

PROYECTO WATERCLIMA LAC 2015-2017

Compilación de informes técnicos producidos
en el Área Piloto Mar del Plata



WATERCLIMA LAC
Coastal Zones - Zonas Costeras



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA

CONICET



Proyecto financiado
por la Unión Europea

Proyecto WATERCLIMA LAC 2015-2017 : compilación de informes técnicos producidos en el Área Piloto Mar del Plata / Alejandra Merlotto ... [et al.]; compilado por Héctor Enrique Massone ; Daniel Emilio Martínez - 1a ed. - Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2017.
DVD-ROM, PDF

ISBN 978-987-544-798-1

1. Medio Ambiente. 2. Cambio Climático. 3. Recursos Hídricos. I. Merlotto, Alejandra. II. Massone, Héctor Enrique, comp. III. Martínez, Daniel Emilio, comp.
CDD551.48

Elaborado por:



Proyecto WATERCLIMA LAC 2015-2017. Compilación de informes técnicos producidos en el Área Piloto Mar del Plata

El presente libro ha sido elaborado por la Universidad Nacional de Mar del Plata en el marco del Proyecto WATERCLIMA LAC y financiado por la Unión Europea.

ISBN

978-987-544-798-1

Compiladores

Héctor Enrique Massone
Daniel Emilio Martínez

Diseño y diagramación

Gabriela Calderon

Fotografías de portadas

Gabriela Calderon

Publicación sin fines comerciales. Reservados todos los derechos. Queda autorizada su reproducción y distribución con previa autorización y citando fuentes.

Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, Argentina
2017



Proyecto financiado
por la Unión Europea

“La presente publicación ha sido elaborada con el financiamiento de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de sus autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.”

PROYECTO WATERCLIMA LAC 2015-2017

Compilación de informes técnicos producidos
en el Área Piloto Mar del Plata

Compiladores
Héctor Enrique Massone
Daniel Emilio Martínez

Mar del Plata, 2017



WATERCLIMA LAC
Coastal Zones - Zonas Costeras

GUÍA DIDÁCTICA 1

ESTUDIO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. GUÍA DE TRABAJO DE CAMPO

Sebastian Grondona

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC-CONICET/UNMdP). Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC-UNMdP/CIC)

INTRODUCCIÓN

El presente documento se basa en el previamente elaborado por AMPHOS 21 y constituye el material de apoyo para el curso de extensión "TECNICAS DE MUESTREO DE AGUAS Y NORMAS DE CALIDAD PARA DIVERSOS USOS" aprobado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (OCA 1125/16), dictado en el mes de Abril de 2017. Tiene como objetivo servir de guía para el muestreo y establecimiento de una red de monitoreo del agua subterránea en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Para establecer una base de conocimiento común en el curso, se describen las características del agua subterránea y su importancia en esta región. Posteriormente, se establecen los pasos a seguir al muestrear el agua subterránea y como seleccionar los puntos más idóneos para monitorear el acuífero de forma periódica.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Introducción

En el sudeste de la provincia de Buenos Aires el agua subterránea es el recurso hídrico más utilizado, y su disponibilidad y buena calidad permiten que su explotación supla el consumo humano, riego, industria y otros propósitos. Sin embargo, como sucede en mucho de los sitios donde esta fuente de agua es utilizada de forma intensiva, existe el peligro de que sea sobreexplotada o verse impactada negativamente si su consumo no es gestionado correctamente.

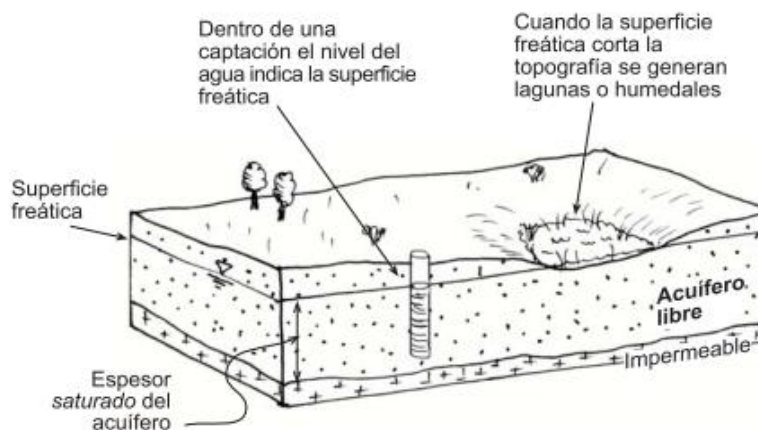
Por esto es importante entender los procesos mediante los cuales el agua subterránea circula en el acuífero y de qué manera las actividades humanas muchas veces lo ponen en peligro.

