

8. EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El abastecimiento de agua potable a la localidad se realiza a partir de un campo de bombeo (Figura 8.1) situado hacia el sur, fuera de la zona urbanizada. La explotación se realiza a través de un sistema de pozos Ranney y un sistema Wellpoint ubicados en el cordón costero, cuya expresión morfológica se desarrolla entre 0,5 a 3.5 m s.n.m.

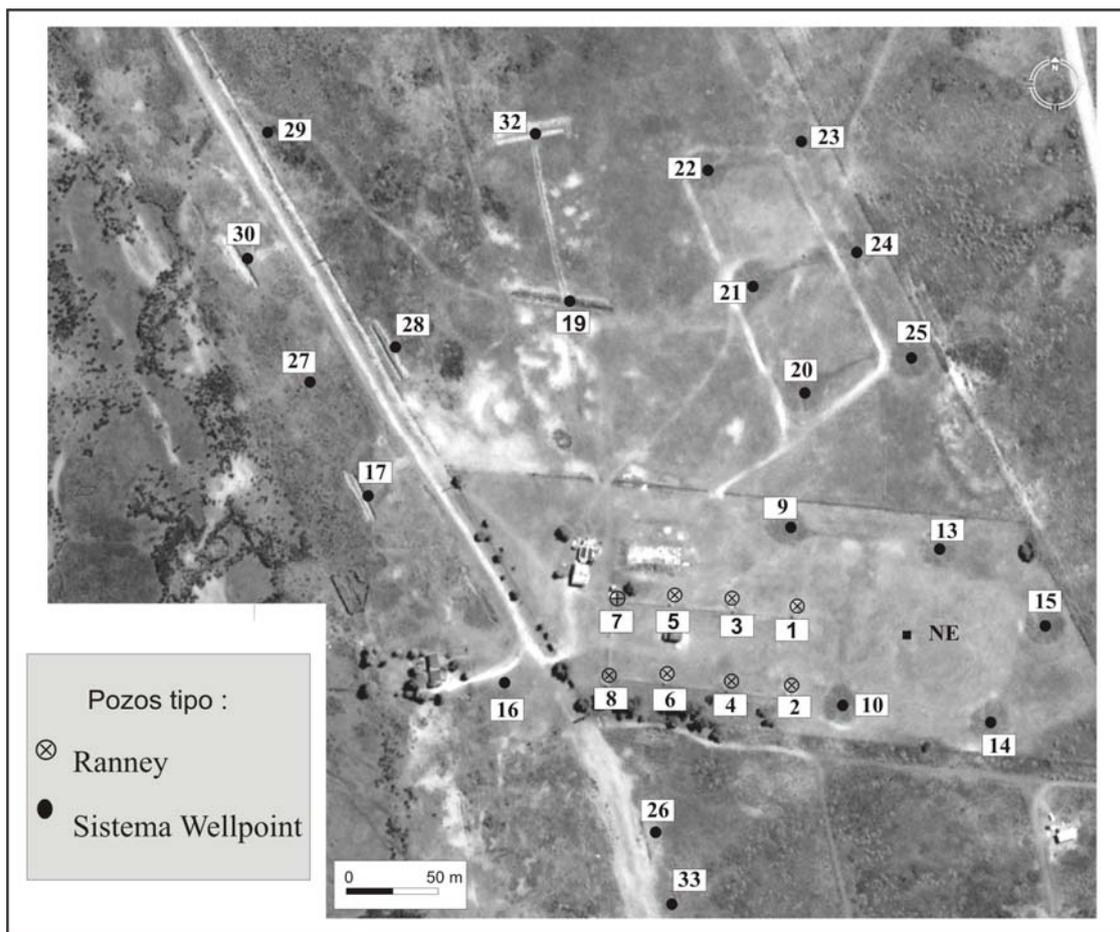


Figura 8.1. Distribución de los pozos en el campo de explotación

Los 7 pozos con drenes horizontales o tipo Ranney (caudal 7 m³/h) (Figura 8.2) constan de un pozo de paredes impermeables, de 4 m de diámetro, excavado hasta 8 m de profundidad, de donde se extienden radialmente una serie de cuatro filtros laterales ubicados a 4 m de profundidad. Estos drenes horizontales de 2" de diámetro tienen 4 y 6 m de largo. Los filtros de 4 m están orientados E-O y los de 6 m N-S, siguiendo la morfología del médano. El prefiltro de grava presenta una granulometría

de 0,75 mm y un espesor de 5 cm. La distancia entre los pozos es de 25 m y no se han detectados fenómenos de interferencia, ya que se operan alternadamente.



Figura 8.2. Pozo tipo Ranney

Por otro lado existen sistemas Wellpoint que consisten en 21 equipos de bombeo cada uno de ellos compuesto de 10 pozos verticales dispuestos de manera radial (caudal $13 \text{ m}^3/\text{h}$) (Figura 8.3) La profundidad de extracción oscila entre 4 y 6 m. Este tipo de pozos puntuales, son pozos de pequeño diámetro, de poca profundidad y están conectados entre sí mediante una conducción común que efectúa la aspiración



Figura 8.3. Sistema Wellpoint

En la Tabla 8.1 puede observarse las características técnicas de cada perforación.

