



Manual de Agua Subterránea



Montevideo, Uruguay 2012



Manual de Agua Subterránea



María Paula Collazo Caraballo (1)
Jorge Montaña Xavier (2)

Montevideo, Uruguay
2012

(1) Dra. en Ciencias Geológicas. Asistente en Hidrogeología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Consultora del Proyecto Producción Responsable.

(2) Dr. En Ciencias Geológicas. Área Hidrogeología. Profesor Adjunto en Hidrogeología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Primera edición, agosto de 2012. Montevideo, Uruguay

Proyecto Producción Responsable - M.G.A.P.

Carlos María Pena 4894 - Tels: (00598) 2306 07 47 - 2308 9244

Fax: (00598) 23085618

Diseño y Maquetación: Yordana González Otegui

Infografías: Lic. José Ignacio Collazo

Fotografías: Dra. María Paula Collazo

Impreso en: Denad Internacional S.A.

ISBN: 978-9974-594-09-8



AUTORIDADES

Ministro

Ing. Agr. Tabaré Aguerre

Subsecretario

Ing. Agr. Enzo Benech

Director General

Dr. Alberto Castelar

Director de la Dirección General de Desarrollo Rural

Dr. José Olascuaga

Director Proyecto Producción Responsable

Ing. Agr. Alfredo Bruno

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO	8
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULOS	
1 CICLO HIDROLÓGICO	12
1.1 Efecto de la sequía en el agua subterránea	15
2 EL AGUA SUBTERRÁNEA	16
2.1 Distribución vertical del agua subterránea	17
3 ACUÍFEROS	20
3.1 Propiedades físicas de los acuíferos	24
4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA	26
5 MUESTREO DEL AGUA SUBTERRÁNEA	28
6 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	30
6.1 Agua subterránea destinada al abastecimiento humano	30
6.2 Agua subterránea destinada al riego	30
6.3 Agua subterránea destinada al abrevadero de ganado	32
6.4 Agua subterránea destinada a la industria	32
7 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA	33
7.1 Microorganismos en el agua subterránea	34
7.2 Protección del agua subterránea frente a la contaminación	35
8 CAPTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	36
8.1 Pozos verticales	36
8.2 Métodos de perforación	37
9 ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y PROYECTO DE POZO	40
10 CONSTRUCCIÓN DE POZOS	41
11 SUPERVISIÓN DE POZO EN CAMPO	43
11.1 Informe final de perforación	52
12 ABANDONO DE POZOS	53
13 CONTROL DE POZOS	54
13.1 Problemas más frecuentes en los pozos	54
14 SOLUCIONES Y REACONDICIONAMIENTO DEL POZO	56
15 EQUIPOS DE EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA	57
16 AGUAS SUBTERRÁNEAS EN URUGUAY	58
16.1 Provincia Hidrogeológica Paranaense	58
16.2 Provincia Meridional	63
16.3 Provincia Costera	63
17 CALIDAD NATURAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN URUGUAY	64
17.1 Provincia Hidrogeológica Paranaense	64
17.2 Provincia Hidrogeológica Meridional	65
17.3 Provincia Hidrogeológica Costera	65
17.4 Problemática actual y futura	65
17.5 Uso del agua subterránea en Uruguay	66
18 TRÁMITES ANTE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUA Y SANEAMIENTO	67
BIBLIOGRAFÍA	68

ANEXOS

ANEXO I:

Tablas de conversión de unidades.....	71
---------------------------------------	----

ANEXO II:

Norma técnica de construcción de pozos perforados para captación de agua subterránea.....	72
---	----

ANEXO III:

Planilla para informe final de pozo.....	86
--	----

ANEXO IV:

a) Sustancias químicas que presentan riesgo para la salud (norma interna calidad agua potable OSE. 2006).....	87
b) Características físicas y sustancias químicas que afectan la calidad organol ^o ptica del agua (norma interna calidad de agua potable OSE. 2006).....	90

ANEXO V:

Decreto 253/79. clases de agua para distintos usos.....	91
---	----

ANEXO VI:

Instructivos y formularios para el registro de pozos.....	93
---	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Porcentajes de agua en la Tierra y período de renovación.....	14
Tabla 2	Diferencias entre el agua superficial y subterránea.....	19
Tabla 3	Valores de porosidad total y eficaz en función del material.....	25
Tabla 4	Valores de permeabilidad en diferentes terrenos naturales.....	25
Tabla 5	Valores de permeabilidad y capacidad de drenaje.....	25
Tabla 6	Clases de agua correspondiente al diagrama SAR.....	32
Tabla 7	Comparación entre los diferentes métodos de perforación.....	37
Tabla 8	Caudales (litros/hora).....	50
Tabla 9	Deficiencias en el proyecto de pozo y en la construcción de los pozos por falta de supervisión.....	55
Tabla 10	Usos del agua subterránea en porcentajes.....	66

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Componentes del ciclo hidrológico.....	12
Fig. 2 y 3	Descenso del nivel freático por efecto de la sequía.....	15
Fig. 4	Zona no saturada y saturada.....	16
Fig. 5	Distribución vertical del agua subterránea.....	18
Fig. 6	Pozos en acuífero libre y confinado.....	21
Fig. 7	Acuífero poroso.....	22
Fig. 8	Acuífero fisurado.....	22
Fig. 9	Acuífero kárstico.....	22
Fig. 10	Arenisca con doble porosidad.....	23
Fig. 11	Microfotografía de arenisca de la Formación Rivera.....	24
Fig. 12	Diagrama U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).....	31
Fig. 13	Actividades que provocan contaminación del agua subterránea.....	33
Fig. 14	Pozo excavado, perforado y aprovechamiento directo de manantial.....	36
Fig. 15	Tricono.....	38
Fig. 16	Martillo.....	38
Fig. 17	Máquina perforadora. Método de rotopercusión.....	39
Fig. 18	Barras.....	39
Fig. 19	Maniobras durante la perforación.....	39
Fig. 20	Fotointerpretación a escala 1:20.000.....	40
Fig. 21	Diseños de pozos en función del terreno.....	41
Fig. 22	Tubería sanitaria no apropiada para revestimiento de pozo.....	42
Fig. 23	Tubería normada para revestimiento de pozo.....	44
Fig. 24	Pozo mal construido.....	44
Fig. 25	Filtro de ranura continua.....	45
Fig. 26	Filtro de PVC.....	45
Fig. 27	Pozo sin cementar.....	46
Fig. 28	Losa sanitaria. Terminación en superficie.....	47
Fig. 29	Casilla de protección de pozo.....	48
Fig. 30	Medición de profundidad de pozo y de niveles de agua.....	49
Fig. 31	Esquema de descenso del nivel de agua en un bombeo.....	51
Fig. 32	Medición de caudal o aforo.....	51
Fig. 33	Toma de muestras de roca.....	51
Fig. 34	Material triturado extraído durante el avance de la perforación.....	52
Fig. 35	Pozo abandonado.....	53
Fig. 36	Mapa hidrogeológico del Uruguay (Montaño et al. 2006).....	59

Prólogo

Desde marzo de 2005, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) del Uruguay ejecuta el Proyecto Producción Responsable, con el apoyo técnico y financiero del Banco Mundial y del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF).

El Proyecto tiene como objetivo central la promoción, asistencia técnica y financiamiento de sistemas de manejo integrado de los recursos naturales y la biodiversidad, sostenibles desde el punto de vista social, económico y ambiental.

Durante los siete años de actuación de Producción Responsable, nuestro país ha sufrido fenómenos climáticos extremos. Tres sequías han afectado negativamente a la producción agropecuaria y a la vida rural del Uruguay. La producción ganadera – en especial la que se desarrolla en los departamentos del norte del país – enfrenta periódicamente y cada vez con mayor frecuencia, crisis forrajeras ligadas a la sequía, que interaccionan con la baja capacidad de retención de agua de los suelos. La sequía afecta la disponibilidad de agua de bebida de los animales, disminuye su condición corporal, distorsiona las dinámicas de consumo de agua de los animales, degrada el campo natural por el continuo pasaje de animales, afecta el manejo de un pastoreo que equilibre la producción y la conservación del recurso. Todas estas situaciones disminuyen la productividad a nivel predial e impactan perjudicando la economía nacional. Si bien en su idea original el Proyecto no tenía un componente específico orientado a enfrentar estos fenómenos climáticos, la flexibilidad de su diseño permitió, ya en 2006, delinear un programa de construcción de fuentes de agua y de actividades de almacenamiento y distribución de la misma para la producción ganadera en los departamentos del norte del país, como se dijo, la región más afectada por el fenómeno climático.

Este programa, conocido como el “Fondo de Prevención de los Efectos de la Sequía” (FPES), tuvo como finalidad promover la adopción de sistemas de suministro y almacenamiento de agua para satisfacer las necesidades del ganado en el sistema de producción ganadero de cría.

