

## Protocolo para el monitoreo de Napa Freática cercana a la superficie: ¿Qué medir, dónde, cuándo y cómo?

Jorge L. Mercáu<sup>1,2</sup>, Raúl Gimenez<sup>2</sup> Esteban G. Jobbágy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA AER San Luis. <sup>2</sup>Grupo de Estudios Ambientales-IMASL(UNSL-CONICET).

***Este documento pretende ser una guía general de cómo monitorear el nivel y calidad de la napa freática para tomar decisiones en agricultura (versión 2020).***

Se propone una estrategia que combina un número reducido de **perforaciones PERMANENTES** para monitorear la dinámica del nivel freático en los diferentes ambientes de un establecimiento o una zona, y un número mayor de **perforaciones TEMPORARIAS** destinadas a medir el nivel y la calidad de la napa en lotes específicos y en momentos críticos de toma de decisiones. Esta estrategia fue diseñada como soporte al **manejo adaptativo a la oferta hídrica** en un establecimiento bajo gestión de una empresa por varios años. Si se trabaja mayormente con lotes en alquiler se sugiere que en cada zona se combinen perforaciones permanentes ubicadas en campos con los acuerdos más estables, que ofrecerán una referencia fija para describir la dinámica temporal de los niveles, y perforaciones temporarias para el ajuste fino y para vincular los lotes individuales a la dinámica zonal.

### Perforaciones PERMANENTES. FREATÍMETROS.

1. **Estrategia de monitoreo e información del sitio.** Se procurará mantener en el campo al menos **un freatímetro por ambiente** (según la clasificación usual para cada zona, i.e. Loma, Media loma y Bajo) **y módulo de la secuencia agrícola** (i.e. si es Tr/Sj-Mz-Sj, habrá freatímetros para cada ambiente en los lotes que en un año le tocaría Tr/Sj, otros en los que irían a Mz y otros en los a Sj). **Los freatímetros son perforaciones permanentes donde se medirá, una vez al mes, la profundidad de la napa respecto a la superficie del suelo.** Esta frecuencia puede aumentarse para entender algunos procesos, como el consumo luego de una recarga inusual, o reducirse (menos recomendado) durante barbechos en la estación seca en zonas que la tienen muy marcada. También se puede ajustar la fecha de muestreo a los **momentos críticos de decisión** en una **estrategia adaptativa** (decisión de cultivos en la secuencia, de fechas de siembra, de secado de cultivos de servicio, de fertilización, etc).

2. **Ubicación e información de sitio de cada freatímetro:** Los freatímetros deberán ubicarse en una unidad representativa del ambiente y unidad de manejo, a por lo menos 150m de sus bordes y de factores condicionantes como cunetas, arboledas, corrales, tanques, etc. **La napa responde principalmente al balance hídrico local dado por las características de manejo y del ambiente, pero es influida por lo que pasa en la vecindad.** La distancia propuesta es razonable para entender como el manejo influye sobre la dinámica de la freática, al menos dentro de la campaña. Con una distancia menor, las lecturas del freatímetro estarían más influenciadas por el entorno, haciendo al monitoreo menos efectivo para aprender de las decisiones que se toman. Por eso, aunque es más práctico, se desalienta la ubicación de freatímetros en límites entre lotes, allí se mezclan fuertemente los efectos de manejos distintos.

Una vez elegido el sitio del freatímetro, se registran las **coordenadas GPS** y se asigna una **identificación de pozo**, donde se indica la unidad de manejo (lote) y el

Mercáu, Gimenez & Jobbágy. 2020. [jorgemercáu@gmail.com](mailto:jorgemercáu@gmail.com)

ambiente (según la clasificación usual para cada zona). Se apunta además, una descripción de la ubicación topográfica de stand y paisaje. Por ej: “plano inclinado orientación Sur, dentro de loma”.

