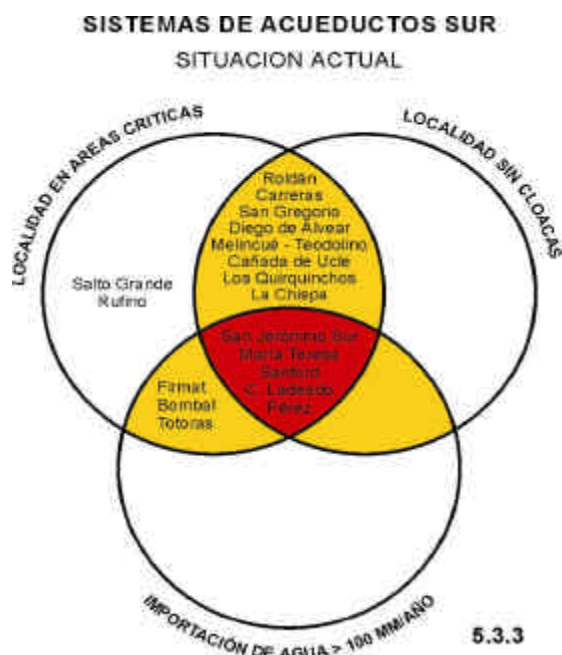


Figura 6. Acueducto Sur. Situación actual. Localidades con restricciones

ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN ÁREAS CRÍTICAS

Los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas y de las hipótesis planteadas ponen de manifiesto que la principal causa en la elevación de los niveles freáticos es debido al incremento de las precipitaciones en toda la región.

En seis de las 83 localidades del sistema de acueducto Centro –Norte, la importación de agua sin lugar a dudas agravaría la situación actual. No obstante las causas que hacen críticas a estas localidades se deben a las características y limitantes que tiene la región.

Aún ante la hipótesis de que no se ejecute las obras de acueducto en las localidades que actualmente presentan un estado crítico, se requiere igualmente implementar en forma conjunta obras de drenaje y de cloacas a efectos de disminuir los actuales niveles freáticos. Si bien la ejecución de las obras de cloacas en forma aislada, no harán descender sustancialmente los altos niveles que presentan algunas de las ciudades (caso de San Cristóbal, Tostado, M. Teresa), sí mejoraran el estado sanitario y la calidad de vida de la población.

En caso de ciudades como Sunchales y Firmat, existen problemas en algunos barrios que, coinciden con un sector topográficamente bajo que se constituye en una zona de descarga de agua subterránea. Esto pone de manifiesto la necesidad de optimizar el ordenamiento territorial, desalentando la ocupación de sectores bajos que en periodos húmedos como el actual se constituye en zonas críticas

Tabla 1. (cont.)

CENTRO SUR	Ninguna localidad		
SUR	Sanford Chañar Ladeado Maria Teresa San Jerónimo Sur Pérez	Cloacas y drenaje	Alto Alto Alto Alto Alto
	Firmat Bombal Totoras Cañada de Ucle Los Quirquinchos La Chispa Roldan Carreras San Gregorio Diego de Alvear Melincué Teodelina Salto Grande Rufino	Drenaje	Alto Alto Alto Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo Bajo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

•La región en que se encuentran muchas de las localidades a abastecer en los sistemas Centro Norte y Sur, presentan actualmente problemas de anegamientos con niveles freáticos próximos a superficie como consecuencia del incremento de las precipitaciones de los últimos años.

•De las 153 localidades a abastecer, 33 se encuentran actualmente dentro de las denominadas áreas críticas (con niveles freáticos a profundidades inferiores a los 2 metros). A su vez 123 de ellas no cuentan con red cloacal.

•En la región a abastecer por el sistema de acueducto Centro –Norte, en tres de las 83 localidades (San Cristóbal, Angélica y Tostado) y en el acueducto Sur en cinco de las 60 localidades (Sanford, Chañar Ladeado, Maria Teresa, San Jerónimo Sur y Perez), la importación de agua tendría un fuerte impacto sobre los niveles freáticos. No obstante los altos niveles freáticos que se registran actualmente, se atribuyen a las características de permeabilidad, pendiente y el régimen creciente de precipitaciones.

•La presentación de un escenario como el planteado (excesos de 300 mm) en el sistema de acueductos Centro Norte, traería como consecuencia, un incremento de las áreas críticas (profundidades menores a 2 metros), alcanzando una extensión de 1.500.000 has, es decir 4

veces el área actual. Para este escenario las localidades con restricciones se incrementaría de 14 a 37. y la causa se debe fundamentalmente a su localización en regiones altamente críticas, y no a la importación de agua.

- Independientemente de la ejecución de las obras de acueductos en las localidades que actualmente presentan un estado crítico, se requiere igualmente implementar en forma conjunta obras de drenaje y de cloacas a efectos de disminuir los actuales niveles freáticos. Si bien la ejecución de las obras de cloacas en forma aislada, no harán descender sustancialmente los altos niveles que presentan algunas de las ciudades, por ser ésta una restricción de carácter regional, sí mejoraran el estado sanitario y la calidad de vida de la población.

- Se considera de vital importancia implementar el monitoreo continuo de los niveles freáticos en las localidades a ser abastecidas, priorizando las 33 localidades que actualmente se encuentren en las denominadas áreas críticas.

BIBLIOGRAFÍA

DPOH-SPAR. (2000). *Proyecto sistemas de acueductos provincia de Santa Fe*

Giacosa,R; (2002) *Influencia de los acueductos proyectados en la provincia de Santa Fe sobre los niveles freáticos.*
INA-CRL

Ramonedá J; Giacosa R; (2002). *Modelo hidrológico de balance vertical.* INA-CRL