La ejecución del FPES permitió atender en forma directa más de 1.500 productores, y adicionalmente permitió establecer una metodología de trabajo y el cum-

plimiento de requisitos técnicos capaces de asegurar un suministro de agua de calidad durante prolongados períodos de sequía. Mediante este programa se desarrollaron o se afinaron metodologías de construcción de tajamares y de perforaciones, con fundamentos y requisitos técnicos estrictos que posibilitaron a los productores del norte del país superar las sequías sin mayores dificultades. Estas metodologías y requisitos técnicos fueron aplicados en otras regiones y sistemas de producción, por ejemplo, en las cuencas lecheras.

La exitosa ejecución de este programa motivó a las Intendencias Municipales del centro-este del país a proponer a Producción Responsable la realización de un programa similar desde el punto de vista técnico aunque con un diseño financiero diferente. El mismo, denominado “Agua de Calidad para la Producción Familiar” comenzó a ejecutarse en 2008 y culminó en 2010.

A cinco años de haber comenzado a trabajar en el tema, Producción Responsable puso en marcha, en el marco de la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR), un nuevo programa: “Agua para la Producción Animal”, destinado al suministro, almacenamiento y distribución de agua para productores ganaderos y lecheros de todo el país. Adicionalmente, se incluyó entre las actividades financiadas, el riego estratégico de pasturas y cultivos forrajeros.

En este contexto y con la finalidad de aportar instrumentos técnicos que fortalezcan las actividades financiadas, Producción Responsable publica el “Manual de Aguas Subterráneas”. Este trabajo es de autoría de los Dres. Paula Collazo y Jorge Montañó, y describe aspectos fundamentales de la ciencia hidrogeológica y de su aplicación práctica en la producción agropecuaria del Uruguay.

Con esta publicación y el “Manual para el Diseño y la Construcción de Tajamares de Aguada”, el MGAP, la DGDR y Producción Responsable brindan un aporte sustancial al diseño y la ejecución de actividades de suministro y distribución de agua para la producción agropecuaria.

Introducción

Este manual pretende ser una herramienta de utilidad para hidrogeólogos -técnicos especialistas en agua subterránea- técnicos de otras formaciones y productores.

La fuerte demanda de obras de captación de agua subterránea que ha atendido el Proyecto Producción Responsable (PPR) desde el año 2006 genera la necesidad de producir materiales técnicos de contenido y lenguaje accesibles sobre el recurso hídrico subterráneo, entendido éste como un recurso estratégico para el desarrollo socioeconómico del país. Profundizar en su conocimiento es indispensable para alcanzar una gestión sostenible.

A través del Proyecto Producción Responsable se han realizado más de 1650 pozos en todo el país, con una demanda creciente en el sector agropecuario. Los pozos que se realizan en el marco del PPR cuentan con hidrogeólogos que ubican la obra y la supervisan durante su construcción, asegurando su calidad constructiva. Esta metodología se muestra en los capítulos de Estudio Hidrogeológico, Proyecto de Pozo y Supervisión de Pozo en Campo.

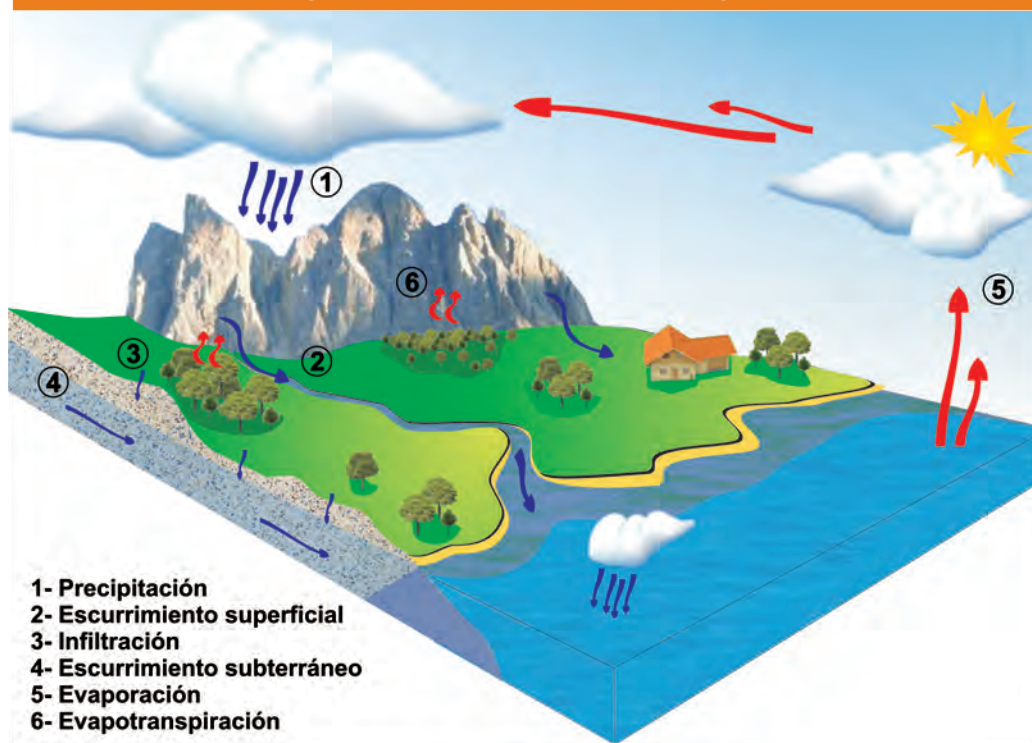
Los acuíferos –formaciones geológicas donde se aloja y circula el agua- constituyen sistemas muy sensibles al mal uso del recurso; es por ello que un manejo sostenible respecto a su conservación, explotación racional programada en función de las reservas, la recarga y renovación existente, es de vital importancia para obtener los beneficios deseados sin perjudicar la riqueza natural que este bien representa.

En Uruguay la competencia sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos la tiene la Dirección Nacional de Agua (DINAGUA), cuya misión es asegurar el uso sostenible de los recursos hídricos mediante la formulación de políticas nacionales de aguas y saneamiento. La DINAGUA se encuentra bajo la órbita del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), siendo la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) la responsable sobre la calidad de los recursos hídricos. Los instructivos y formularios necesarios para el registro de los pozos se encuentran en los anexos.

El organismo público encargado del abastecimiento público de agua en el país es Obras Sanitarias del Estado (OSE).

Casi toda el agua subterránea existente en la tierra tiene origen en el ciclo *hidrológico*, que es el sistema por el cual el agua circula desde océanos y mares hacia la atmósfera y de allí hacia los continentes, donde retorna superficial o subterráneamente a los mares y océanos (Fig. 1). Los factores que influyen en los procesos del ciclo hidrológico son fundamentalmente los factores climáticos, como la temperatura del aire, intensidad de los vientos, la humedad relativa del aire y la insolación y el tipo y densidad de la cobertura vegetal.

Fig. 1. Componentes del ciclo hidrológico



La ecuación que expresa el funcionamiento del ciclo hidrológico es:

$$P = Evt + Es + I$$

Donde:

P: es la precipitación.

Evt: es la evapotranspiración.

Es: es la escorrentía superficial.

I: infiltración.

Precipitación: es la caída del agua en estado líquido o sólido sobre la superficie terrestre. Es la fuente principal de la formación de las aguas de la tierra, ríos, lagos, aguas subterráneas y glaciares. El valor de la precipitación en una cuenca o región, se obtiene a partir de registros pluviométricos.

Evaporación: Es el proceso por el cual el agua de la superficie terrestre pasa del estado líquido al vapor, siendo la energía solar el principal factor desencadenante del proceso.

Evapotranspiración: es el agua evaporada a partir del tenor de humedad del suelo y transpiradas en el proceso de desarrollo de las plantas.

Escorrentamiento superficial: es el proceso por el cual el agua de lluvia precipitada en la superficie de la tierra fluye por acción de la gravedad desde las partes más altas hacia las más bajas, confluyendo en ríos, arroyos y otros cuerpos de agua.

Escorrentamiento sub-superficial: es la precipitación que llega a infiltrarse en el suelo y circula lateralmente a pequeñas profundidades, sin llegar a la zona saturada y reaparece en superficie, incorporándose al escorrentamiento superficial.

Escorrentamiento subterráneo: es parte del agua precipitada que se filtra y llega a la zona saturada, recargando los acuíferos.

ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

Transición de un estado en otros:

Sólido, líquido → gaseoso = evaporación

Gaseoso → líquido, sólido = condensación

Líquido → sólido = congelación

Sólido → líquido = fusión

Punto de ebullición: 100 °C

Punto de congelación: 0 °C } en presión atmosférica

Punto de densidad más alta: 4 °C

Evaporación y condensación hay en todas las temperaturas del agua.

Depende de la humedad relativa del aire.

Evaporación y fusión, consumen energía.

Condensación y congelación, liberan energía.