**3. Ejecución de la perforación.** Para planteos basados en cultivos anuales es recomendable que los freáticos lleguen a 3.7 m de profundidad (para pasturas se sugiere llegar a 6 m). Se utiliza un barreno de torsión de 2 a 4 pulgadas para realizar una perforación vertical. Existen diversos diseños de barreno, las puntas con alas abiertas se recomiendan para suelos de textura pesada, mientras que las cerradas para texturas sueltas. Al alcanzar la zona saturada se continúa el pozo hasta los 3.7 m o, al menos, 80 cm dentro de la misma (para registrar un eventual consumo). Si se logra el pozo con éxito se encamisa con un caño de PVC que calce justo en el mismo. Antes, con una sierra, se le practican ranuras oblicuas (de 6-8 cm, espaciadas 10 cm y con un ángulo de 20-30°) en el último metro que quedará abajo (la boca abierta hacia arriba). Estas ranuras mejorarán el contacto entre la napa y el freático.

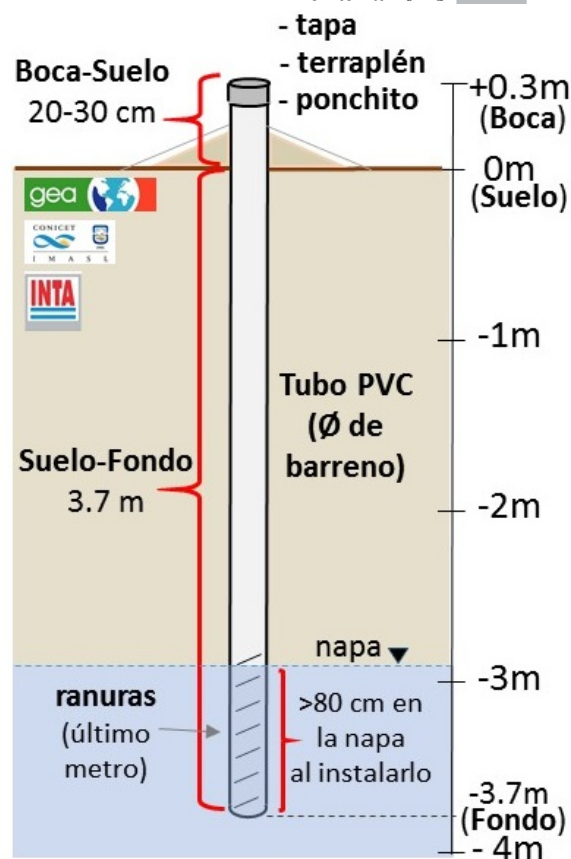
**Nota:** Si es dificultoso penetrar en la zona saturada (algunos suelos colapsan muy rápidamente), se detiene el trabajo y se coloca el caño de PVC hasta donde llegue. Se continúa profundizando por dentro del caño con un barreno de diámetro menor y alas abiertas, mientras otra persona va empujando el caño hacia abajo. Si hay fuga de material se utiliza una cabeza de barreno más cerrada.

Una vez instalados los freáticos, se aguarda unas horas y se revisan los pozos para observar el espesor de agua libre. En suelos pesados el tiempo en que se alcanza el nivel de equilibrio puede ser de hasta un día, en suelos sueltos, solo un par de horas. La mejor constatación del equilibrio es observar que los niveles dejan de ascender tras la confección del pozo. Muy posiblemente será necesario **limpiar de barro el fondo del freático** utilizando un barreno con alas cerradas y diámetro menor al caño. Se busca generar una cavidad dentro del caño de PVC con 50-100 cm de agua libre, o que el fondo esté a los 3,7 o 6 m objeto del monitoreo.

**3. Datos de suelos.** En todos los pozos se registran las **profundidades a las que se encuentren discontinuidades** evidentes. Para ello el material extraído en las barrenadas es examinado buscando cambios texturales importantes y/o aparición concreciones calcáreas o ferrosas. Si se encuentra una barrera que dificulta perforar, típicamente tosca laminar u horizontes thapto argílicos, se registra la profundidad de inicio y fin y se toma una muestra de la misma (unos 300 cc de suelo) en doble bolsa, identificando, por fuera de la primer bolsa, pozo, tipo de horizonte, y profundidad.