Tipo	n°	Descripcion	Q extracción (m ³ /h)
Ranney	1 al 8	bombas EGIAS modelo AC 22	8
Sistema Wellpoint	9	bombas DAB 1 HP modelo K 12/200. Punteras de 6 m aprox. 10 filtros Johnson 1,5" ranurados. 10 por equipo, total 50 filtros	7
	10		
	13		
	14		
	15		
	16	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes malla de bronce	11
	17	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes malla de bronce	14
	18	Bombas EGIA mod AC 33. 16 filtros a 4 m. filtros Johnson 1 1/4", ranurados	11
	19	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes	14
	20	Bombas DAB 4 HP mod K 18/500T. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	12
	21	Bomba Pedrollo mod HF/SAM. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	10
	22	Bombas DAB 4 HP mod K 18/500T. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	12
	23	Bombas DAB 4 HP mod K 18/500T. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	12
	24	Bomba Pedrollo mod HF/SAM. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	10
	25	Bombas DAB 4 HP mod K 18/500T. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 2"	12
26	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros Johnson 1 1/2"	13	
27	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes 2"	14	
28	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes 2"	15	
29	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes 2"	15	
30	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes 2"	14	
31	Bombas EGIA mod AC 33. 10 filtros a 4 m. filtros comunes 2"	13	

Tabla 8.1. Características técnicas de la batería de bombeo

A continuación se describe el proceso de extracción y acondicionamiento del agua extraída para su distribución.

El pozo de la batería 7 colecta el agua obtenida por los demás pozos extractores donde se realiza una mezcla, dos bombas llevan el agua desde el colector a la torre de oxidación. El agua pasa a una canaleta Parshall (se puede controlar el caudal), se agregan los productos químicos del tratamiento, que se componen de cloro, sulfato de aluminio (coagulante), polielectrolitos (coagulante) y soda cáustica. El agua pasa a los decantadores (piletones) por un lapso de 3 horas, tiempo que tarda en decantar el Fe y el Mn. El Fe que queda es retenido por 4 filtros de arena. Luego el agua pasa a una cisterna intermedia de 5 m³ y una bomba la traslada a la cisterna con una capacidad de almacenaje mayor a 500 m³.

La distribución a la red se realiza por medio de un acueducto desde la planta de tratamiento que parte por la Av. III y sigue en línea recta hasta la Av. XV donde se desvía hasta la calle 1, luego Av. I y a la Torre Elevadora (Figura 8.4).



Figura 8.4. Red de distribución de agua potable, en color azul el área abastecida

La extracción anual de agua subterránea es del orden de 0,20 hm³ con una tendencia a aumentar en forma progresiva. (Figura 8.5)

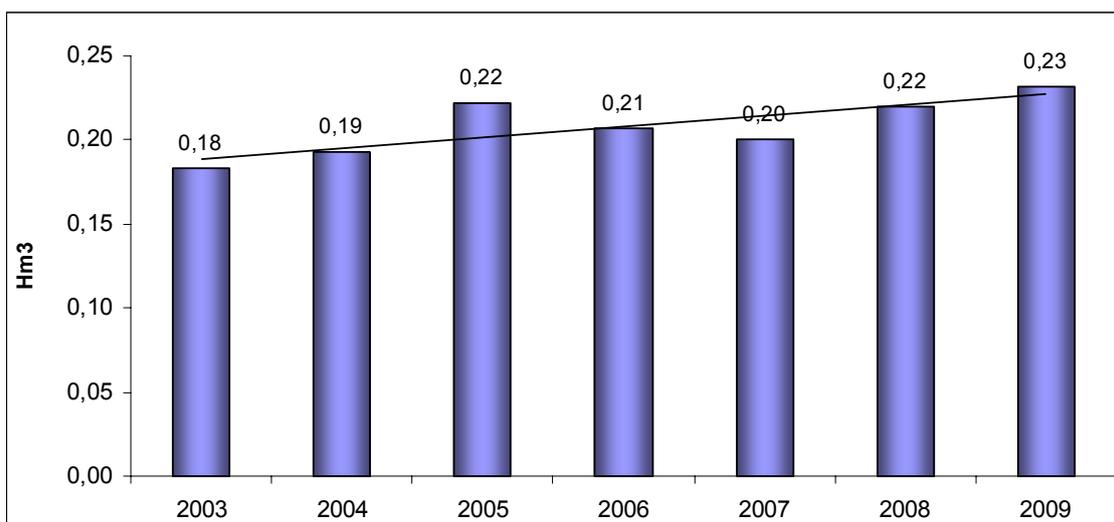


Figura 8.5. Extracción anual

En los periodos estivales se produce la mayor extracción de agua subterránea. Los caudales tienen un máximo en enero y febrero ($1300 \text{ m}^3/\text{d}$) en coincidencia con la mayor afluencia turística. El mínimo es en mayo y junio con valores entre 300 y $350 \text{ m}^3/\text{d}$. El valor medio en los meses restantes está en el rango de 400 a $500 \text{ m}^3/\text{d}$. (Figura 8.6)