El agua subterránea es aquella que se encuentra en el subsuelo y no es observable de forma directa, a diferencia de los cuerpos de naturales de agua superficial, como lagos, arroyos y mares. Ocupa los diminutos espacios existentes entre las partículas componentes de los sedimentos y las rocas (poros) y dentro de las grietas o fisuras de los materiales rocosos. Estas formaciones geológicas, que poseen la capacidad de almacenar y de permitir el flujo del agua subterránea, se conocen con el nombre de acuíferos.

En un perfil de subsuelo, normalmente se presentan dos zonas con caracteres hidráulicos diferentes, la zona más cercana a la superficie del terreno se denomina zona no saturada y la más profunda zona saturada. La primera se ubica entre lo que se conoce como superficie freática (Figura 1) y la superficie del terreno. En esta zona el agua no ocupa totalmente los poros del sedimento o roca, y su porción superior contribuye a la evapotranspiración. Por su parte, en la zona saturada (conocida como acuífero libre o freático) el agua ocupa completamente todos los espacios porales y está limitada por el nivel freático y por el basamento hidrogeológico (que es su límite inferior), que es impermeable e impide que el agua continúe el proceso de infiltración.

Se considera que el nivel freático (también conocido como capa o napa freática) es la superficie a partir de la cual comienza el acuífero y su profundidad es variable, ya que dependerá de cuánta agua ingrese al acuífero y de la topografía. Por ejemplo, luego de precipitaciones importantes, este nivel estará más cerca de la superficie y, por el contrario, en épocas de sequía, el nivel se encontrará a mayor profundidad, lo que puede dificultar la extracción del agua para consumo.

Figura 1. Representación esquemática de un acuífero.



Fuente: <http://hidrologia.usal.es/hidro.htm>

Para la medición de la profundidad del nivel freático se utiliza la sonda bipolar (Figura 2). Este instrumento emite una señal sonora cuando el electrodo toca el agua y se cierra un circuito. La profundidad se mide en el cable graduado, generalmente con una precisión de centímetros (Figura 3).

Figura 2. Ejemplo de sonda para medir el nivel freático.



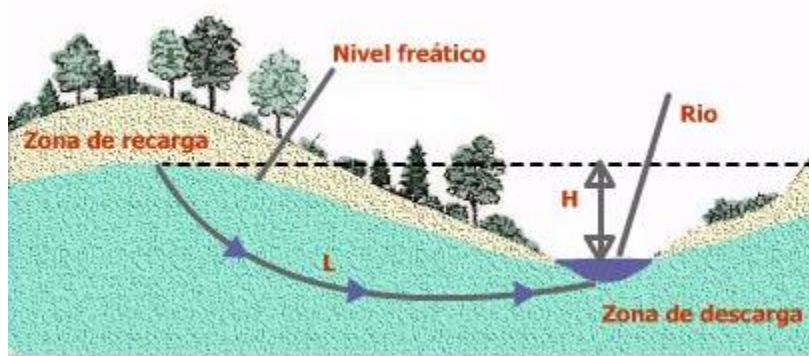
Figura 3. Medición del nivel freático.



Las precipitaciones son la principal fuente de aporte a los acuíferos mediante el proceso de infiltración, que es el ingreso vertical de agua a través del suelo y/o sedimentos. Cuando el agua ingresa al acuífero, se mueve desde éstas áreas de recarga a zonas de descarga (ubicadas a menor cota topográfica que las zonas de recarga, Figura 4), que pueden ser cuerpos superficiales, como ríos, lagos, lagunas o directamente el mar. Debido a que el agua subterránea encuentra una

resistencia mucho mayor al moverse a través de los poros o grietas de las rocas y sedimentos, usualmente se mueve muchísimo más lentamente que el agua superficial. En general las velocidades van desde metro/día a cientos de metro/año.

Figura 4. Áreas de recarga y descarga de un acuífero



Fuente: Elaboración propia en base a

https://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/esc_sub_movimiento.html

El acuífero más importante en el sudeste de la provincia de Buenos Aires se conoce con el nombre de Pampeano y consiste en una acumulación de arenas finas y limos, que en su conjunto son conocidos como "loess". Estos sedimentos están limitados verticalmente por rocas ortocuarcíticas, cuya naturaleza puede ser observada en las sierras o directamente en las costas marplatenses, ya que son las rocas que afloran en la zona del Torreón del Monje. Considerando entonces este límite, el espesor del acuífero puede variar normalmente entre 70 y 110 metros, con el nivel freático entre 1 m y 15 m de profundidad. El agua natural es de buena calidad, siendo el único tratamiento necesario para su distribución una cloración suave.

