

BOMBEO SOLAR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Experiencias en la zona centro de la provincia de Neuquén

Vicente Buda
buda.vicente@inta.gob.ar
Pro Huerta/AER Zapala

Rodrigo Navedo
navedo.rodrigo@inta.gob.ar
Jefe AER Zapala

La escasez de agua y el acceso a la energía eléctrica plantea limitantes para la producción de la agricultura familiar en la zona centro de Neuquén, por lo que se están incorporando sistemas de bombeo solar de aguas subterráneas. En una primera etapa se avanzó en la definición de marcos de trabajo que orienten las decisiones tecnológicas y en el dimensionamiento del sistema

Caracterización de la zona y contexto

El clima de la zona centro de la provincia de Neuquén es semiárido-frío, con una precipitación media anual cercana a los 175 mm, concentrándose en los meses de otoño-invierno. Los vientos predominantes y las ráfagas más fuertes se presentan en primavera-verano desde el sector oeste y con menor frecuencia del sureste, mientras que el 10 % de las calmas ocurren en verano y el 24 % en invierno.

El recurso hídrico aprovechable consiste en acumulaciones aisladas de agua de precipitaciones en pequeñas lagunas y arroyos no permanentes y/o aguas subterráneas. La escasez es muy significativa en general y para los sistemas productivos en particular. Por otro lado son pocos los usuarios con acceso a la energía eléctrica de la red, por ello toman importancia las tecnologías que aprovechan la energía solar o eólica.

Desde el año 2006 a la actualidad se produjeron sequías recurrentes que disminuyeron el nivel de los acuíferos, principalmente los freáticos, desde donde los productores obtenían cotidianamente el agua de manera precaria. Esta situación se vio agravada por la erupción del Volcán Puyehue -Cordón Caulle, declarándose la emergencia agropecuaria en todo el territorio y conformándose el Comité Local de Emergencia Rural que articuló el trabajo entre las instituciones y organizaciones de pequeños productores involucradas en el desarrollo rural. En esa instancia se determinó que la provisión de agua para el consumo humano y las actividades productivas de los pequeños productores es un aspecto prioritario del desarrollo. Por ello se constituyó la "Mesa de agua" integrada por los técnicos vinculados a la temática y productores referentes, entre los que se compartieron las experiencias, las metodologías y los resultados que se venían obteniendo en relación a las distintas tecnologías de bombeo.

En este marco es que se acordó el uso del bombeo solar, decisión en la que incidió la opinión de los productores sobre las roturas recurrentes de los molinos de viento debido a la alta intensidad de las ráfagas. Por otro lado, si bien la frecuencia de los vientos es mayor cuando se consume más energía, los momentos de calma son de hasta 10 días en verano, repercutiendo en la dimensión de los sistemas de almacenamiento. Cabe destacar que tanto el bombeo solar como eólico tienen costos iniciales altos, pero en el largo plazo se atenúan por el bajo costo de operación y su vida útil aproximada de 20 años, lo que representa un costo menor para el productor (\$/m³ bombeado). La información referente a las tecnologías acordes a las necesidades de bombeo (ver Figura 1) intenta aportar un marco de decisión ante diferentes escenarios. Cabe

aclarar que si bien estos valores deben ajustarse a nuestras condiciones, son válidos para una primera aproximación. Por ejemplo si se necesita llevar 20.000 litros de agua por día a un sitio donde la altura total de bombeo es 40 metros, la opción más eficiente y económica (\$/m bombeado) sería el bombeo solar, como también todos los casos situados en esa franja. Si en cambio es necesario elevar 18000 litros de agua por día o menos agua a una altura de 20 metros o menos sería más económico el bombeo manual (aunque en esta situación igualmente se utilizó bombeo solar por el gran esfuerzo que significa para el productor). Del mismo modo, y siguiendo lo que muestra la siguiente figura, se visualizan las diferentes tecnologías recomendadas según las particularidades de los sistemas.