ESTADOS FÍSICOS DEL AGUA EN EL CICLO HIDROLÓGICO:

Agua líquida:

precipitación;
escurrimiento superficial
o subterráneo.

Agua sólida:

precipitación (nieve);
almacenamiento
(hielo).

Agua gaseosa:

evaporación y
evapotranspiración.

Infiltración: es el agua de precipitación que en su descenso por el suelo, ocupa parcial o totalmente los poros o fisuras del suelo y rocas.

Del total de agua contenida en la Tierra, unos 1.386 millones de kilómetros cúbicos de agua (Shiklomanov, Igor A., 1999), el 97,5 % es agua salada y sólo el 2,5% es agua dulce. De ese 2,5% de agua dulce, el 68,7% se encuentra en forma de hielo y nieve permanente, por lo que no está disponible directamente, el 29,9% corresponde a las aguas subterráneas, y sólo el 0,26% del agua dulce se encuentra en lagos, ríos y arroyos.

Estos valores indican que existe una gran disponibilidad de agua, pero solo un porcentaje muy pequeño de agua puede ser aprovechada directamente. Es por este motivo que es necesaria la gestión de los recursos hídricos, considerando a los subterráneos de suma importancia en la gestión global de un país.

Tabla 1. Porcentajes de agua en la Tierra y su período de renovación.

El agua de la hidrosfera	% del agua total del planeta	Período de renovación
Océanos	97,5	2500 años
Agua subterránea	0,76	1400 años
Casquetes polares	1,74	9700 años
Lagos	0,007	17 años
Ríos	0,0002	16 días
Humedad atmosférica	0,001	8 días
Biomasa	0,0001	algunas horas

** Shiklomanov, Igor a. (1999). "World water resources at the beginning of the 21st century" International Hydrological Programme.*

En la **tabla 1** se indican algunos porcentajes de agua en la Tierra y su período de renovación, según (Shiklomanov, Igor A., 1999).

1.1 Efectos de la sequía en el agua subterránea

Como ya se ha mencionado el ciclo hidrológico está fuertemente influenciado por los factores climáticos. Si consideramos a la precipitación y a la evaporación, como los principales factores climáticos que afectan el proceso del ciclo hidrológico, (variable de entrada y de salida en la ecuación del ciclo hidrológico), y consideramos un período de tiempo suficientemente prolongado, donde la precipitación en una determinada región disminuye hasta su ausencia y la evapotranspiración se incrementa como consecuencia del aumento de la radiación solar, podemos decir que estamos frente a un período seco o sequía.

¿Pero cómo afecta la sequía al agua subterránea?

Si la infiltración por agua de lluvia es la principal fuente de recarga de los acuíferos, una falta prolongada de ella provocará en éstos, determinadas consecuencias que podrán ser revertidas una vez se haya alcanzado las condiciones climáticas normales de la determinada región.

La disminución de la precipitación hasta su ausencia, provoca una disminución importante en la infiltración hacia el subsuelo y por lo tanto en la recarga de los acuíferos. Los niveles freáticos se verán afectados y descenderán, disminuyendo temporalmente el almacenamiento subterráneo. Los pozos someros que se encuentren captando agua subterránea de acuíferos libres, serán los que se verán afectados por las oscilaciones del nivel freático provocadas en época seca (Fig. 2a y b).

Los ríos y lagos conectados directamente con los acuíferos se verán afectados creándose una desconexión hidráulica entre el acuífero, el río y/o el lago (Fig. 2a y b). Los niveles piezométricos de acuíferos confinados, pueden verse afectados en zonas con intenso bombeo (pozos para riego, pozos para abastecimiento humano), debido

al coeficiente de almacenamiento pequeño de éstos acuífero, pudiendo llegar a afectar y condicionar la explotación del acuífero por un aumento en el bombeo y una marcada disminución de los niveles de agua.

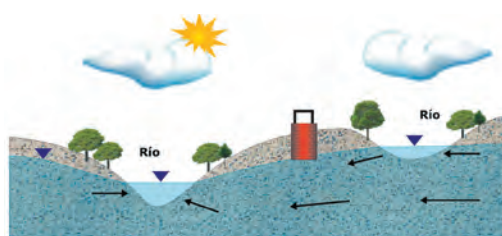


Fig. 2 (a y b) Descenso del nivel freático por efecto de la sequía



Los manantiales o vertientes y humedales se reducirán o desaparecerán hasta tanto no comiencen las precipitaciones, como consecuencia del descenso del nivel freático Fig.3 (a y b)

Es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración. Otras fuentes de alimentación localizada pueden ser los ríos, arroyos, lagos y lagunas. El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros y/o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales o cauces fluviales. (Fig 4). Su movimiento en los acuíferos es desde zonas de recarga a zonas de descarga, con velocidades que van desde metro/año a cientos de m/día, con tiempos de residencia largos resultando grandes volúmenes de almacenamiento, aspectos característicos del agua subterránea.

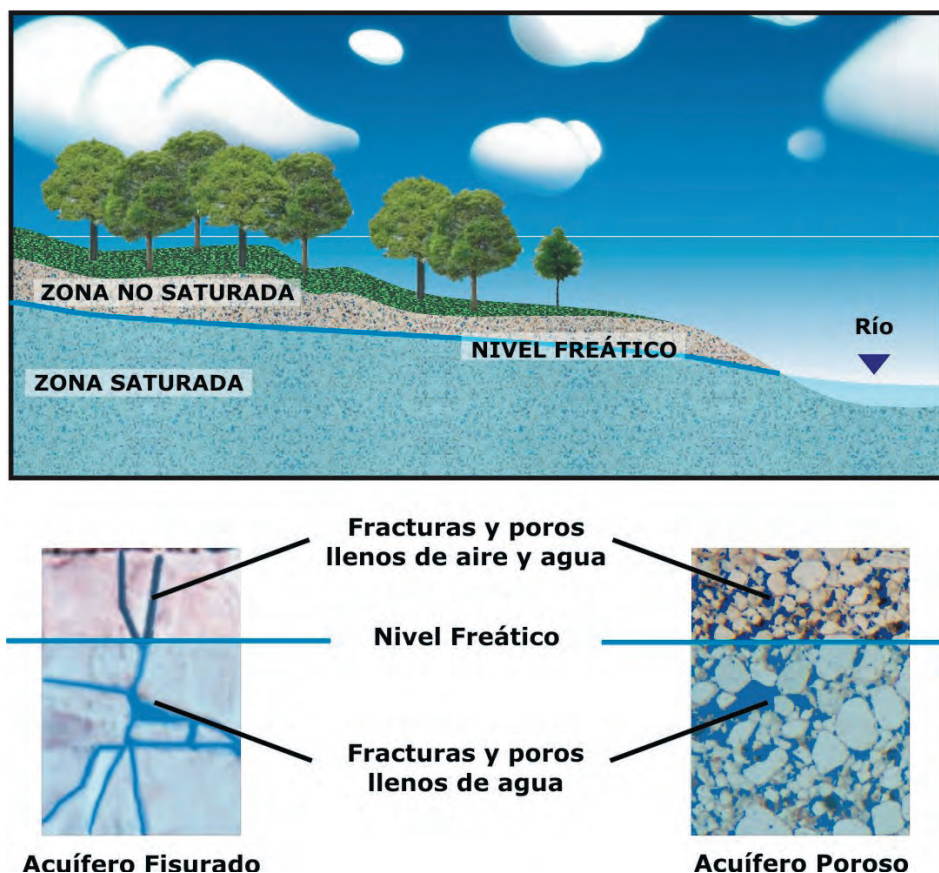


Fig. 4. Zona saturada y no saturada

2.1 Distribución vertical del agua subterránea

En un perfil de subsuelo, normalmente se presentan dos zonas con caracteres hidráulicos diferentes, integradas por varias franjas o fajas.

La zona más somera se denomina de aireación o zona no saturada y la más profunda de saturación o zona saturada (Fig. 4).

Zona no saturada: Es la situada entre la superficie del terreno y la superficie freática y sus poros y/o fisuras están ocupados por agua y aire (Fig. 5). Esta zona se divide en:

a. Zona de evapotranspiración o zona edáfica:

Se extiende hasta donde llegan las raíces de la vegetación existente; por lo tanto tiene espesor variable y se caracteriza por ser la sección donde los procesos físico-químicos y biológicos, son más intensos y variados. La existencia de abundante materia orgánica (horizonte A del suelo) y la fuerte actividad biológica vegetal y de microorganismos, que genera una alta producción de CO₂, hacen que la faja edáfica actúe como un eficiente filtro natural frente a numerosos contaminantes (metales, plaguicidas, etc).

b. Zona intermedia:

Está comprendida entre el límite de ascenso capilar del agua y el límite de alcance de las raíces de las plantas.

c. Zona capilar:

Se encuentra desde la superficie freática hasta el límite de ascenso capilar del agua. Su espesor depende principalmente de la distribución del tamaño de los poros y de la homogeneidad del terreno.