Parámetros de calidad del agua subterránea

El agua constituye el disolvente más universal, por lo tanto, en su lenta circulación a través del acuífero es capaz de incorporar gran cantidad de sustancias. Debido a este contacto prolongado con las formaciones geológicas, en general, las aguas subterráneas tienen mayor oportunidad de disolver materiales que las aguas superficiales y por ello suelen presentar una concentración iónica mayor. Esta presencia y concentración de determinados compuestos permiten caracterizar el agua de un acuífero y diferenciarla de la proveniente de otros.

Características físicas

Temperatura: en general es poco variable a lo largo del año y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar. En profundidad depende del gradiente geotérmico, que aumenta 1° cada 30m de profundidad.

Conductividad eléctrica: es la medida de la facilidad de un agua para conducir la corriente eléctrica y su valor aumenta con la cantidad de sales disueltas en forma de iones. Se utiliza para su medición en campo los conductímetro (Figura 5).

Figura 5. Conductímetro, aparato de campo o laboratorio para medir conductividad eléctrica



Color: en general, las aguas subterráneas no poseen color, pero en el caso de poseerlo, es el resultado de las sustancias disueltas en agua, material particulado en suspensión o contaminación antrópica.

Olor y sabor: están íntimamente relacionados entre sí y frecuentemente lo que se llama "gusto" es realmente percibido como olor y son parámetros subjetivos, por ejemplo aguas con más de 300 mg/l de cloruros tienen sabor salado.

Turbidez: es la dificultad del agua para transmitir la luz y se debe a la presencia de sólidos en suspensión (limos, arcillas, materia orgánica, etc.).

pH: es la medida de la concentración de hidrogeniones del agua o de la solución y varía entre 0 y 14. En agua subterránea varía entre 6,5 y 8,5, por lo que se dice que tiene un carácter neutro. Se utiliza para su medición en campo los pHmetros (Figura 6).

Figura 6. pHmetro de campo

Características químicas

La composición química del agua subterránea se determina a partir del muestreo del agua y el posterior análisis en el laboratorio. La toma de muestras requiere seguir con algunos procedimientos que se encuentran dentro de los protocolos de muestreo de los laboratorios para garantizar la validez de la muestra y para asegurar la representatividad del agua del acuífero que está siendo estudiado.

Constituyentes iónicos principales y secundarios:

En el agua subterránea los cationes y los aniones fundamentales son los siguientes:

Cationes: Sodio (Na^+), Potasio (K^+), Calcio (Ca^{+2}), Magnesio (Mg^{+2}).

Aniones: Cloruro (Cl^-), Sulfato (SO_4^{-2}), Bicarbonato (HCO_3^-) Carbonato (CO_3^{-2}), Nitrato (NO_3^-).

Los **constituyentes minoritarios**, se encuentran en concentraciones inferiores al 1% en relación a los iones fundamentales. Algunos de estos constituyentes son: Boro (B^{+3}), Bromuro (Br^-), Compuestos fenólicos, Fosfato (PO_3^-), Manganeseo (Mn), Sílice (Si), Circón (Zr^{+2}), y Cobre (Cu^+), Hierro (Fe^{+2}).

Dentro de los constituyentes **tóxicos y carcinógenos**, se encuentra el Arsénico (As), Bario (Ba^{+2}), Cadmio (Cd^{+2}), Plomo (Pb), Fluoruros (F^-), y Selenio (Se).

Con respecto a los **gases disueltos** en el agua, los principales son el oxígeno disuelto (O_2), Gas Carbónico (CO_2) y el Gas Sulhídrico (H_2S).

MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Introducción

En el presente apartado se describen los procedimientos de campo para la caracterización y muestreo del agua subterránea, los cuales se adecuan a las necesidades y características del sureste de la provincia de Buenos Aires. La finalidad será contribuir a establecer una red de monitoreo, cuyo objetivo es conocer la respuesta del acuífero y de sus tendencias de calidad para lograr cumplir con la principal meta de gestión: controlar los impactos de la extracción del agua subterránea y de las cargas de contaminantes.

El trabajo de campo se plantea en dos etapas:

Etapa 1: Fase de inventario y caracterización general

Centrada en el relevamiento de datos generales de pozos y otros puntos de agua junto con parámetros in-situ (pH, Conductividad Eléctrica y nitratos).

Se completa una ficha de campo para cada punto y una caracterización general de la hidrogeología de la zona. Después del trabajo de campo de la primera etapa se revisarán los resultados y se seleccionarán los puntos más idóneos para un análisis de detalle. Las tareas de campo serán:

- Visita de puntos previamente seleccionados.
- En cada uno de los puntos, rellenar una ficha de inventario.
- Tomar las coordenadas y datos in-situ.