Si se quiere **describir el ambiente** se muestreará el perfil completo. Para cada segmento de profundidad del perfil se va volcando el material extraído por el barreno en una batea y luego se toma una muestra homogénea de 300 cc d suelo. Cada muestra se guarda en doble bolsa etiquetada por fuera de la primer bolsa, indicando pozo y profundidad. Las profundidades de muestreo abarcan los intervalos entre 0, 30, 60, 100, 150, 200, 250, 300, 350 y 400cm (muestreando sólo hasta la zona saturada). Si hubiese una discontinuidad muy clara (p.ej. a 72 cm), se parte la muestra en cuestión (p.ej 60-72 cm y 72-100 cm, en vez de 60-100 cm). Sin embargo, si la discontinuidad no llega hasta el fondo de la sección (p.ej. a 85 cm) entonces se toma una muestra solo de esa sección. Si la discontinuidad llega a menos de 10 cm de la sección siguiente, o se inserta 10 cm en ella se puede correr el límite de muestreo levemente (por ejemplo, va desde 72 a 93, se muestrea 60-72, 72-93 y 93-150).

4. **Acondicionamiento del pozo:** (ver esquema). Una vez ubicado el caño en su posición definitiva se marca en el mismo el **Nivel del Suelo**, procurando obviar alguna irregularidad cercana al freático. Se miden y registran las distancias **Boca-Suelo** (cuanto sobresale el caño sobre el nivel del terreno) y **Suelo-Fondo** (profundidad efectivamente explorada por el freático). Para evitar el ingreso de agua por las paredes del caño se **rellena, hasta el nivel del suelo, las cavidades** que hayan quedado entre el borde externo del PVC y el pozo. Se continúa con un **aporque de unos 15 cm de alto** y 35 cm de radio alrededor del caño y se lo cubre con un círculo o “**poncho**” de plástico (silobolsa). Se tapa el caño con **tapa plana**. Para evitar errores, en su lado interno se rotulan: Nombre del freático y distancias Boca-Suelo y Suelo-Fondo. Se **protege el lugar con un corralito** (puede ser con tres postes y alambre, un comedero de rollos, etc) y se ata una **caña alta con una banderita** para evitar llevar por delante el freático en trabajos con el cultivo en pie (cosecha, pulverización, etc).



Una alternativa, para ambientes que no se inundan, es ocultar los freáticos bajo la superficie y enterrar una referencia metálica para ubicarlos (hay quienes ponen un disco cubriéndolo, que lo protege además del paso de maquinaria).

5. **Medición de nivel y toma de muestra de agua.** Una vez transcurridas 24 horas desde la terminación definitiva del pozo, se puede empezar a medir nivel. Esto se hace con una cinta métrica metálica (o cuerda graduada) a la que se le adhiere un objeto de base plana en la punta. El contacto de la superficie plana con el agua (techo de la napa) se detecta con facilidad al tacto o incluso por el sonido. La distancia medida corresponde a la profundidad de napa desde la boca del caño. Para calcular y registrar la **profundidad de la napa desde el suelo** debe restarse de la medición realizada la distancia Boca-Suelo (anotada en el envés de la tapa). Cada tanto, conviene revisar que no haya cambios en la distancia boca-suelo, y eventualmente corregirla.

Una vez registrado el nivel conviene sacar una **muestra de agua para determinar su calidad**. Se puede construir un **dispositivo extractor de agua** (equivalente a un muestreador “Bailer”) con un segmento de caño de PVC, de menor diámetro que el pozo, atado con una cuerda en un extremo y con una válvula de paso de plomería en el otro. Se deja caer el extractor en el pozo, con la válvula hacia el fondo. El líquido colectado se dispone en envases limpios de 500 cc, identificando en la botella de la muestra el pozo y la fecha muestreo.