Zona saturada: Está situada debajo de la superficie freática y donde todos los poros existentes en el terreno están llenos de agua.

ALGUNAS VENTAJAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Protección natural

Distribución espacial de los acuíferos.

Proximidad a los núcleos urbanos.

Fácil acceso al agua.

Bajo coste económico de extracción.

En general de buena calidad.

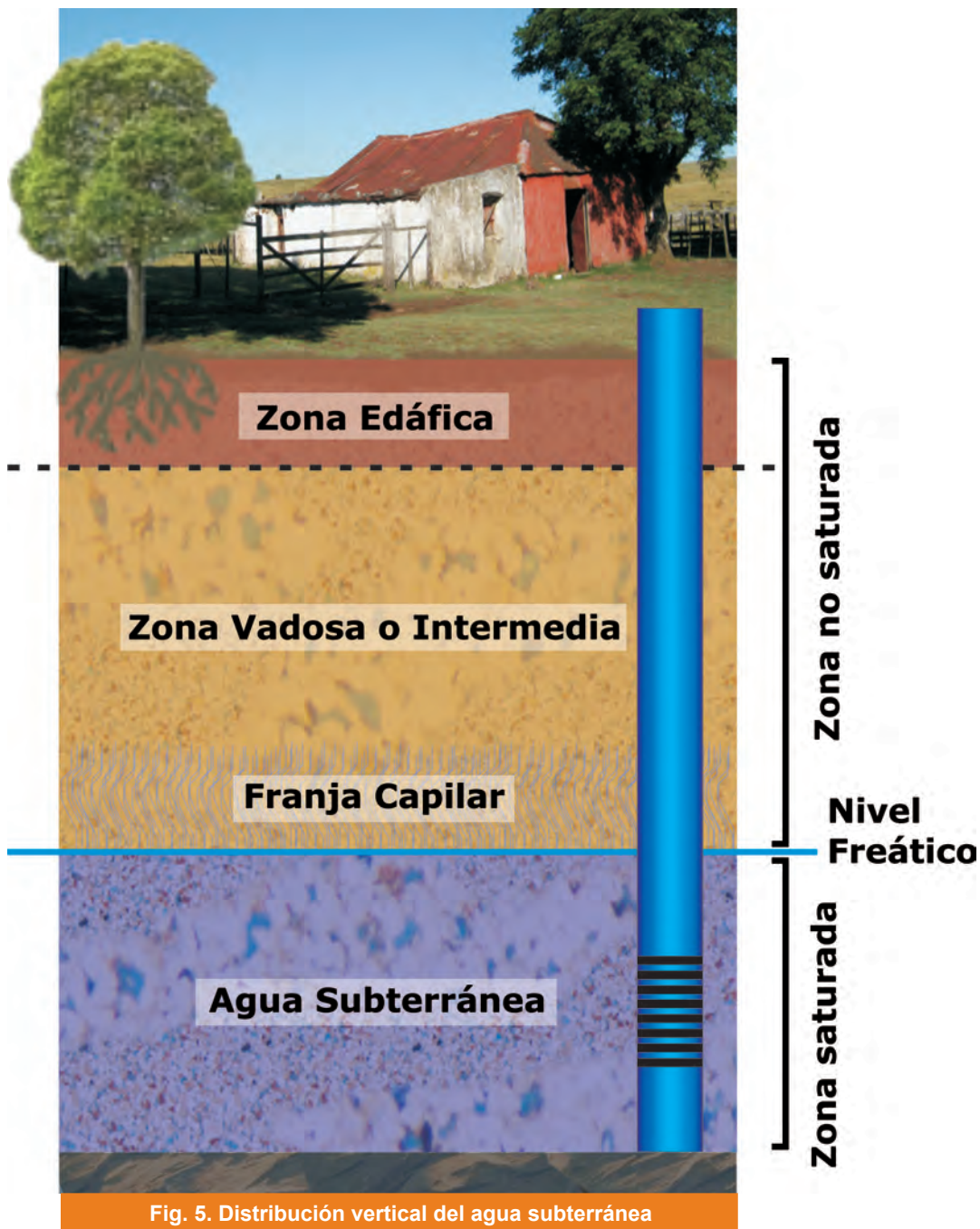


Fig. 5. Distribución vertical del agua subterránea

Tabla 2.
Diferencias entre el agua superficial y subterránea

ASPECTO	AGUA SUBTERRÁNEA Y ACUÍFEROS	AGUA SUPERFICIAL Y EMBALSES
CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS		
Volúmenes de almacenamiento	Muy grandes	Pequeños a moderados
Zonas de Recursos	Relativamente no restringidas	Restringidas a cuerpos de agua
Velocidades de Flujo	Muy bajas	Moderadas a altas
Tiempo de Residencia	Décadas a siglos	Semanas a meses
Propensión a la Sequía	Generalmente baja	Generalmente alta
Pérdidas por Evaporación	Bajas y localizadas	Altas en los embalses
Evaluación de Recursos	Costo alto e incertidumbre considerable	Costo bajo y a menudo menor incertidumbre
Impactos por Extracción	Retardados y dispersos	Inmediatos
Calidad Natural	Generalmente alta	Variable
Vulnerabilidad a la Contaminación	Protección natural variable	Sin protección
Persistencia de la Contaminación	A menudo extrema	Transitoria
FACTORES SOCIECONÓMICOS		
Percepción del Público	Recurso místico, impredecible	Recurso estético, predecible
Costo del Desarrollo	Generalmente modesto	A menudo alto
Riesgo por Desarrollo	Menos del que se percibe a menudo	Más del que se supone a menudo
Estilo del Desarrollo	Combinación de público y privado	Público en gran medida

Fuente: Serie de Notas informativas Nota 1. (2002-2005). GW-MATE/BM.

Se denomina **acuífero** a toda formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea a través de ella, pudiendo extraerse en cantidades significativas mediante obras de captación (ej. pozos).

No todas las formaciones geológicas tienen la capacidad de almacenar y transmitir agua, encontrándose formaciones que pudiendo contener agua no la transmiten en condiciones naturales y por lo tanto no es posible extraerla, son los llamados **acuicludos** (ej. arcillas), otras formaciones no son capaces de almacenar ni transmitir el agua subterránea, son impermeables y a éstas se las llama **acuífugos** (ej. Granitos, gneiss) y por último encontramos los **acuitardos** (ej. limos, limos arenosos), que son formaciones semipermeables, que transmiten el agua muy lentamente y que resulta muy difícil su extracción mediante obras de captación, pero que son importantes para la recarga de acuíferos subyacentes, debido a la posible filtración vertical o drenaje.

Los acuíferos se clasifican, en función de su estructura y el tipo de porosidad derivada de los materiales que conforman el acuífero.

I. En función de su estructura, tenemos:

- a. **Acuíferos libres, no confinados o freáticos.**
- b. **Acuíferos confinados, cautivos o a presión.**
- c. **Acuíferos semiconfinados o semicautivos.**

a. Acuíferos libres, no confinados o freáticos: Son acuíferos cuyo piso es impermeable y su techo esta a presión atmosférica. La recarga de este tipo de acuífero es directa y se realiza por infiltración del agua de lluvia a través de la zona no saturada o por infiltración de ríos o lagos. Son los más afectados en caso de sequía, ya que el nivel freático oscila con los cambios climáticos. Pozos muy someros se ven afectados (se secan), cuando el nivel freático desciende hasta por debajo de la profundidad total del pozo (Fig.6).

b. Acuíferos confinados, cautivos o a presión: Limitados en su parte superior por una formación de baja a muy baja permeabilidad. La presión hidrostática a nivel del techo del acuífero es superior a la atmosférica y la recarga es lateral. Cuando se realiza un pozo en éste tipo de acuíferos, el agua contenida en ellos asciende rápidamente por su interior. Si el agua alcanza la superficie, al pozo se le llama surgente. Superficie potenciométrica se le denomina al nivel de agua virtual que se genera cuando se integran todos los niveles hidráulicos observados en los pozos del acuífero confinado. (Fig.6).

c. *Acuíferos semiconfinados o semicautivos:*

Son mucho más frecuentes en la naturaleza que los cautivos. En estos, el techo, el piso o ambos, están formados por capas de baja permeabilidad que si bien dificultan no impiden la circulación vertical del agua. Para que ello suceda, además de la permeabilidad deben existir diferencias de carga o potencial hidráulico entre el acuífero semiconfinado y otro superior o inferior. Los acuíferos semiconfinados se recargan y descargan a través de las unidades de baja permeabilidad denominadas semiconfinantes, filtrantes o acuitardos.