Esta primera etapa se llevará a cabo en aquellos casos en los cuales no se cuente con información previa de la zona o bien la caracterización previa no sea suficiente para el tipo de muestreo que se desea realizar. Puede suceder, por ejemplo, que se necesiten nuevos datos para analizar y comprender el comportamiento de determinados compuestos que se muestrean por primera vez, por lo tanto, será necesario una revisión de todos los puntos para obtener esta nueva información.

Etapa 2. Fase de muestreo

Servirá para muestrear los puntos seleccionados de la Etapa 1 y definir la red de monitoreo.

Las tareas de esta etapa serán:

- Visitar los puntos seleccionados después de la primera etapa
- Tomar parámetros in-situ
- Recoger muestras para transportarlas al laboratorio (la cantidad de agua a recoger en cada punto dependerá de los parámetros a muestrear en cada uno).

Para finalizar, se evaluarán los resultados obtenidos y se propondrá una red de monitoreo la cual debería ser muestreada, de manera ideal, dos veces al año. De esta manera se generará una base de datos para estudios posteriores de gestión del acuífero.

ETAPA 1

En esta etapa se identifican 3 tareas principales

1. Selección de puntos a visitar
2. Inventario de puntos
3. Toma de datos in-situ

1. Selección de puntos a visitar

Se seleccionarán una serie de puntos de manera que permitan obtener datos del acuífero (con el objetivo de obtener datos con una buena distribución hidrogeológica y territorial). Se propondrá una serie de puntos y en caso de no poder visitar uno de estos puntos se sustituiría, en campo, por uno de características similares al propuesto en la selección lo más cercano posible al punto seleccionado inicialmente.

2. Inventario de puntos

En cada uno de los puntos visitados se rellenará una ficha de inventario en la cual se recomienda tomar nota de todos los datos, aunque los equipos de campo (como el GPS) almacenen los datos en memoria. Cuanto más datos se completen, mejor, pero hay muchos datos como por

ejemplo las características de la bomba o profundidad del pozo que en algunos casos no se podrán conocer.

Los datos que hay que apuntar en la ficha son, como mínimo los que se indican a continuación.

- Fecha y hora: Hora y fecha de realización del inventario.
- Código del punto: El código numérico que se decida poner en campo. Se recomienda que sea correlativo en los puntos que se van visitando
- Técnico/institución: Anotar el nombre de la persona que está haciendo el inventario
- Coordenadas X e Y que indica el GPS y sistema de coordenadas, utilizado por el equipo.
- Barrio/comunidad/distrito: anotar los datos de localización que correspondan para poder ubicar los puntos por sectores
- Otro código: en caso que este punto esté codificado en algún organismo, anotarlo aquí.
- Propietario o responsable del punto: Indicar nombre y datos de contacto de la persona que gestiona el punto de agua, especialmente si es necesario contactarlo para visitar el punto, indicando el horario más adecuado.
- Puesto que se diseñará una red de monitoreo posterior es importante conocer si el propietario estaría dispuesto a que su punto se incluyese en esta red y se muestrease en sucesivas campañas.
- Diámetro del pozo, debe indicarse las unidades en que se toma este parámetro.
- Profundidad del pozo: dato otorgado por el propietario, recordar incluir las unidades.
- Profundidad del nivel freático: se mide mediante la sonda bipolar.
- Forma de extracción del agua: molino o bomba. En este último caso indicar de qué tipo es (electrombas sumergibles o no, manuales)
- Si es pertinente y posible, indicar las características de la bomba: el caudal (m³/h), el tipo de motor, la potencia y la marca
- Indicar el uso al que se destina el agua: Si es uso público o privado y el uso principal.
- Si el agua se utiliza para abastecimiento indicar la población aproximada que se beneficia de ese pozo
- Si se destina a riego estimar la superficie de riego, y, si es posible, el tipo de cultivo.
- Si el uso es industrial anotar el tipo de industria.
- Frecuencia de bombeo: anotar la frecuencia con la que se utiliza el pozo. Durante cuántas horas al día el pozo está en funcionamiento.

- Estado del pozo: indicar si el pozo (y la estructura en superficie) está en funcionamiento, abandonado, en mal estado, bien conservado, el pozo está bien pero la bomba no funciona ,etc.
- Descripción del entorno del pozo: esta descripción se utiliza para evaluar posibles fuentes de contaminación del pozo y es por lo tanto importante indicar en qué tipo de zona está ubicado el pozo. ¿Se observan indicios de contaminación? Hay casos en los que es evidente que el punto de agua está sometido a una potencial contaminación. Si es así, indicarlo.
- **Calidad del agua en el punto:** en este apartado se deben anotar todos los datos de parámetros in-situ tomados en el campo
 - Conductividad Eléctrica
 - pH
 - Temperatura
 - Observar si el agua es transparente o no y si depende algún olor que sea importante anotar.
 - Como se toma la muestra: indicar si la muestra es obtenida con bomba o muestreador manual
 - Observaciones: indicar todos esos aspectos que es importante tener en cuenta y que no están incluidos en los ítems anteriores. Puede tratarse de referencias para ubicar el punto de muestreo, como comentarios de los propietarios u otras características relevantes sobre la muestra de agua
 - Plano/esquema situación. Hacer un pequeño esquema con la ubicación del punto que facilite identificarlo en próximas campañas

Finalmente, en cada uno de los puntos debe tomarse como mínimo una foto. Si la cámara registra las fotos con un número es recomendable anotar en cada ficha de inventario el número de la foto. Esto puede facilitar las tareas posteriores en la revisión de la información de campo.