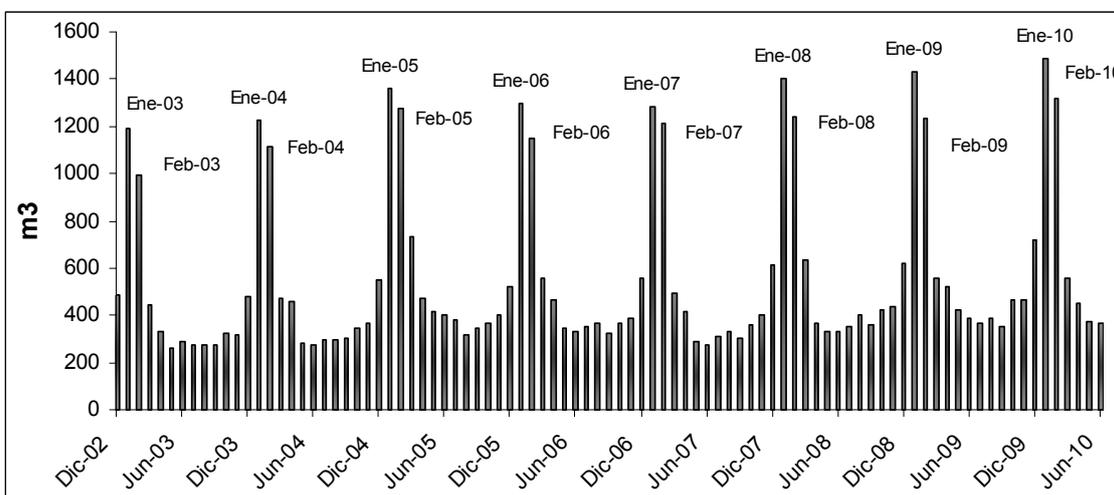


Figura 8.6. Producción media mensual

En octubre de 2006 se realizó una medición de los niveles freáticos en los pozos del campo de bombeo. En ese momento se registraba un régimen permanente con una escasa extracción ya que sólo dos pozos (20 y 25) estaban en funcionamiento extrayendo a bajos caudales ($360 \text{ m}^3/\text{d}$ para la fecha)

Las profundidades de los niveles de aguas subterráneas oscilaban entre 1,58 m y 2,96 m con curvas isofreáticas entre 1 y 1,5 m s.n.m. En la Figura 8.7 se muestra el mapa de flujo subterráneo para esta situación, que manifiesta un cono de depresión de escasa expresión y bajos gradientes hídricos con valores entre 0,0037 y 0,0051.

La configuración de curvas equipotenciales cerradas alrededor del grupo de pozos posibilita la estimación de la transmisividad del acuífero, a partir de la expresión $Q = T * m * i$, donde Q es el caudal, T la transmisividad, m la sección e i el gradiente hídrico.

Se ha estimado una T de $101 \text{ m}^2/\text{d}$, utilizando el caudal medio extraído en esa fecha. Este valor se encuentra dentro de un rango similar al calculado por MOSP (DIGMAS, 1985) en $107\text{-}150 \text{ m}^2/\text{d}$ y, el mencionado en CFI (1990b) en $110\text{-}150 \text{ m}^2/\text{d}$.

