

Caso práctico

Comparación de resultados de pruebas de acuífero y eficiencia de pozo

Rejilla tipo persiana vs. rejilla de alambre Big Pine, California

Resumen ejecutivo

Los resultados del ensayo en acuífero realizado para dos pozos de provisión de agua y de gran capacidad, construidos en las cercanías de Big Pine, California, demostraron que el desempeño de rejillas tipo persiana y el de rejillas de alambre eran esencialmente idénticos. Los diseños de estos dos pozos, construidos a una distancia de 1000 pies, eran equivalentes en cuanto a su profundidad, diámetro y longitud total de rejillas. Ambos pozos se realizaron con el fin de bombear aguas subterráneas desde el mismo acuífero aluvial confinado. Los resultados de las pruebas a caudal constante y con abatimiento escalonado indicaron diferencias muy leves en los valores de transmisividad del acuífero y eficiencia entre los dos pozos evaluados. La producción a largo plazo y los regímenes permanentes de bombeo para los dos pozos eran iguales. Estos resultados demuestran claramente que tanto las rejillas tipo persiana como las rejillas de alambre ofrecen una elevada eficiencia y productividad a largo plazo.

Antecedentes

Big Pine, California se encuentra en el valle Owens que se extiende entre las montañas de Sierra Nevada, por el Oeste, y las cadenas montañosas de Inyo y White Mountain por el Este. El valle es un importante reservorio de aguas subterráneas ocupado por depósitos de rocas volcánicas y aluviales que constituyen materiales de reservorio (acuíferos) que abastecen de agua subterránea a numerosos pozos.

El Departamento de aguas y energía de Los Angeles (LADWP) construyó dos pozos para abastecimiento de agua (Pozos nro. 374 y 375) emplazados al sureste de la localidad de Big Pine y a casi 14 millas al este de la carretera 395. La distancia entre los dos pozos es de aproximadamente 1000 pies y se ubican cerca de otros dos pozos de control existentes, construidos por el servicio de topografía geológica de Estados Unidos, USGS.

Diseño de los pozos

Después de realizar el pozo piloto con una perforadora rotativa convencional con lodo como fluido, y el perfilaje geofísico, se construyeron los pozos hasta una profundidad de 450 pies. Los dos pozos se construyeron con una camisa de 18 pulgadas de diámetro (espesor de pared 0.313 pulg.) y empaque de grava. La zona de producción de cada uno de los pozos era entre los 260 y 440 pies. La estructura del pozo N° 374 se formó con 180 pies de rejilla de alambre con tamaño de apertura de 0.080 pulgadas. La estructura del pozo No. 375 tenía una rejilla tipo persiana "Ful Flo" Roscoe Moss Company en idéntica extensión y con el mismo tamaño de apertura, 0.080 pulgadas. A continuación se presentan los detalles constructivos de los pozos.

Parámetros	Pozo N° 374	Pozo N° 375
Profundidad	450 pies	450 pies
Diámetro	18 pulgadas	18 pulgadas
Tamaño apertura	0.080 pulgadas	0.080 pulgadas
Tipo de rejilla	Alambre	Persiana

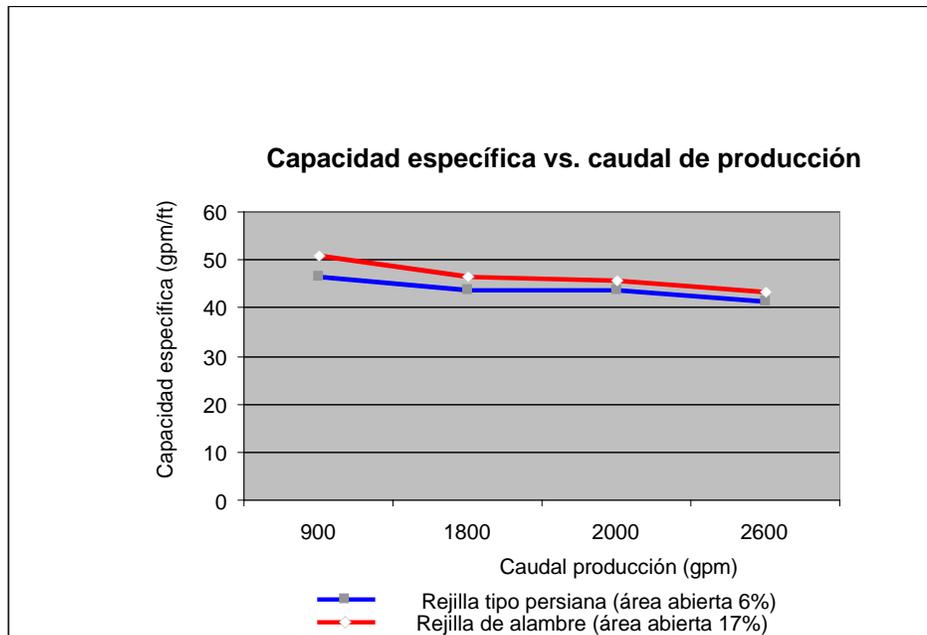
Prueba de bombeo

Las pruebas de bombeo realizadas en los dos pozos se efectuaron con una bomba tipo turbina con eje de transmisión en ángulo recto, accionada a motor; los tazones se fijaron a una profundidad de 155 pies. La prueba estuvo compuesta por un ensayo con abatimiento escalonado, en lapsos breves y un ensayo de descarga a caudal constante, de mayor duración. Los caudales se monitorearon a intervalos regulares y se ajustaron según fue necesario.