Fig. 6. Pozos en acuífero libre y confinado



II. En función del tipo de porosidad se clasifican:

- a. Acuíferos de porosidad primaria, porosos o sedimentarios.*
- b. Acuíferos de porosidad secundaria, fisurados o fracturados.*
- c. Acuíferos por disolución, químicos o kársticos.*

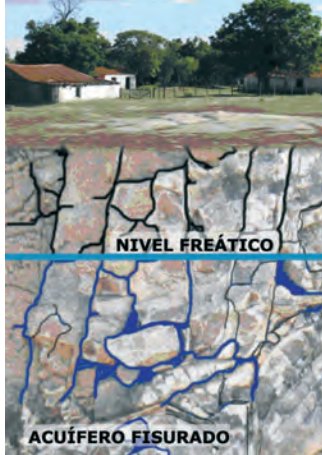
Fig. 7. Acuífero poroso



a. Acuíferos de porosidad primaria o poroso:

Constituidos por formaciones geológicas sedimentarias. Los materiales suelen ser gravas y principalmente arenas, que varían su composición y tamaño en función de su origen geológico (fluvial, eólico, lacustre, glacial, etc). Estos materiales pueden estar sueltos o no consolidados (generalmente son formaciones recientes, de edad cuaternaria) o consolidados (Fig. 7).

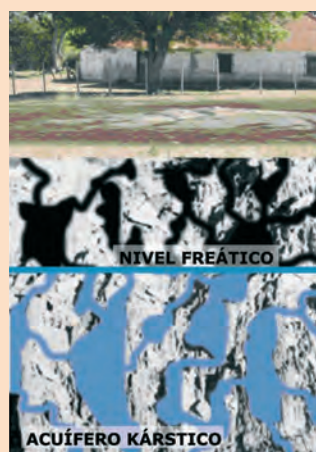
Fig. 8. Acuífero fisurado



b. Acuíferos de porosidad secundaria o fisurado:

Formados por rocas "duras" de origen ígneo o metamórfico. La porosidad en estos acuíferos viene dada por la presencia de zonas de alteración, fracturas, fallas o diaclasas, única forma que tiene el agua de almacenarse y de circular. Hay que tener en cuenta que para que el agua pueda circular, estas fracturas tienen que estar abiertas y comunicadas (Fig. 8).

Fig. 9. Acuífero kárstico



c. Acuíferos kársticos por disolución:

Compuestos por rocas de origen carbonático (calizas, margas, dolomías), donde la porosidad (huecos y cavernas) se desarrollan en forma secundaria por disolución del carbonato. El agua en estos acuíferos circula por entre los huecos con una velocidad mayor que en los acuíferos porosos o fracturados (Fig. 9).

ROCAS ÍGNEAS: son las rocas formadas a partir del enfriamiento y cristalización del magma. Pueden ser extrusivas si su enfriamiento y cristalización es en superficie (rocas volcánicas, ej. Basalto, Andesita, etc) o intrusivas si su enfriamiento y cristalización fue en el interior de la corteza (rocas plutónicas, ej. Granito, Diorita, Gabro, etc).

ROCAS METAMÓRFICAS: rocas ígneas o sedimentarias que debido a cambios en las condiciones físicas (temperatura y presión) o químicas, modifican su estructura origi-

nando una nueva roca (ej. Esquistos, Gneiss, Mármoles, Cuarcitas, etc).

ROCAS SEDIMENTARIAS: constituidas por la acumulación y consolidación (litogénesis) de restos de rocas preexistentes, transportadas por la acción del viento, del hielo o del agua (ej. Areniscas, Loess, Arcillas) o por el resultado de precipitación de diferentes compuestos químicos (ej. Calizas, Dolomías, Margas).



Fig. 10.

Arenisca con doble porosidad, primaria o intergranular y secundaria por fracturación

El agua subterránea puede moverse por los poros o espacios originales de la roca (porosidad primaria) o por fisuras o cavidades de disolución, originadas posteriormente a su formación (porosidad secundaria) (Fig. 10).

La *porosidad primaria* ocurre en rocas sedimentarias, dando origen a los acuíferos porosos.

La *porosidad secundaria* está asociada a los llamados medios anisótropos, originando acuíferos fisurados (fracturas y fisuras en rocas ígneas y metamórficas) y acuíferos kársticos (huecos y cavernas por disolución de rocas carbonáticas). En rocas sedimentarias consolidadas, la presencia de porosidad secundaria puede ser a veces la única forma de almacenar o circular el agua.

3.1. Propiedades físicas de los acuíferos

Las propiedades de los acuíferos, son imprescindibles para conocer la capacidad de almacenar y transmitir agua, y así poder establecer un modelo real de comportamiento del agua subterránea. Aquí se mencionarán la porosidad, la transmisividad, la permeabilidad, y el coeficiente de almacenamiento.

Porosidad: es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total de la roca o suelo. Se puede expresar en porcentaje, multiplicando el valor de la porosidad por 100 (fig. 11 y Tabla 3).

Donde:

m = Porosidad total
Vv = Volumen de vacíos
Vs = Volumen de sólidos
Vt = Vv + Vs Volumen total

$$m = Vv/Vt$$

Porosidad efectiva: es la razón entre el volumen de agua efectivamente liberado y el volumen total de la misma (Tabla 3).

Donde:

me = Porosidad efectiva
Vd = Volumen de agua drenada por gravedad
Vt = Volumen total

$$me = Vd/Vt$$

EN LA POROSIDAD INFLUYEN VARIOS FACTORES:

Forma de los granos, que determina la forma y dimensiones de los poros.

Disposición de los granos en el espacio (empaquetamiento).

Tamaño del grano.

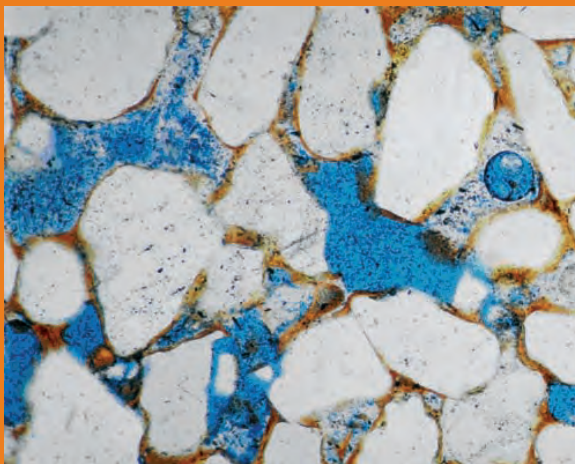


Fig. 11. Microfotografía de arenisca de la Formación Rivera. Clastos de cuarzo con pátina de hematita sobre la superficie. Los poros se encuentran ocupados por resina azul

Tabla 3. Valores de porosidad total y eficaz en función del material

MATERIAL	POROSIDAD TOTAL (%)	POROSIDAD EFICAZ (%)
Rocas masivas	0,3 -8	0,2 -0,5
Rocas volcánicas	2 -30	1-20
Rocas sedimentarias consolidadas	5-20	1-10
Rocas sedimentarias sueltas	25-50	2-25

Fuente: Benitez 1972 en Custodio & Llamas, 1983.

Ley de Darcy: expresa la proporcionalidad entre el caudal de escurrimiento (volumen por unidad de tiempo) de un líquido que circula a través de un medio poroso y el gradiente hidráulico (i), que es la relación entre 2 cargas hidráulicas y la distancia recorrida.

Permeabilidad o Conductividad hidráulica (K): Se refiere a la facilidad que tiene un acuífero en dejar pasar el agua a su través. Depende de las características del me-

dio (porosidad, tamaño, forma y arreglo de las partículas, compactación) y del fluido (viscosidad). Es por lo tanto el principal parámetro que caracteriza las propiedades hídricas de los materiales y el que registra mayor variación en función del material. Unidades: m/día (tabla 4 y 5).

Transmisividad (T): se refiere a la cantidad de agua que puede ser transmitida horizontalmente por el espesor saturado del acuífero: $T = k \cdot b$. Unidades: $m^2/día$, m^2/seg .

Coefficiente de Almacenamiento (S): se refiere al volumen capaz de liberar un acuífero, al descender en una unidad el nivel piezométrico. Es adimensional.

Tabla 4. Valores de permeabilidad en diferentes terrenos naturales

Valores normales de K en terrenos naturales (m/día)	
Grava limpia	1000
Arena gruesa limpia	1000 a 10
Arena fina	5 a 1
Arena limosa	2 a 0,1
Limo	0,5 a 0,001
Arcilla	<0,001

Fuente: Benitez 1972 en Custodio & Llamas, 1983.

Acuíferos libres: el coeficiente de almacenamiento, es igual a la porosidad efectiva y en general presenta extremos de 0,05 y 0,30.

Acuíferos confinados: el coeficiente de almacenamiento varía entre 10^{-4} y 10^{-5} .

Acuíferos semiconfinados: el coeficiente de almacenamiento varía entre 10^{-3} y 10^{-4} .