3. Toma de datos in-situ

Los datos que se tomen en campo deberán ser incluidos en la ficha descrita anteriormente. A continuación se detallan protocolos y procedimientos recomendables para las tareas de campo:

Tareas previas

- **Revisión de los aparatos de medida:** antes de ir al campo es recomendable revisar que todos los aparatos funcionen y tengan pilas y/o baterías con carga suficiente.

- **Calibración de aparatos de medida:** previamente al muestreo se debe calibrar los aparatos de medida siguiendo los manuales de referencia de cada uno de ellos.

Tareas de campo

- Registro de coordenadas con GPS.
- Fotografía del punto de agua.
- Medida de la profundidad del agua antes del muestreo. En el caso que el pozo esté bombeando se medirá el nivel y se indicará esta situación en la "Ficha de Campo". El nivel se medirá desde la boca de pozo indicando siempre la altura de la estructura sobre el terreno.
- Bombeo del pozo para la toma de datos de parámetros físico-químicos. Antes de la toma de datos y/o de proceder al llenado de los envases se sacará el agua de la cañería. Para la toma de datos o tomar una muestra representativa del acuífero se deberá:
 - Si se ha sido utilizado en las últimas 48 horas será suficiente un bombeo de 5 minutos
 - Si no se ha utilizado últimamente habría que purgar el pozo sacando tres veces el volumen de agua almacenada en el mismo. La manera más fácil de realizar este proceso es medir la Conductividad Eléctrica cada 3 minutos y tomar el la muestra cuando este valor se haya estabilizado.
- Una vez se disponga de una muestra representativa se procederá a la medida de parámetros (Figura 7). Éstos deben medirse inmediatamente obtenida la muestra. Idealmente las medidas deben hacerse en agua en movimiento pero esto no siempre es posible y se toman las muestras con vasos. Se recomienda no poner varias sondas de medida en un mismo vaso pues en ocasiones pueden causar interferencias.

Figura 7: Medición de los parámetros físicos en el campo.



ETAPA 2

Esta fase de muestreo se llevará a cabo sólo en los puntos seleccionados. Dicha selección se realizará con base a los resultados de la etapa 1 y deben permitir caracterizar hidroquímicamente al acuífero y los procesos de contaminación que pueden tener lugar en ellos. Como consecuencia, se tendrá en cuenta tanto su distribución hidrogeológica como sus características físicas o las actividades de su entorno.

Los parámetros a analizar dependerán de los resultados de la fase previa y del laboratorio con que se cuente. A modo orientativo se considera necesario analizar: iones mayoritarios, minoritarios y metales. Incluirá los compuestos de nitrógeno y otros compuestos en función de las actividades de la zona. En algunos de los puntos se puede complementar con análisis bacteriológicos y de agroquímicos.

A continuación se describen los diferentes pasos para el muestreo.

1. Tareas previas al campo

Tal y como se ha descrito en la etapa previa, antes de ir al campo será necesario revisar los aparatos de medida y calibrarlos. También será necesario contactar al laboratorio para acordar plazos y procedimientos de entrega de muestras así como sus requerimientos de volumen. El volumen de agua a recoger dependerá de los parámetros a analizar y del laboratorio. En este sentido, antes de ir al campo, se prepararán las botellas de acuerdo a los protocolos del o los muestreos que se realizarán.

2. Custodia de las muestras

Etiquetaje de los envases

Cada uno de los envases llevará su correspondiente etiqueta, clara y bien pegada, en la cual constará:

- Nombre del punto
- Código del punto
- La fecha en que se ha tomado la muestra.

En caso de transportar las muestras en heladeras con hielo (como en el caso del muestreo bacteriológico) se recomienda poner precinto transparente encima de las etiquetas para evitar que se borren o se corran con el agua.

Registro de muestreo

- En cada uno de los puntos se volverá a completarla ficha de campo pero sólo con los datos que no se hubieran anotado antes y los parámetros in-situ.
- Además se elaborará una lista de todos los puntos muestreados indicando la cantidad de botellas recogidas en cada punto y la fecha. Esta lista se entregará en el laboratorio para asegurar la custodia de las muestras.