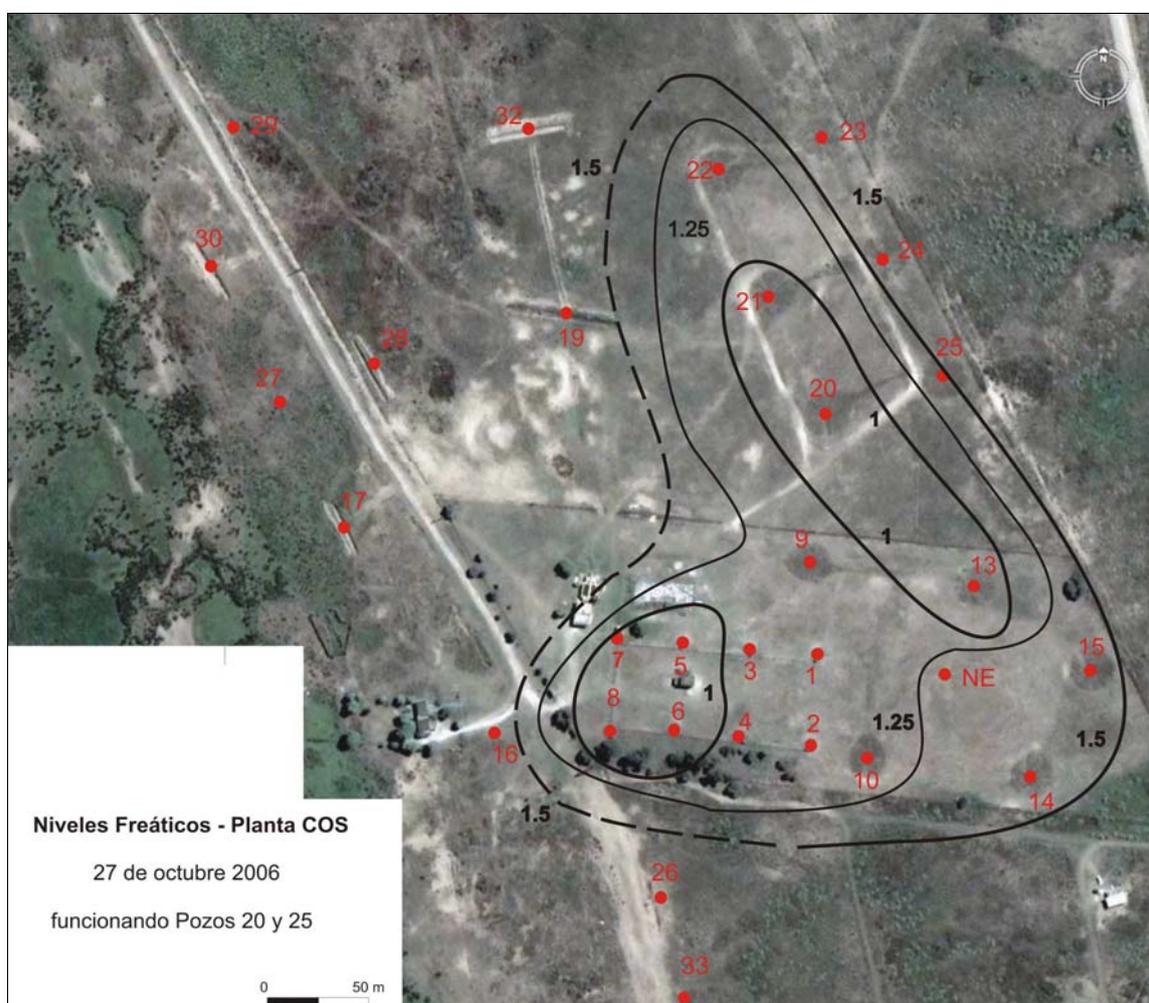


Figura 8.7. Mapa isofreático para el campo de bombeo (curvas en m s.n.m.).

Las variaciones del nivel freático son medidas en el campo de bombeo a partir de 2002, en un pozo de monitoreo cuya ubicación se observa en la Figura 8.1 con las siglas NE (o pozo 41 en los otros mapas). Estas mediciones se realizan cuando no hay pozos bombeando en las cercanías.

El promedio mensual de los niveles freáticos oscilan entre 0,4 y 2,8 m s.n.m., con una moda de 2,2 m s.n.m. Existe una relación inversa entre los valores de la cota del nivel freático y la producción. En los meses en que la extracción es mínima se manifiesta una recuperación de los niveles, mientras que se profundizan en el verano con el aumento de la extracción (Figura 8.8).

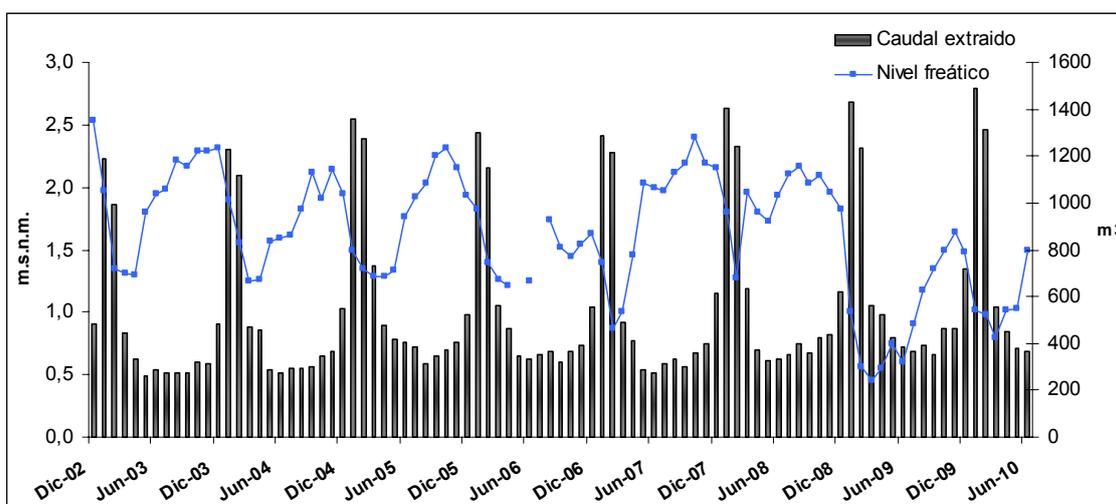


Figure 8.8. Producción media mensual y nivel freático promedio mensual

Si bien los niveles freáticos no se profundizan por debajo del 0 m s.n.m., debido a la metodología de explotación, se observa una tendencia general a la profundización con valores que oscilan entre 0,26 y 3,14 m s.n.m. (Figura 8.9)