Tabla 5. Valores de permeabilidad y capacidad de drenaje

Permeabilidad (m/día)	10 ⁴	10 ³	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Tipo de terreno	Grava limpia		Arena limpia; mezcla de grava y arena			Arena fina; arena arcillosa; mezcla de arena , limo y arcilla; arcillas estratificadas			Arcillas no meteorizadas		
Calificación	Buenos acuíferos					Acuíferos pobres				Impermeables	
Capacidad de drenaje	Drenan bien					Drenan mal				No drenan	

Fuente: Benitez 1972 en Custodio & Llamas, 1983.

Conocer los componentes disueltos o en otras formas del agua subterránea es una de las características más importantes a determinar. La presencia y concentración de determinados compuestos hace que el agua subterránea se diferencie de otras.

Los procesos y factores que influyen en la evolución de la calidad de las aguas subterráneas pueden ser intrínsecos o extrínsecos al acuífero. En principio, el agua subterránea tiende a aumentar las concentraciones de sustancias disueltas a medida que se infiltra y aumenta su recorrido en los distintos acuíferos. Además de otros factores que interfieren en la composición del agua, como clima, composición del agua de recarga, tiempo de contacto del agua con el medio físico, etc, además de la contaminación causada por el hombre.

Características físicas

Temperatura: poco variable 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 el tenor de sales disueltas en forma de iones. En aguas subterráneas los valores de conductividad son del orden de 10^{-6} mhos/cm, o micromho/cm (mhos/cm a 25°C). Este parámetro aumenta con la temperatura.

Color: Es el resultado de las sustancias disueltas en agua, principalmente provenientes de la disolución de la materia orgánica.

Olor y sabor: Están íntimamente relacionados entre sí y frecuentemente lo que se llama "gusto" es realmente percibido como olor. Son parámetros subjetivos, pero en general se puede decir que aguas con más de 300 mg/l de cloruros tienen sabor salado, con más de 400 mg/l de SO_4^{-2} tienen sabor salado y amargo, etc.

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) que dificultan el pasaje de la luz.

Características químicas

pH: es la medida de la concentración de hidrogeniones del agua o de la solución, estando controlado por las reacciones químicas y por el equilibrio entre los iones presentes. En agua subterránea varía entre 6,5 y 8,5.

Demanda química de oxígeno (DQO): mide la capacidad de un agua de consumir oxígeno durante procesos químicos. Los valores comunes en las aguas subterráneas se sitúan de 1 a 5 mg/l de O_2 .

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): es la medida de la cantidad de oxígeno necesario para consumir la materia orgánica contenida en el agua mediante procesos biológicos aeróbicos. Es una medida importante de la contaminación del agua y debe referirse a un cierto tiempo (24 horas, 5 días, etc). Valores superiores a 1 ppm de O_2 indican contaminación.

Constituyentes iónicos principales y secundarios

La gran mayoría de las sustancias disueltas en agua subterránea se encuentran en estado iónico. 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^{-}).

El potasio, el nitrato y el carbonato suelen considerarse dentro de los iones fundamentales aunque sus concentraciones sean pequeñas.

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_4^{-3}), Manganeseo (Mn), Sílice (Si), Circonio (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 Sulfídrico (H_2S).

La composición química del agua subterránea se determina a partir del muestreo del agua, primeramente en el campo, con la medición de algunos parámetros físicos y químicos y posteriormente 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.

Es importante antes de muestrear tener en cuenta:

1. Cual es el objetivo del muestreo.
2. Definir los parámetros que voy a analizar en función del objetivo del muestreo.
3. Haber seleccionado previo al muestreo el laboratorio que analizará la muestra y que cuente con los instrumentos necesarios para las mediciones. Hay laboratorios que carecen de instrumentación, siendo imposible la determinación de algunos parámetros químicos.
4. Conocer el protocolo de muestreo del laboratorio seleccionado, ya que será este quien analice las muestras. Muchas veces es el laboratorio quien entrega los frascos de muestreo o da algunas indicaciones específicas como volúmenes necesarios a muestrear, etc.
5. Contar con envases adecuados, en cuanto al material y al volumen, en función de los parámetros a analizar. Cada laboratorio tendrá sus requisitos en cuanto a volumen necesario para realizar las determinaciones y en la preparación de los envases (éstos pueden ser envases enjuagados especialmente en el laboratorio o se les puede añadir un aditivo al momento del muestreo); contar con etiquetas, lápices indelebles, conservadora para refrigerar la muestra, Gps para determinar las coordenadas de la muestra, e instrumental para las mediciones en campo.
6. La entrega de las muestras al laboratorio debe ser en el menor tiempo posible. Se deben conocer los tiempos máximos de entrega de la muestra establecidos por el laboratorio, evitando que la muestra se torne inservible. Esto se debe a que hay parámetros que se volatilizan o reaccionan con el envase, modificando así su concentración.
7. Todo envase debe estar etiquetado, con nombre, fecha y hora, coordenadas de la muestra y lugar.

En el momento del muestreo, se debe asegurar que el agua que se colecta sea la del acuífero y no la almacenada en tanques, cañerías o tubería del

pozo. Para ello, si se muestrea agua de pozo se deberá dejar circular el agua mientras se bombea hasta que el agua extraída sea la contenida en el acuífero y no la del pozo. Es imprescindible conocer las características del acuífero del cual se está tomando la muestra.

Análisis bacteriológicos

En la toma de muestras para análisis bacteriológicos se deberá aumentar los controles, siguiendo estrictamente el protocolo de muestreo del laboratorio de manera de minimizar las posibles contaminaciones externas. Se deberá utilizar envases esterilizados, refrigerar la muestra, y llevarla en el menor tiempo posible al laboratorio seleccionado. Hay algunos laboratorios que proporcionan los envases ya estériles, de lo contrario se deberá adquirir en farmacias o droguerías y evitar sacarlo de la funda de nylon que lo contiene hasta el momento de la toma de la muestra.

De manera general hay que considerar:

1. Abrir la canilla de la que se va a extraer la muestra, dejando correr el agua por lo menos 10 minutos, regulando la salida de agua de modo que no sea demasiado violenta.
2. Lavar la salida del grifo y luego quemar la parte interna de la canilla con un hisopo empapado en alcohol (nunca queroseno o nafta), evitando que el calentamiento sea excesivo y provoque deterioros.
3. Abrir la canilla con cuidado de no tocar la parte desinfectada y regulando la salida del agua.
4. Llenar el frasco hasta sus cuatro quintas partes con el agua, nunca hasta la boca.
5. Etiquetar, indicando el nombre del remitente, lugar, fecha y hora de extracción, y las coordenadas cartográficas de la fuente de agua.

Mediciones a realizar durante el muestreo, in situ

Durante el muestreo se deberá, siempre que se pueda, medir el pH para conocer la acidez del agua, la temperatura para determinar posibles variaciones en el acuífero y la conductividad eléctrica que nos da una idea indirecta del grado de salinidad.

Para obtener estas medidas se utilizan instrumentos portátiles o de bolsillo. Son de fácil utilización, precisos y la lectura es directa. Hay que tener en cuenta que luego de varias mediciones estos instrumentos necesitan calibración.

Desde el punto de vista hidrogeológico la calidad del agua subterránea es tan importante como la cantidad explotable. La disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos para determinados tipos de uso depende fundamentalmente de la calidad físico química, biológica y radiológica.

La calidad del agua es definida por su composición y por el conocimiento de los efectos que pueden causar sus constituyentes. El conjunto de todos los elementos que la componen permiten establecer patrones de calidad de agua, clasificándola así de acuerdo con los límites establecidos y los usos para la que es apta (humano, agrícola, industrial, o abrevadero de ganado).

6.1. Agua subterránea destinada al abastecimiento humano

El agua destinada para el consumo humano, debe presentar características físicas, químicas y biológicas, que no perjudiquen la salud del ser humano. Para ello se establecen normas de potabilidad, donde se indican las concentraciones máximas aceptables y máximas admitidas.

En Uruguay, para determinar la aptitud del agua para consumo humano se emplea la norma establecida en el Decreto 253/79 incorporada al Reglamento Bromatológico Nacional (315/94)*. Además se utilizan, los estándares de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y los de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

*(Decreto 285/2009 de 15 junio 2009. (D.O 25 junio 2009). Modifica Reglamento Nacional aprobado por Decreto 315/94)

6.2. Agua subterránea destinada al riego

La aptitud del agua subterránea destinada para la actividad agrícola varía según el cultivo, pero generalmente debe contener pocos cloruros, sulfatos y los nitratos no deben superar el límite de potabilidad establecido. Además existen otros factores que influyen en la aptitud del agua para el riego como la permeabilidad, calidad del suelo y el sistema de riego.

En Uruguay es el Decreto 253/79, que establece la aptitud de agua para riego en función de las concentraciones iónicas en distintas clases (ver Anexo).

De manera general y para determinar la aptitud del agua para el riego, se utiliza el diagrama tomado del U.S. Salinity Laboratory Staff (1954), que relaciona el índice SAR (concentración relativa de sodio con respecto al calcio y al magnesio) y la conductividad eléctrica (en mmhos/cm a 25°C) del agua (Fig. 12).