Transporte y almacenamiento de las muestras

Las muestras se mantendrán en frío si es posible, a 4 °C, y se evitarán siempre los cambios bruscos de temperatura. En ningún caso se romperá la cadena de frío. Para ello se llevará una hielera o nevera en campo con hielo.

Se evitará en lo posible, durante el transporte, agitaciones y vibraciones importantes y se mantendrán resguardadas de la luz.

Las muestras se entregarán al laboratorio lo antes posible, evitando superar las 48 horas entre la toma de muestras y su llegada al laboratorio.

3. Procedimientos y protocolo de campo

El procedimiento es muy similar al de la Etapa 1 pero además al final, se tomará una muestra de agua:

- No es necesario tomar datos GPS ni fotografía si ya se hizo en el inventario de punto.
- Toda la información de campo y nueva se recogerá en la misma ficha de campo del inventario (también es posible generar una nueva ficha que solo contenga los datos que se toman periódicamente. Se anotarán datos adicionales o cambios respecto la etapa 1 (por ejemplo si un pozo está roto y antes no, o si ahora se ha podido tomar muestra y antes no).
- Medida de la profundidad del nivel del agua antes del muestreo. En el caso que el pozo esté bombeando se medirá el nivel y se indicará pertinentemente "en bombeo" en la "Ficha de campo". El nivel se medirá en el mismo punto que en la primera campaña.

- Medida de los parámetros de campo. Las determinaciones in-situ se realizarán igual como se ha descrito en la Etapa 1. Es importante asegurar que el agua sea representativa del acuífero y que no se trate del agua almacenada en el pozo. Por lo tanto es importante el proceso de purga. Si no es posible purgar y el pozo no se utiliza, indicarlo en la ficha de campo. Indicar también si la purga ha sido corta o cualquier incidencia que pueda ayudar a la interpretación de los datos. Estos datos se anotarán todos en la ficha de campo.
- Una vez purgado el pozo o estabilizados los parámetros de campo (especialmente la Conductividad Eléctrica (CE) se procederá al llenado de los envases previamente etiquetados.
- En el campo, antes de la recolección de la muestra, las botellas se enjuagarán tres veces con el agua del pozo (a menos que la botella contenga un preservante).
- El volumen de muestra a recoger dependerá del análisis a realizar, al final de este apartado se indicarán los procedimientos de muestreo necesarios para diferentes análisis.
- El acidificado, si el laboratorio lo solicita, normalmente se realiza añadiendo 4-5 gotas de ácido nítrico o clorhídrico a la muestra hasta conseguir un pH de 1-2.
- Las botellas deben cerrarse bien y llenarse completamente (en pequeñas excepciones puede ser necesario un espacio de aire para permitir la expansión térmica durante el transporte o congelación de la muestra).

PROTOSCOLOS DE MUESTREO

Muestreo para determinaciones de iones mayoritarios y compuestos del nitrógeno

- La muestra se recolecta en un envase plástico de 1 litro. Es de suma importancia para los análisis a efectuarse que transcurra el menor tiempo posible entre la extracción de las muestras y su llegada al laboratorio, para evitar que la composición del agua se altere.
- Para la determinación de los metales se utiliza un envase de 250cc. El laboratorio suele requerir que se filtren las muestras en campo y se les añada algún ácido, por lo que esto deberá indicado previamente (cantidad y tipo de ácido).

Muestreo para análisis bacteriológicos

En la toma de muestras para análisis bacteriológicos se deberá aumentar los controles y es necesario tomar precauciones para garantizar que las muestras sean representativas del agua que se examina y que no se produzca accidentalmente la contaminación durante el muestreo.

- Se quitan del grifo los tubos de goma o cualquier tipo de dispositivo presente.
- Se limpia la boca y luego se deja salir el agua libremente durante unos segundos (si se trata de un pozo se deja funcionar éste durante unos minutos, antes de abrir la canilla).
- Después de esto se cierra perfectamente la canilla y se esteriliza con un hisopo, mechero o soplete flameando la boca. Se abre con cuidado, y se descarta el primer chorro.
- Se toma la muestra destapando en ese instante el frasco estéril (de 250 - 300 ml.). No llenarlo completamente. Cerrarlo enseguida y mantenerlo en lugar oscuro y fresco, de preferencia a temperatura de 4 a 1° C (heladera) y transportarlo al Laboratorio lo antes posible; idealmente dentro de las 6 horas posteriores a la toma de muestra y nunca a más de 24 horas de este procedimiento.

Muestreo para determinación de agroquímicos.