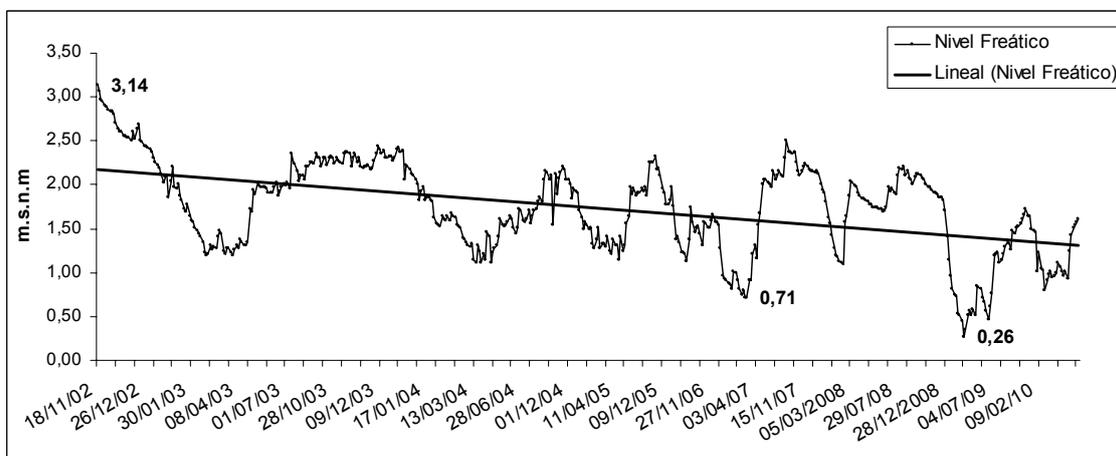


Figura 8.9. Comportamiento del nivel freático en el campo de bombeo (2002-2010).

Con respecto a la relación entre la capa freática y los excesos de agua, se manifiesta un rápido ascenso de los niveles frente a dichos excesos que se transforman en recarga. (Figura 8.10)

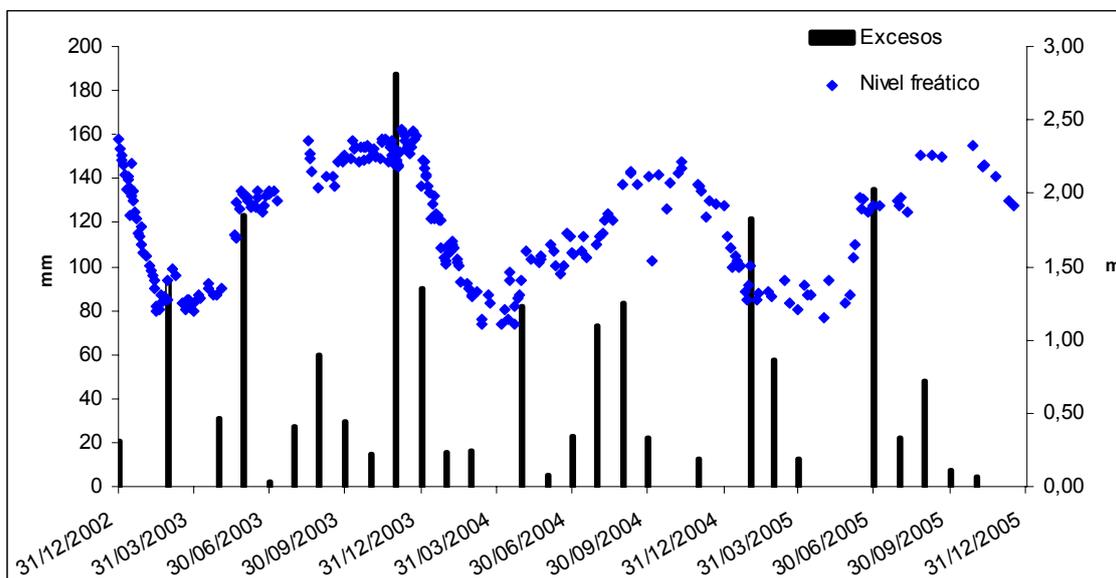


Figura 8.10. Nivel estático y excesos hídricos para el periodo 2002-2005

Durante el periodo comprendido entre el 18 de diciembre de 2009 y el 2 de marzo de 2010 se instaló un registrador continuo (diver) en el pozo 41 para estudiar el comportamiento de los niveles durante la temporada de verano que coincide con los mayores volúmenes extraídos por la batería de bombeo.