6. **Registros de cultivo y datos auxiliares.** En **cada visita** a los freáticos se registra el estado fenológico del cultivo (observando unos 50mts a la redonda) y, en barbecho, la presencia de malezas y el grado de cobertura de rastrojo. **De cada cultivo se registra:** Fechas de siembra y cosecha, genotipo, densidad de plantas lograda, humedad inicial en el perfil, datos de fertilidad y fertilización, y la incidencia de adversidades que hayan reducido sensiblemente el rendimiento (malezas, plagas,

enfermedades, granizo, helada, etc). En cada cosecha se mide el **rendimiento** en la zona de influencia del freático (unos 100 mts de radio alrededor del mismo). Ese dato se puede estimar mediante i) cosecha manual (al menos 5 m<sup>2</sup>), ii) información del monitor de rendimiento en esa zona (correctamente calibrado), o iii) con cosechadora y balanza (al menos 0.1 has) en tolva o carrito. Se debe contar con un pluviómetro cercano a los freáticos y **registrar diariamente las lluvias**.

## Perforaciones TEMPORARIAS

Las perforaciones de carácter temporario son complementarias a los freáticos y se realizan para evaluar la calidad del agua de la napa y para propagar con mayor precisión en el espacio las mediciones de nivel de los freáticos. Estos pozos se realizan en épocas donde suele haber pocos cambios en el nivel de la napa, entre fin de mayo (para definir fecha de siembra, ciclo y fertilización en los lotes que van a un cultivo de cosecha de invierno) y fin de agosto (para ajustar la fecha de siembra de cultivos de verano o la fecha de secado de cultivos de cobertura) en todas las unidades de manejo, todos los años, procurando repetir el muestreo en la misma zona.

Se selecciona el sitio y se marca su posición exacta con GPS. Al igual que con las permanentes, se buscan posiciones representativas del lote/ambiente (evitando los extremos y a 150 mts por lo menos de los bordes de los mismos). En cada punto se efectúa una perforación con barreno grande hasta llegar al sedimento saturado (claros síntomas de chorreo de barro), procurando profundizar un poco en él. Se aguarda unas horas (1 hora basta en suelos arenosos pero, en los más pesados se recomienda volver al día siguiente) y **se mide la profundidad desde el Suelo a la Napa**.

**Nota:** Si el objetivo del pozo es solo tomar decisiones agrícolas en un lote una campaña, es posible acotar la exploración hasta 2.7m. Si hasta esa profundidad no se detecta el frente de ascenso capilar (agua por sobre la capacidad de campo), se puede registrar ese dato y abandonar el sitio.

Las perforaciones temporarias se utilizan para **monitorear la evolución de la calidad de agua, aún en la zona de las perforaciones permanentes** (excepto cuando se los instala, la calidad del agua dentro de los freáticos no es representativa de la de la napa que interactúa con la vegetación y el suelo). Finalizada la medición del nivel, con el extractor se toma una **muestra de agua** en envases limpios de 500 cc, identificando en la botella las coordenadas GPS, Lote/Ambiente y fecha muestreo. Si no es posible sacar agua, se toma una muestra de suelo saturado con un barreno cerrado. Se deja decantar en un bidón limpio y se toma la muestra.

Es esperable que luego de un período de exceso hídrico la napa se acerque a la superficie y su salinidad se reduzca y que durante un período de déficit el consumo de la vegetación profundice la napa y la salinice. Sin embargo, puede haber sorpresas en algunos ambientes y por eso es conveniente realizar estos muestreos con perforaciones temporarias cada vez que se registran variaciones interanuales importantes en el nivel de la napa (> a 50 cm).

**Sugerimos ver la siguiente información como complemento de este protocolo:**

- **Instalación de freáticos INTA Marcos Juarez:**

<https://www.youtube.com/watch?v=Bi1pitgBC7Q>

- **Estimación de agua al tacto:**

<https://drive.google.com/open?id=1iGNAX9j0BwQcz2ztceUBNISB-d45w-j6>

- **Sitio del Grupo de Estudios Ambientales. Apartado Napas:**

<http://gea.unsl.edu.ar/NAPAS/index.html>