- El envase a utilizar dependerá del o los agroquímicos a estudiar, pero en general los más utilizados son los de 1 litro de vidrio de color oscuro (Figura 8), con el objetivo de reducir el efecto de la luz sobre los compuestos a analizar. La tapa del envase debe poseer en su interior un sello de material inerte, por ejemplo teflón.
- La muestra debe conservarse en frío y las determinaciones deben realizarse en la semana posterior a la recolección.

Figura 8. Botella utilizada el muestreo para determinación de agroquímicos.



NORMATIVA VIGENTE EN ARGENTINA

Leyes nacionales

La ley 18.284, denominada Código Alimentario Argentino, establece en el artículo 982 las normas que debe cumplir el agua de bebida para ser considerada como potable. El capítulo correspondiente de esta ley fue actualizado en el año 2012 y dice lo siguiente:

“Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas siguientes:

Características físicas		
Turbiedad	máx.:	3 NTU;
Color	máx.:	5 escala Pt-Co;
Olor		Sin olores
Características químicas		
pH		6,5 a 8,5:
pH sat ^o		pH ± 0,2.
Substancias inorgánicas		
Amoniaco (NH ₄ ⁺)	máx.:	0,20 mg/l
Aluminio residual	máx.:	0,20 mg/l;
Arsénico (As)	máx.:	0,05 mg/l;
Cadmio (Cd)	máx.:	0,005 mg/l;
Cianuro (CN ⁻)	máx.:	0,10 mg/l;
Cinc (Zn)	máx.:	5,0 mg 1 (sic);
Cloruro (Cl ⁻)	máx.:	350 mg/l;
Cobre (Cu)	máx.:	1,00 mg/l;
Cromo (Cr)	máx.:	0,05 mg/l;
Dureza total (CaCO ₃)	máx.:	400 mg/l
Fluoruro (F ⁻)		N.E.: ver más abajo

Hierro total (Fe)	máx.:	0,30 mg/l;
Manganeso (Mn)	máx.:	0,10 mg/l;
Mercurio (Hg)	máx.:	0,001 mg/l;
Nitrato (NO ₃ ⁻)	máx.:	45 mg/l;
Nitrito (NO ₂ ⁻)	máx.:	0,10 mg/l;
Plata (Ag)	máx.:	0,05 mg/l;
Plomo (Pb)	máx.:	0,05 mg/l
Sólidos disueltos	máx.:	1500 mg/l
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	máx.:	400 mg/l;
Cloro activo residual (Cl)	mínimo:	0,2 mg/l.

Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:

Temperatura media y máxima del año (°C)	Contenido límite recomendado de Flúor (mg/l)	
	límite inferior:	límite
10,0 - 12,0	0,9	1,7
12,1 - 14,6	0,8	1,5
14,7 - 17,6	0,8	1,3
17,7 - 21,4	0,7	1,2
21,5 - 26,2	0,7	1,0
26,3 - 32,6	0,6	0,8

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario. Para aquellas regiones del país con sedimentos de alto contenido de arsénico, se establece un plazo de hasta 5 años para adecuarse al valor de 0,01 mg/l. (Modificado por Resolución Conjunta SPReI N° 34/2012 y SAGyP N° 50/2012): Prorrogase el plazo de cinco (5) años previsto para alcanzar el valor de 0,01 mg/l de arsénico hasta contar con los resultados del estudio "Hidroarsenicismo y Saneamiento Básico en la República Argentina - Estudios básicos para el establecimiento de criterios y prioridades sanitarias en cobertura y calidad de aguas" cuyos términos fueron elaborados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal.

Características Microbiológicas

Bacterias coliformes: NMP a 37 °C- 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.

Escherichiacoli: ausencia en 100 ml.

Pseudomonasaeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 hs. a 37 °C): en el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento. En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo.

Contaminantes orgánicos

Contaminantes orgánicos		
THM,	máx.:	100 mg/l
Aldrin + Dieldrin,	máx.:	0,03 mg/l
Clordano,	máx.:	0,30 mg/l
DDT (Total+ Isómeros),	máx.:	1,00 mg/l
Detergentes,	máx.:	0,50 mg/l
Heptacloro + Heptacloroepóxido,	máx.:	0,10 mg/l
Lindano,	máx.:	3,00 µg/l
Metoxicloro,	máx.:	30,0 µg/l
2, 4 D,	máx.:	100 µg/l
Benceno,	máx.:	10 µg/l
Hexacloro benceno,	máx.:	0,01 µg/l
Monocloro benceno,	máx.:	3,0 µg/l
1, 2 Dicloro benceno,	máx.:	0,5 µg/l
1, 4 Dicloro benceno,	máx.:	0,4 µg/l
Pentaclorofenol,	máx.:	10 µg/l
2, 4, 6 Triclorofenol,	máx.:	10 µg/l
Tetracloruro de carbono,	máx.:	3,00 µg/l
1, 1 Dicloroeteno,	máx.:	0,30 µg/l

Tricloro etileno,	máx.:	30,0 µg/l
1, 2 Dicloro etano,	máx.:	10 µg/l
Cloruro de vinilo,	máx.:	2,0 µg/l
Benzopireno,	máx.:	0,01 µg/l
Tetra cloro eteno,	máx.:	10 µg/l
MetilParatión,	máx.:	7 µg/l
Paratión,	máx.:	35 µg/l
Malatión,	máx.:	35 µg/l.