En la Figura 8.11 se ha graficado la cota media diaria del nivel freático y las precipitaciones. El nivel inicial fue de 1,53 m s.n.m. y se profundizó progresivamente a un promedio de 0,02 m por día hasta el 2 de febrero. Entre el 3 y el 7 de ese mes llovieron 188 mm, lo cual se manifiesta en un ascenso de 0,73 m en la capa freática (círculo en la figura). Posteriormente los niveles continúan su profundización con la misma tasa media hasta que finalizó el registro. La profundización total registrada fue de 0,74 m, este valor es similar a la recuperación que se produjo producto de las abundantes lluvias mencionadas.

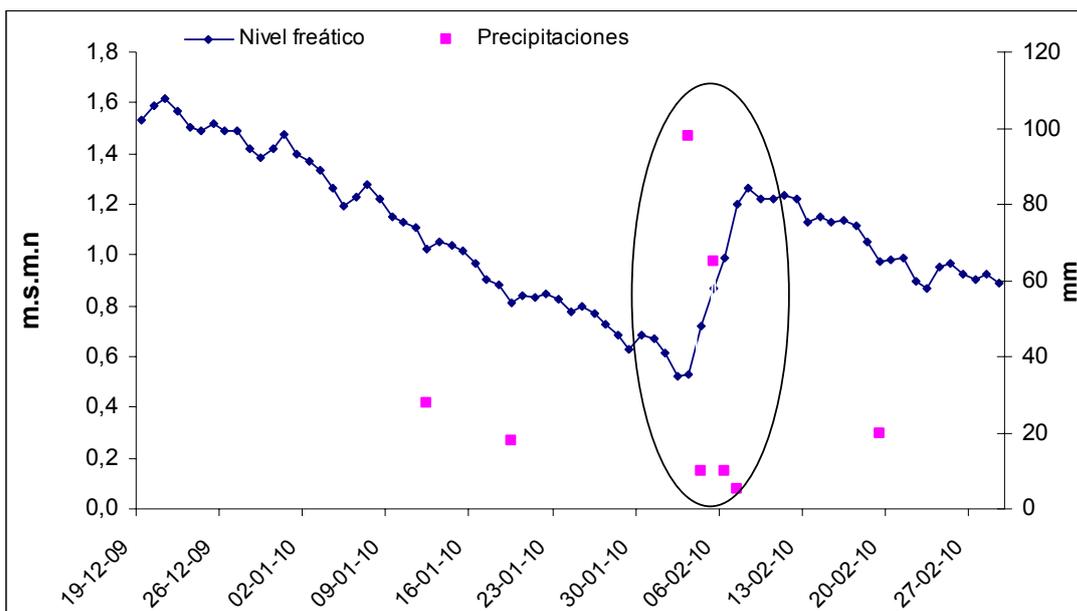


Figura 8.11. Niveles freáticos y precipitaciones (19/12/2009-01/03/2010)

En la Figura 8.12 se observa que a medida que aumenta la extracción se produce la profundización de los niveles freáticos con excepción de los días de elevada precipitación considerados previamente. Los valores de extracción diaria oscilan entre 1600 y 1800 m³ en el periodo donde se da la máxima profundización. Luego del evento de lluvias, la explotación disminuye levemente a 1400-1200 m³ pero de todas maneras los niveles continúan su profundización.

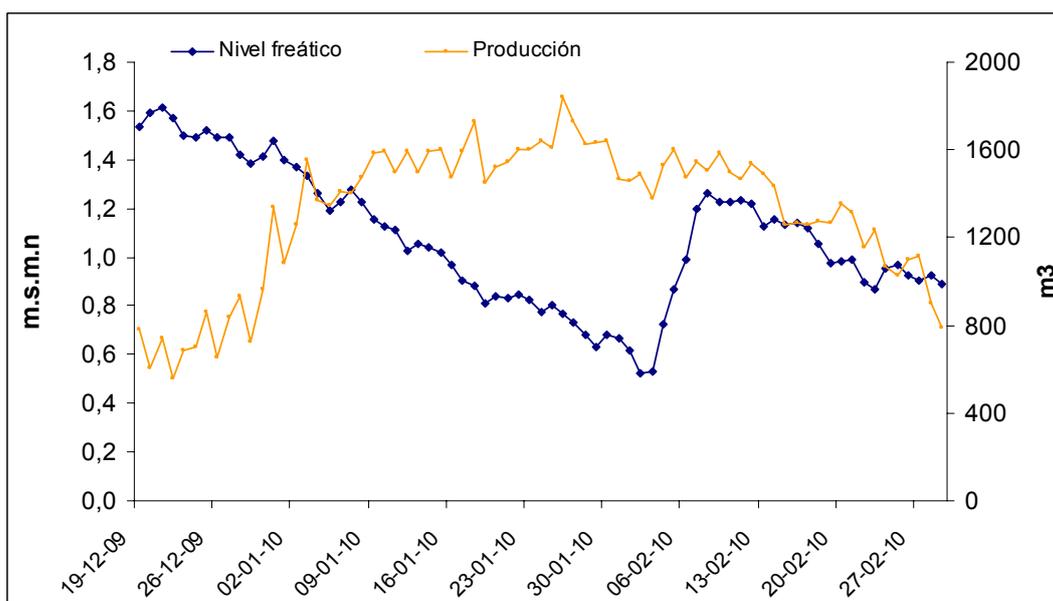


Figura 8.12. Niveles freáticos y producción diaria (19/12/2009-01/03/2010)