Pruebas con abatimiento escalonado

La primera prueba de bombeo en cada uno de los pozos fue la de abatimiento escalonado. El pozo N° 374 se bombeó por períodos de 90 minutos en cada uno los tres caudales (escalones) ascendentes de descarga de 873 galones por minuto (gpm), 1,803 gpm, y 2,617 gpm, respectivamente. Del mismo modo, el pozo N° 375 se bombeó por períodos de 2 horas en cada uno los tres caudales (escalones) ascendentes de descarga de 873 galones por minuto (gpm), 1,803 gpm, y 2,617 gpm, respectivamente. Los niveles de agua se midieron en el pozo de bombeo y en uno de los pozos de observación del USGS (Pozo USGS 14 A). A continuación se presentan los detalles de las pruebas y la representación gráfica de sus resultados.

Parámetros	Pozo N° 374	Pozo N° 375
Caudales de bombeo	873, 1803 y 2617 gpm	883, 1856 y 2608 gpm
Nivel estático	30 pies	30 pies
Pozos de observación	14A y N° 375	14A y N° 374



Pruebas a caudal constante

Después de realizadas cada uno de las pruebas a caudal creciente, se evaluaron los resultados y se aplicaron para seleccionar los bombes para la prueba de descarga a caudal constante. Los niveles de agua se midieron en el pozo de bombeo, en el pozo cercano del LADWP, en producción, y en uno de los pozos del USGS. El pozo N° 374 se bombeó durante 22 ³/₄ horas a un caudal de 2,078 gpm. El pozo N° 375 se bombeó durante 22 horas a un caudal de 2,034 gpm.

Al concluir cada una de las pruebas, se midieron los niveles de agua durante la recuperación. A continuación se resumen los detalles de las pruebas.

Parámetros	Pozo N° 374	Pozo N° 375
Caudal de bombeo	2078 gpm	2034 gpm
Pozos de observación	14A, B, C y pozo N° 375	14A, B, C y 374
Abatimiento total	53.25 pies	54.09 pies

Resultados

La prueba en estos dos pozos, diseñados y contruidos en forma idéntica, excepto por el tipo de rejilla, proporciona una oportunidad única de comparar el desempeño real en pozos adyacentes de rejillas tipo persiana y rejillas de alambre, en iguales condiciones hidrogeológicas. Dado que ambos pozos extraen aguas subterráneas desde el mismo espesor de acuífero, es razonable esperar que los parámetros del acuífero calculados a partir de los resultados de la prueba de bombeo sean esencialmente iguales. Entonces, mediante la comparación de la eficiencia de los dos pozos se podría evaluar el comportamiento relativo de cada tipo de rejilla.

Parámetros del acuífero

A los fines de esta evaluación, comparamos tres parámetros del acuífero: Transmisividad (T), coeficiente de almacenamiento (S) y permeabilidad (K). Cada uno de los parámetros se calculó aplicando los resultados de la prueba de bombeo. T, expresada en galones por día por pie (gpd/pie), es la medida de la capacidad del agua subterránea de fluir a través del espacio poral. Este parámetro se calculó con el método de Theis modificado. El coeficiente de almacenamiento (S) es un valor adimensional, y es la cantidad de agua que el acuífero puede liberar o incorporar ante un descenso o aumento de la carga hidráulica promedio. K se obtuvo dividiendo el valor T por el espesor estimado del acuífero, calculado mediante sondeo eléctrico. Los parámetros del acuífero para los dos pozos se indican a continuación.