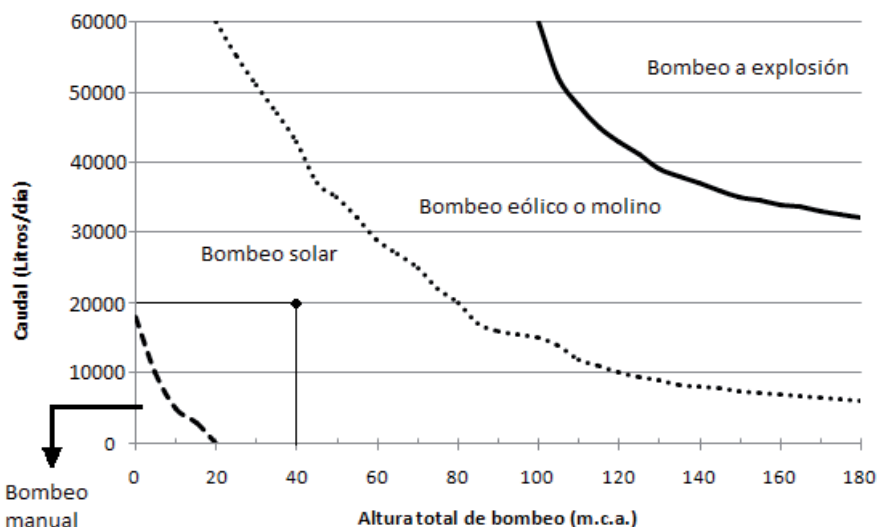


Figura 1: Tecnologías a seleccionar de acuerdo a la necesidad de bombeo

Descripción y características de los sistemas de bombeo solar

El sistema de bombeo solar está compuesto por diferentes unidades (Foto 1):

- Unidad de generación de energía (paneles solares): es la encargada de convertir la energía solar en energía

eléctrica. Ella incluye estructuras de sostén que permiten pequeños movimientos para adaptar la superficie del panel (el ángulo con respecto al suelo) a las condiciones de radiación de las diferentes zonas y estaciones del año, pudiendo también generar ajustes siguiendo la trayectoria diaria del sol.

- Unidad de bombeo: está compuesta por una bomba y un motor eléctrico, componentes que en la mayoría de los casos se presentan como una unidad hermanada por el fabricante. Las bombas pueden ser volumétricas o centrífugas; las primeras se utilizan para situaciones de bombeo definidas por elevada altura y pequeños caudales, las segundas para alturas menores y caudales considerables. Acorde a la realidad de nuestra región se utilizaron mayoritariamente las bombas centrífugas, tanto de superficie (para lugares donde la napa estaba a profundidades menores de 8 metros) o sumergidas (casos de mayor profundidad).

- Unidad de acondicionamiento y control: está compuesta por varios dispositivos. Uno de ellos es el convertidor de potencias que adapta la electricidad producida por el panel acorde a la consumida por el motor (en motores de corriente continua), mientras que cuando el motor es de corriente alterna se activa un inversor para

adaptar la corriente continua generada por el panel. A su vez se cuentan con los dispositivos de control que evitan que el motor funcione descargado (falta de agua en el pozo), que rebalse el reservorio o que opere con tensiones y corrientes no apropiadas.

- Unidad de almacenamiento de agua y energía: está compuesta por un tanque elevado, acumulando la energía en forma de altura de agua. En aquellos casos en donde las dimensiones de las bombas comerciales no son suficientes para el bombeo del agua requerida se utilizan baterías para el bombeo nocturno.

- Unidad de conducción y distribución de agua: la primera deberá conducir el caudal medio anual a los reservorios y la segunda deberá conducir un caudal un poco mayor, determinado por el consumo pico de la hora y el día de mayor demanda, llamado caudal máximo horario.



■ Foto 1: Bombeo en la comunidad mapuche Calfucura. Se visualizan los distintos componentes del sistema

Elección del equipo de bombeo

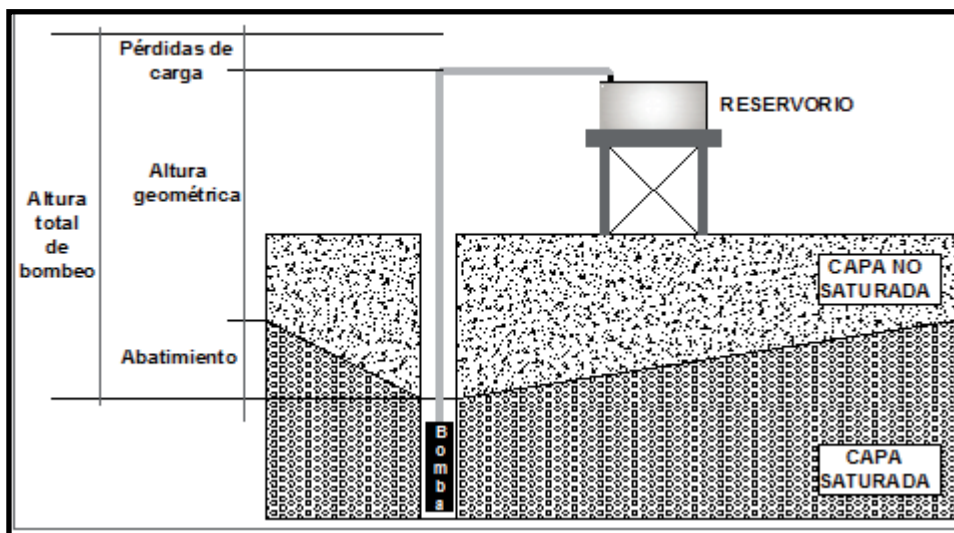
Para la elección del equipo de bombeo es fundamental conocer las necesidades de energía hidráulica, las limitaciones del acuífero y las necesidades de energía solar (determinación de la superficie de paneles e inclinación). Para ello debemos contar con la siguiente información procedente del relevamiento de la demanda de agua, de ensayos de bombeo y de las características climáticas locales respectivamente:

- Caudal máximo a extraer de la fuente de agua, para que la sustentabilidad del sistema no se vea afectada (por pérdida de

altura en el acuífero, salinización de los mismos, etc.).

- Caudal medio y máximo necesario para la actividad a realizar. En nuestros casos los caudales medios varían desde 3 m³/día hasta los 30 m³/día y los máximos de 5 a 50 m³/día.

- La carga dinámica total o altura de bombeo total, que es la sumatoria de la altura geométrica (desde el nivel estático del agua hasta el nivel de elevación), del abatimiento del pozo y las pérdidas de carga de la unidad de conducción (Figura 2). En nuestros casos variaron desde los 20 metros hasta los 100 metros.



■ Figura 2: Carga dinámica total o altura de bombeo total

Para el cálculo de las necesidades de energía solar (determinación de la superficie de paneles e inclinación) es necesario disponer de los siguientes datos:

- Energía solar media anual incidente (en la zona es de 4,16 KWh/m²*día) y energía solar media mensual.

- Ángulo de inclinación con que inciden los rayos solares en la superficie terrestre (que dependen de la latitud del lugar) para adaptar el soporte de los paneles de modo que los rayos incidan a 90 grados (ver Foto 2).

La energía hidráulica necesaria será provista por la radiación solar mediante dos unidades de transformación de energía, la motobomba y los paneles solares. La primera debe ser capaz de proveer las necesidades hidráulicas mencionadas demandándole energía eléctrica a los paneles, que dimensionados correctamente proveerán esta energía, siempre teniendo en cuenta que hay ineficiencias en esa transformación.

Los paneles solares entregan mayor cantidad de energía a medida

que la radiación solar aumenta, variando durante el día los niveles de estos valores. En este sentido, el caudal entregado por el sistema será variable. El mes utilizado para el dimensionamiento de los paneles será aquel que demande la máxima energía hidráulica con la menor oferta de energía solar (peor situación), mientras que el de

la motobomba será el que mayor consumo de agua tenga.

En la mayoría de los casos dichas decisiones las resuelven los técnicos que comercializan estos sistemas, quedando bajo la responsabilidad de éstos lo que atañe a la energía hidráulica requerida (caudal y altura de bombeo total).



■ Foto 2: Bombeo solar en Paso Aguerre. Armado y conexión de paneles solares



■ Foto 3: Bombeo solar en Paso Aguerre. Instalación de bomba

Consideraciones finales

- Para la sustentabilidad de los sistemas es necesario dimensionar el bombeo. En equipos sobredimensionados se estará estropeando el acuífero y se aumentarán los costos iniciales y de operación.

- La tecnología solar y eólica son complementarias y en nuestra región son directamente proporcionales al consumo (hay más disponibilidad energética en los meses de mayor consumo).

- Ambas tecnologías tienen costos iniciales elevados y similares (para igual altura y caudal de bombeo) y tienen una vida útil similar.

- El porcentaje de fallas de funcionamiento de sistemas solares es extremadamente bajo. Durante los dos años que operaron 25 equipos en esta zona sólo dos tuvieron fallas, uno por mala operación y el otro por defectos de fabricación. Es

necesario resaltar que para la operación de los sistemas es preciso capacitar a los productores y generar acuerdos en el uso.

- Los molinos eólicos sufren mayores daños por efecto de las fuertes ráfagas que se registran en la zona.

- Los sistemas solares tienen un requerimiento de mano de obra especializada para la instalación y mantenimiento. En este sentido se está discutiendo sobre la temática del mantenimiento de las obras de agua en zonas rurales siguiendo diversas propuestas como autogestión de las comunidades rurales, intervención de empresas estatales o incentivar/impulsar cooperativas de trabajo o PyMES con técnicos especializados para la tarea.

- Por último, es necesario generar en la zona modelos de toma de decisiones para diferentes escenarios tecnológicos. Será el desafío para esta nueva etapa.