Las variaciones de los niveles de agua subterránea relacionadas a la explotación son coincidentes con las variaciones freáticas naturales. Los menores excesos del verano generan una profundización de los niveles (lo cual coincide con la mayor explotación) y los mayores excesos del invierno dan lugar a un ascenso (en coincidencia con la menor explotación).

El progresivo aumento de la población estable asociado a la afluencia turística del verano, supone un incremento del consumo de agua, lo cual tiene una significativa influencia en el comportamiento del agua subterránea, afectando el ciclo hidrológico natural.

En la localidad un porcentaje menor de las viviendas (del orden de 2.500) poseen agua de red proveniente del campo de bombeo que luego es tratada en planta para su posterior distribución. El resto, posee bombeadores domésticos, donde el agua no presenta tratamiento alguno. En cuanto a las obras de saneamiento, el porcentaje cubierto alcanza un número importante de viviendas de la localidad (superior a 10.000).

Se calculó una producción media diaria de agua potable en 519 m³. Suponiendo 200 L/d de consumo por habitante, se aplicó dicho valor de producción para reconocer si teóricamente satisfaría o no la demanda de la población desde 1960 en adelante. Cabe aclarar que la planta comenzó a funcionar en la década del 80, con lo cual el análisis previo a esa fecha es un planteo hipotético.

Se puede apreciar en la Figura 8.13 que para 1960 la producción actual excedería a la demanda en un 49%, pero a partir de 1970 se encuentra por debajo de las necesidades, llegando sólo a un 23% de población abastecida para 2001 y a un 17% para la población actual (proyectada).

La población que no se encuentra dentro del área de distribución del agua de red atiende sus necesidades a partir de la extracción particular por bombas o, en algunos barrios, por medio del abastecimiento de perforaciones municipales que se almacenan en un tanque y se distribuyen sin tratamiento previo.

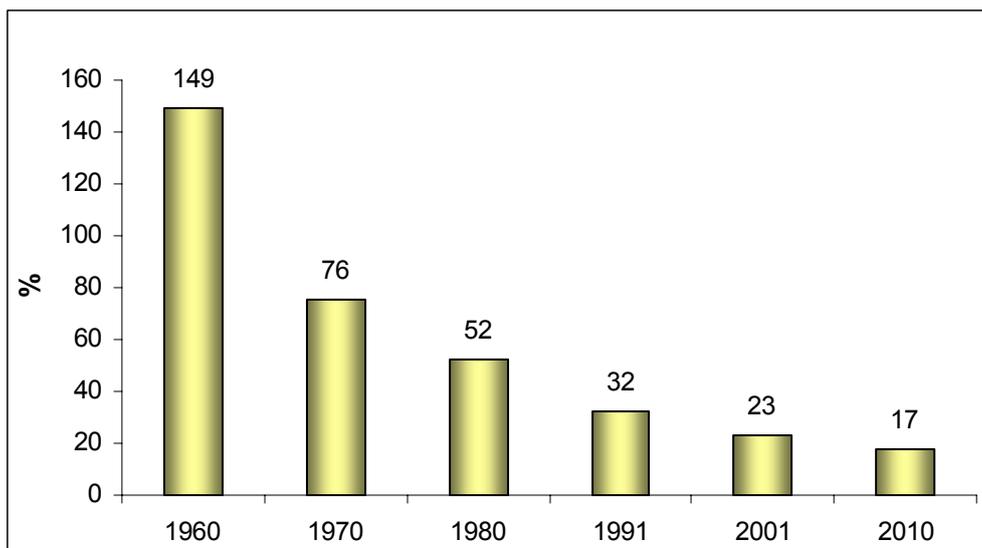


Figura 8.13. Porcentaje de población abastecida por la planta para diferentes años

Otro parámetro que se analizó fue la afluencia de turistas en el verano, de acuerdo a los datos de la Secretaría de Turismo del Partido de la Costa en la temporada 2006. Se calculó que en enero San Clemente contó con 18700 habitantes y en febrero 17000.

El incremento en la cantidad de habitantes debido al turismo conlleva a una demanda creciente del agua. A partir de los datos de la media de la producción diaria para 2006, acompañado de la tasa de consumo por habitante y teniendo en cuenta el crecimiento poblacional turístico, se calcularon los valores de déficit como pueden observarse en la Figura 8.14.