La fórmula para determinar el índice SAR o RAS, es la siguiente:

SAR= rNa/rCa +rMg/2 (r=meq/l).

La conductividad eléctrica del agua se obtiene directamente en el campo utilizando un conductivímetro de bolsillo o portátil. Es necesario realizar la corrección de la conductividad a 25 °C, por ello es necesario medir simultáneamente la temperatura del agua.

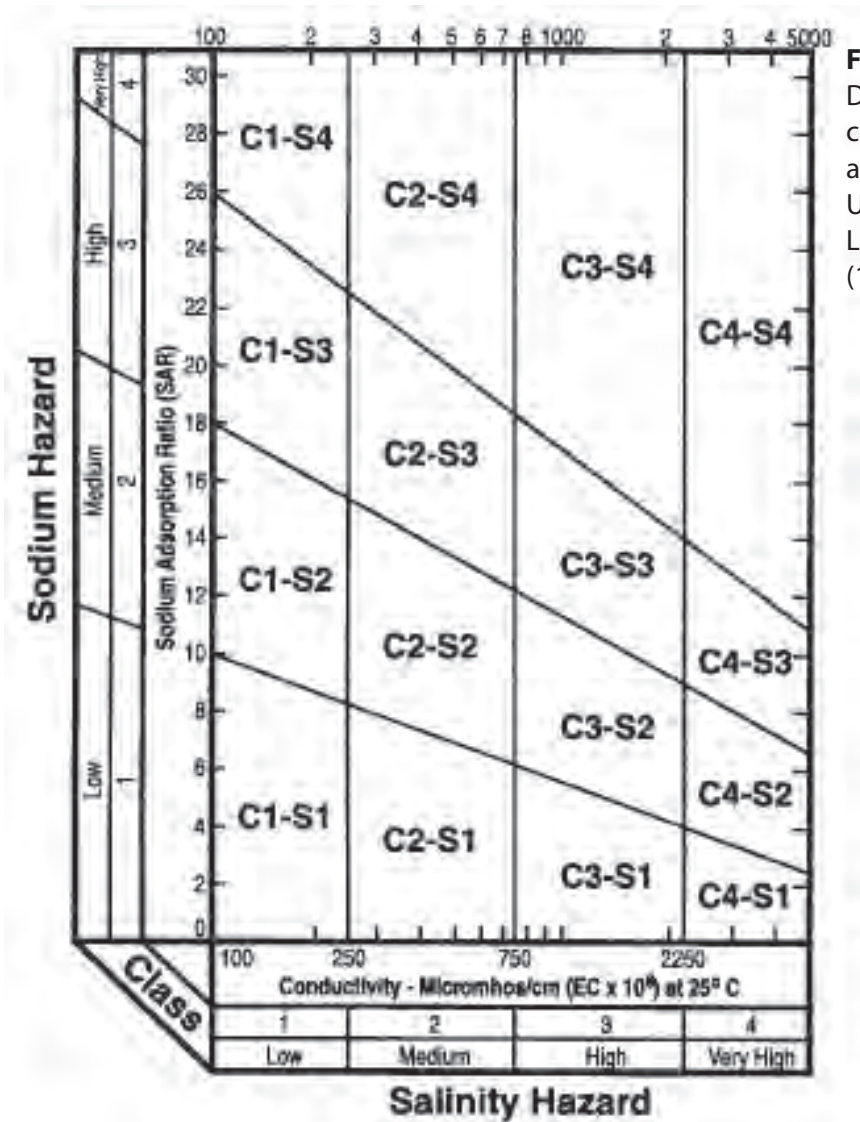


Fig. 12. Diagrama para clasificar las aguas de riego. U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)

El diagrama de SAR, se divide en 16 campos. El eje de las abscisas (x) donde se representa la conductividad, se divide en cuatro clases (bajo, medio, alto y muy alto) y el eje de las ordenadas (y) que representa el índice SAR, se divide igualmente en cuatro clases (bajo, medio, alto y muy alto) (**tabla 6**).

Tabla 6. Clases de agua correspondiente al diagrama SAR	
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Inconvenientes en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. Cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta, puede utilizarse en suelos con buen drenaje. Cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta, que en muchos casos no es apta para el riego. Solo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.
S2	Agua con contenido medio en sodio, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo (especialmente en los de textura fina) y de baja permeabilidad.
S3	Agua con contenido alto en sodio, con alto peligro de acumulación de sodio en el suelo
S4	Agua con contenido muy alto en sodio, no se aconseja para el riego en general

6.3. Agua subterránea destinada al abrevadero de ganado

El agua subterránea destinada al abrevadero de ganado debe presentar características físicas, químicas y biológicas que no perjudiquen la vida del animal, éstas características son similares a las destinadas para consumo humano.

6.4. Agua subterránea destinada a la industria

El agua subterránea destinada a la industria, adquiere distintos usos que son función del tipo industria. Las características más importantes en cuanto a limitación para el uso son la agresividad y la incrustación, originando serios problemas en los equipamientos. Hay que tener en cuenta que el agua destinada a este uso no debe dificultar los procesos industriales requeridos.

La contaminación es la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua por la acción de procesos naturales o artificiales que producen resultados indeseables. La contaminación puede ser natural ó artificial y ésta última directa o inducida (Auge, 2006).

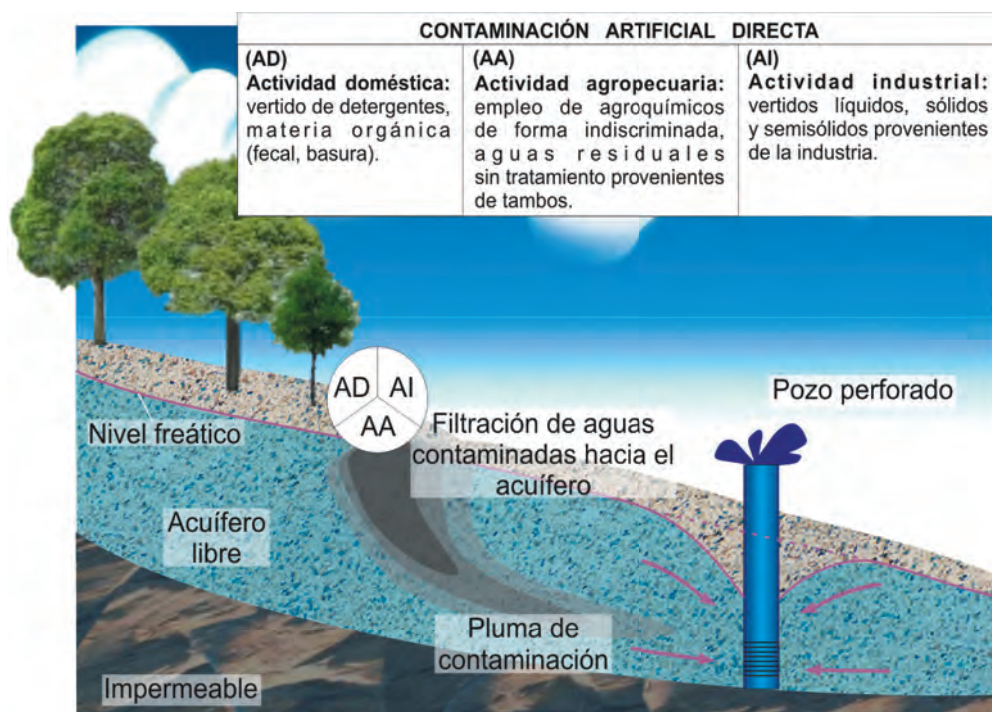


Fig. 13. Actividades que provocan contaminación del agua subterránea.

Natural: Es la producida por contacto con formaciones sedimentarias marinas y salinas o por yacimientos metalíferos, radioactivos y/o petrolíferos. En estos casos se incorpora al agua subterránea, las sustancias que integran estas formaciones.

Artificial: Es la más común y se la puede clasificar de acuerdo al sitio donde se produce (urbana y rural) o a la actividad que la genera (doméstica, industrial, agropecuaria) (Fig. 13).

Artificial urbana: Se genera por vertidos domésticos, pérdidas en redes cloacales, lixiviados de vertederos, lixiviados de la industria, etc.

Artificial rural: Se genera debido al empleo indiscriminado de agroquímicos, a causa de efluentes no tratados de tambos, corrales, etc.

Artificial inducida: Se genera por salinización de un acuífero, debido a una sobreexplotación de pozos en áreas costeras.

La contaminación del agua subterránea es más difícil de detectar que la del agua superficial debido a que no está visible, provocando mayor duración del contaminante en el medio, una vez detectada es posible que haya afectado a una gran proporción del acuífero. Una vez que se determina la contaminación del agua, se debe identificar la fuente de contaminación y por lo tanto el contaminante, su movilidad, su toxicidad y su persistencia.