Parámetros	Pozo N° 374	Pozo N° 375
Transmisividad	77,000 gpd/pie	73,000 gpd/pie
Permeabilidad promedio	430 gpd/pie ²	430 gpd/pie ²
Capacidad de almacenamiento	2.7x10 ⁻⁴	2.7x10 ⁻⁴

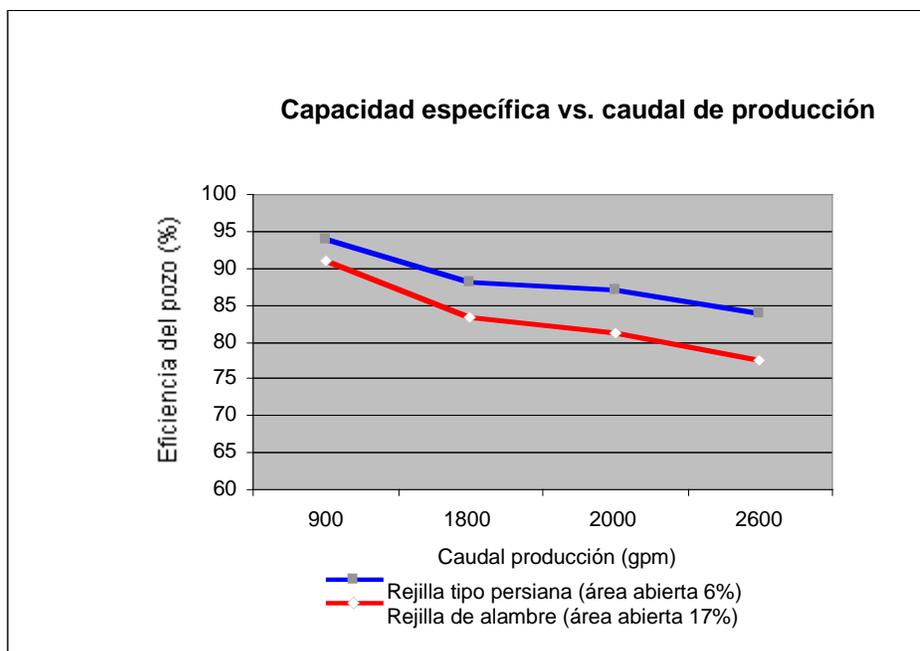
Los resultados precedentes muestran que los parámetros del acuífero son esencialmente iguales. La leve diferencia calculada para la transmisividad de uno de los pozos es insignificante.

Eficiencia del pozo

La eficiencia del pozo, expresada como un porcentaje, es la proporción entre el abatimiento teórico y el observado a determinado caudal de bombeo. Las pérdidas de carga del acuífero y del pozo se combinan para aportar el abatimiento total medido en un pozo sometido a bombeo. Las pérdidas de carga en los pozos se controlan con el diseño y los métodos constructivos del pozo, y están directamente relacionadas con el diámetro, el material de empaque y la apertura de la rejilla. Los rangos de eficiencia aceptable para pozos oscilan entre 70% y 80% para pozos con rejilla. En general, los pozos más eficientes resultan menos costosos desde el punto de vista operativo porque requieren menos energía para accionar la bomba. Sobre la base de los resultados de pruebas de campo en los dos pozos sometidos a ensayo, la eficiencia de los pozos es la siguiente:

- ∞ El pozo N° 374 tuvo una eficiencia del 74 al 87 por ciento para caudales de bombeo de entre 1,350 y 3,140 gpm. La eficiencia para el caudal de bombeo recomendado de 2,693 gpm fue del 77 por ciento.
- ∞ El pozo N° 375 tuvo una eficiencia del 81 al 91 por ciento para caudales de bombeo de entre 1,350 y 3,140 gpm. La eficiencia para el caudal de bombeo recomendado de 2,693 gpm fue del 83.5 por ciento.

A continuación se presenta una comparación gráfica de los resultados de eficiencia de pozo para distintos caudales de bombeo.



Resumen

Los resultados empíricos obtenidos a partir de las pruebas de acuífero realizadas en los pozos Nros. 374 y 375 brindan evidencias claras de que el comportamiento de las rejillas tipo persiana y las de alambre era esencialmente igual en este proyecto. Ambos pozos tuvieron una elevada eficiencia y entraron holgadamente en el rango aceptable del 70 al 80%, o lo excedieron. Más aún, cuando los datos de la prueba de bombeo se emplearon para calcular los parámetros del acuífero de cada pozo, no hubo diferencias significativas entre ambos. Los valores de transmisividad, capacidad de almacenamiento y permeabilidad promedio del acuífero fueron a todas luces idénticos.

Sobre la base de estos hallazgos, resulta razonable concluir que es de esperar que se observará una diferencia mínima o nula, tanto en la eficiencia del pozo como en el comportamiento a largo plazo, entre rejillas tipo persianas y rejillas de alambre en un pozo correctamente construido y desarrollado.

Referencias

Handbook of Ground Water Development, [Manual de desarrollo de aguas subterráneas] Roscoe Moss Company, 1990, John Wiley and Sons, New York, NY

Los Angeles Department of Water and Power, 1986, "Report on Well 374 Aquifer Test, Big Pine Well Field". [Informe del ensayo en acuífero - Pozo 374 – Big Pine - Departamento de aguas y energía de Los Angeles].

Los Angeles Department of Water and Power, 1986, "Report on Well 375 Aquifer Test, Big Pine Well Field". [Informe del ensayo en acuífero - Pozo 375 – Big Pine - Departamento de aguas y energía de Los Angeles].