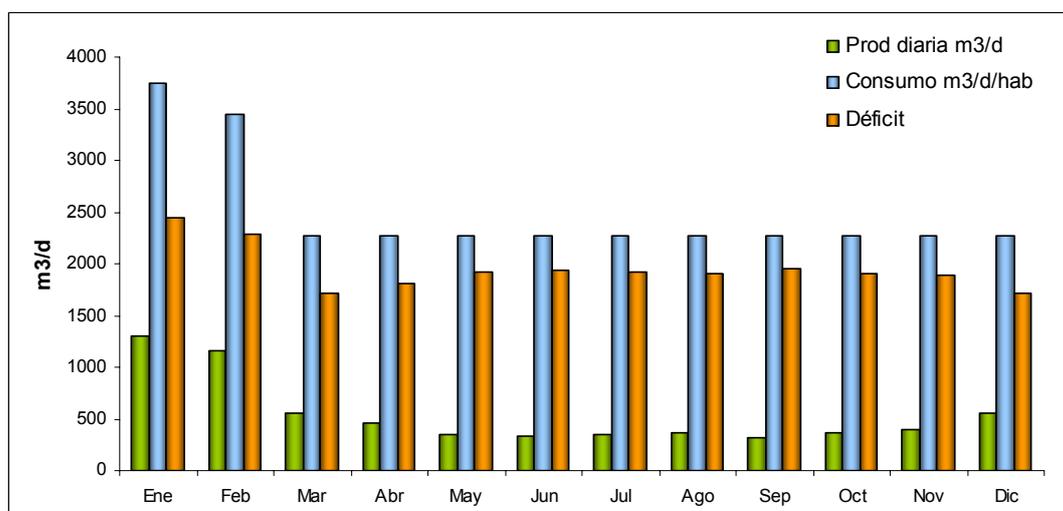


Figura 8.14. Relación producción-consumo para el año 2006.

A pesar que los valores de producción para los meses estivales son mayores, también lo es la demanda, siendo el déficit algo mayor en estas instancias, permaneciendo casi constante en el resto del año. Así los porcentajes de población abastecida por la planta potabilizadora no sobrepasan el 35 y 33 % para enero y febrero, manteniéndose entre 15 y 17 % para la mayoría de los meses (Figura 8.15).

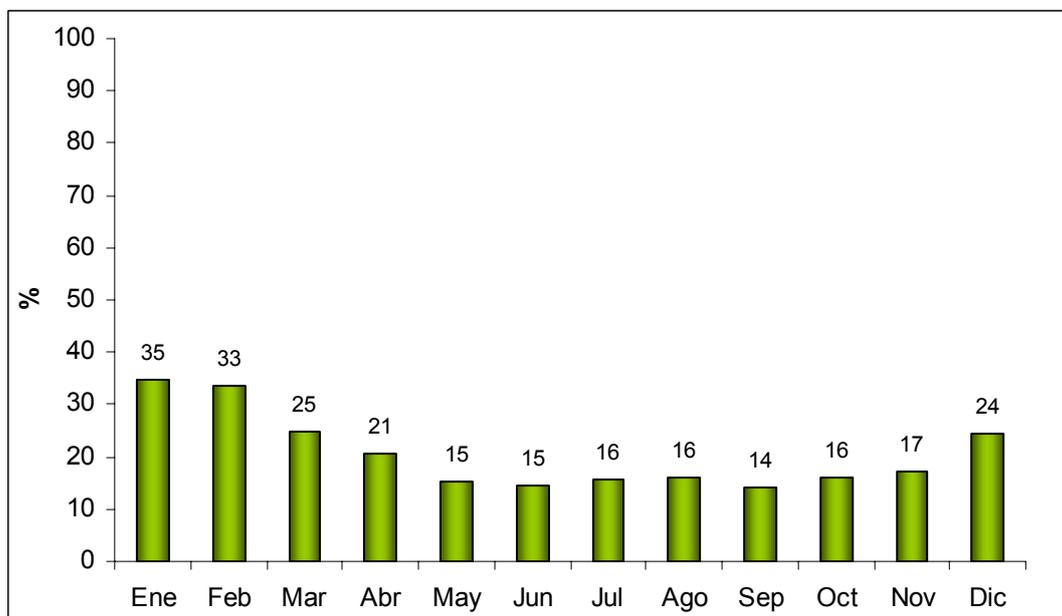


Figura 8.15. Porcentaje de población abastecida por la planta para 2006

Como se puede observar, el porcentaje de los habitantes abastecidos por la batería de bombeo es mínimo. Ante el progresivo aumento de la población estable y la demanda turística, surge la necesidad de elevar el volumen extraído. Para una correcta planificación en la expansión de la planta de extracción se deberán contemplar aspectos tales como la localización de los pozos según el ambiente, calidad química y control de caudales mediante una explotación areal a poca profundidad con el fin de evitar procesos de intrusión salina.