"Los tratamientos de potabilización que sea necesario realizar deberán ser puestos en conocimiento de la autoridad sanitaria competente".

Leyes provinciales

En la provincia de Buenos Aires, la ley 11.820 (del año 1996), con modificaciones realizadas en el año 1999 por la ley 12.292, establece el marco regulatorio para la prestación de los servicios públicos de provisión de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Buenos Aires. Para el caso del agua potable, la define como aquella que cumple con todos y cada uno de los límites impuesto por el Art. 982 de la Ley 18.284 -Código Alimentario Argentino- o la norma que el futuro lo modifique o reemplace.

Sin embargo, se debe remarcar que esta ley provincial enumera una serie de componentes que pueden afectar la salud y que deben ser considerados en el momento de realizar el control por parte de los concesionarios del servicio, entre ellos: arsénico, cadmio, cianuro, flúor, nitratos y nitritos. Los límites de estas sustancias en general están en consonancia con lo establecido por la ley nacional, sin embargo, esto no siempre es así y algunos compuestos (por ejemplo nitratos o arsénico) presentan límites levemente superiores. Esto demuestra que en el momento de evaluar los resultados del análisis de una muestra, se debe contemplar que normativa respetar, lo que no siempre es tarea sencilla.

El caso particular de los nitratos

A nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS, Guías para la calidad del agua potable, tercera edición, Volumen 1 Recomendaciones), establece que el valor para los nitratos es de 50 mg/l, basándose en la enfermedad metahemoglobinemia, o síndrome del recién nacido

cianótico, que se da en lactantes alimentados con biberón. Este efecto sobre la salud se complica por la presencia de contaminación microbiana, que puede aumentar significativamente el riesgo para este grupo de población. Por lo tanto, las condiciones del pozo y la presencia de pozos ciegos cercanos son factores relevantes en el significado de la presencia de nitrato para la salud. Se han producido muy pocos casos de metahemoglobinemia asociada a la presencia de nitratos en ausencia de contaminación fecal del agua de consumo.

Como medida a corto plazo, no debe utilizarse agua para lactantes alimentados con biberón si contiene concentraciones de nitrato mayores que 100 mg/l; no obstante, puede utilizarse, si las autoridades médicas aumentan su vigilancia, cuando la concentración de nitrato sea de 50 a 100 mg/l, siempre que se sepa y se haya confirmado que el agua es microbiológicamente inocua. El valor de referencia correspondiente al nitrato se establece para un subgrupo de población específico y vulnerable (los lactantes alimentados con biberón), de modo que el valor de referencia será más que suficiente para proteger a los niños de mayor edad y a los adultos.

Es importante discutir también el significado del límite establecido en la normativa; en este sentido menciona la OMS (Guías para la calidad del agua potable, tercera edición, Volumen 1 Recomendaciones) que, el hecho de que se supere un valor de referencia no necesariamente conlleva un riesgo significativo para la salud ni un aumento del riesgo. Por lo tanto, la presencia en el agua, ya sea a corto o a largo plazo, de concentraciones de sustancias mayores que los valores de referencia no implica necesariamente que ésta no sea apta para el consumo. El exceso de exposición con respecto al valor de referencia y el tiempo durante el que puede mantenerse sin que afecte a la salud pública depende de la sustancia específica de que se trate. La promulgación de una recomendación de evitar el consumo de agua puede ser necesaria, por ejemplo, tras la contaminación -por ejemplo, química, radiológica o microbiana- accidental, natural o malintencionada que produzca entre otros aspectos la superación, por un margen significativo, de un valor de referencia.

Otro aspecto importante que se hace necesario destacar es que, para minimizar la posibilidad de presencia de contaminantes en el agua de consumo, la perforación debe estar correctamente realizada (profundidad, entubamiento, aislación): por ello resulta de gran importancia que la misma sea hecha por un profesional matriculado y de acuerdo al esquema de perforación que OSSE entrega para cada caso particular. También es importante la correcta

aislación de la boca de pozo de manera de no permitir ninguna filtración de agua de la superficie en el espacio anular (Figura 9).

Figura 9. Ejemplos de deficiencias constructivas que favorecen el ingreso de posibles contaminantes al pozo.