7.1. Microorganismos en el agua subterránea

Las bacterias son los organismos más comunes que se pueden encontrar en el agua subterránea. Cumplen un rol fundamental en el ciclo de la materia orgánica. Las bacterias nitrificantes son las más frecuentes, siendo la nitrificación la oxidación del amonio (NH_4^+), a nitrato (NO_3^-) por la acción del oxígeno atmosférico (O_2) utilizado por las bacterias. Partiendo de amonio (NH_4^+), se pasa a nitrito (NO_2^-) (bacterias del género Nitrosomonas) y luego a nitrato (NO_3^-) (bacterias del género Nitrobacter).

Contaminación por Nitratos

La contaminación por nitratos se ha convertido en una de las principales causas de deterioro del agua subterránea, observándose en ámbitos rurales y urbanos. En el campo deriva principalmente de la bosta y orín existentes en los tambos y corrales, y proveniente de los pozos negros. La contaminación por nitratos en Uruguay es generalmente puntual o localizada vinculada principalmente a tambos y a fedd lot, pero se hace difusa cuando deriva del excesivo uso de fertilizantes en grandes extensiones y con riego excesivo.

El límite superior de nitratos en el agua subterránea es de 45 mg/l, valores superiores indican contaminación. Las enfermedades relacionadas a este ión provocan la llamada enfermedad del niño azul (metahemoglobinemia), además de diarrea, cólera, hepatitis, fiebre tifoidea, etc.

Contaminación por materia orgánica (coliformes fecales):

La contaminación del agua subterránea por coliformes fecales se produce cuando se introducen estas bacterias en ella. El 99,9% de las bacterias fecales desaparecen entre los 10 y 50 días de tránsito en el acuífero (IGME, 1991 en Escuder, R. et al. 2009).

La zona no saturada es la primer barrera protectora frente a la contaminación, ya que la infiltración se inicia en esta zona, siendo los suelos más protectores los más arcillosos; posteriormente y ya en la zona saturada, el tiempo de tránsito dependerá del tipo de acuífero. La distancia entre la fuente de contaminación y el pozo es fundamental, por lo que una mayor distancia del pozo a la fuente de contaminación provocaría un mayor tiempo de tránsito con mayor probabilidad de eliminación y menor concentración del contaminante en el agua. Pozos sin cementar favorecen la entrada de agua superficial contaminada directamente hacia el acuífero.

7.2. Protección del agua subterránea frente a la contaminación

Considerando que el agua subterránea tiene una dinámica mucho más lenta en comparación con el agua superficial, los procesos de contaminación insumirán tiempos mucho más prolongados en producirse y en manifestarse (años).

Es por esto que las medidas de protección del agua subterránea frente a la contaminación deben estar orientadas a la prevención del recurso.

A continuación se citan algunas medidas a tener en cuenta:

- Cementación en los pozos debe ser una práctica que nunca debe faltar durante la construcción de la obra, aislando posibles niveles contaminados y evitando la entrada de aguas superficiales hacia el interior del pozo por el espacio anular que se origina entre la perforación y la tubería.
- En tambos es imprescindible el tratamiento de los efluentes, evitando de esta manera contaminación con nitratos y con coliformes fecales.
- Uso controlado y responsable de agroquímicos en la actividad agropecuaria.
- No utilizar pozos brocales como pozo negro o basurero.

El agua subterránea se capta principalmente a través de pozos verticales, que son los más difundidos a nivel mundial y a través de pozos horizontales como galerías filtrantes y zanjías de drenaje.

Un pozo, es una obra compleja, que se proyecta y se construye para obtener agua subterránea de un acuífero, con el objetivo de satisfacer una demanda determinada. La vida útil de un pozo puede ser de décadas, y una vez agotada se debe proceder al abandono del pozo mediante el sellado.

8.1. Pozos verticales

Abiertos, excavados o brocales: Son pozos someros de construcción manual o ligeramente mecanizada y con diámetros relativamente grandes ($> 1\text{m}$). Es posible excavar hasta alcanzar el nivel freático Fig. 14.

Perforados o tubulares: Son los pozos más utilizados para captación de agua subterránea, se los conoce también como pozos semisurgentes. Son generalmente de diámetro reducido de 6 a 12 pulgadas de diámetro, su construcción se realiza me-

diante el empleo de maquinas perforadoras con diferente sistema de acuerdo al material del acuífero a atravesar Fig. 14.

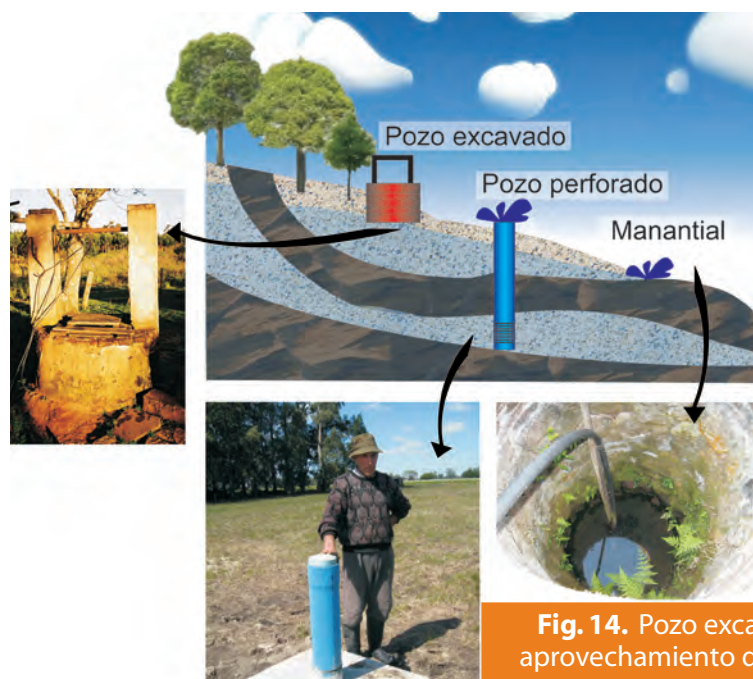


Fig. 14. Pozo excavado, perforado y aprovechamiento directo de manantial

8.2. Métodos de perforación

Los métodos de perforación de pozos más utilizados en la actualidad son el método de percusión con cable, rotación y rotopercusión (tabla 7). La elección de cada uno de ellos se define en función del tipo de material a atravesar (geología del área), del caudal requerido en función de la demanda a satisfacer, de la profundidad del pozo y de los diámetros de perforación y de las ventajas particulares de cada método (facilidad y rapidez en la construcción del pozo, equipo requerido, facilidad de penetración o mejor protección contra la contaminación, etc).

Tabla 7. Comparación entre los diferentes métodos de perforación			
Ventajas	Método rotativo	Método de rotopercusión	Método a percusión con cable
Tiempo empleado en perforar o avance	10 a 50 m/día	40 a 50 m/día	1 a 10 m/día
Tipo de material que puede atravesar	Terrenos sedimentarios	Principalmente rocas duras (graníticos)	Todo tipo de terrenos
Facilidad en determinar napas portadoras	Baja. Se enmascaran debido al uso de lodo de perforación	Alta. Se determinan fácilmente	Alta. Se determinan fácilmente
Tubería de maniobra	No necesita	Imprescindible en determinados materiales	Imprescindible en determinados materiales
Muestreo	Pobre	Regular	Bueno
Ventajas	Alcanza grandes profundidades y realiza pozos de gran diámetro	El más rápido en roca dura.	Simplicidad del método. Adaptable a todo tipo de terrenos.
Inconvenientes	Enmascara todos los aportes de agua	No perfora en materiales no consolidados	Avance lento en rocas duras
Calidad constructiva	Buena	Buena	Buena

Perforación a percusión por cable

Consiste en el golpeteo repetido de un martillo o trepáno (que es la herramienta de corte) sobre la roca, para poder avanzar. El material triturado se extrae del pozo con una herramienta diseñada para este fin (“cuchara”).

Este sistema es utilizado para la construcción de pozos tanto en terrenos consolidados como no consolidados, dependiendo en gran medida el resultado de la perforación de la experiencia del perforador.

Perforación a rotación

Consiste en la trituración de la roca por medio de una herramienta de corte giratoria (tricono) que desgasta la roca (fig.15). El material triturado es extraído mediante el arrastre con agua o lodo.

Este sistema es utilizado para la construcción de pozos en terrenos no consolidados como gravas, arenas o limos.

TRICONO: herramienta de corte utilizada en equipos de rotación. El diámetro de la herramienta a utilizar, es función del diámetro de la perforación proyectada en el anteproyecto de pozo. Hay distintos tipos según el material de corte.



Fig. 15. Tricono

Perforación a rotopercusión

Es el método más utilizado, incluso en Uruguay donde en los últimos años las empresas de perforación han empezado a incorporar estos equipos, por su versatilidad y rapidez en terrenos graníticos (fig. 17).

Antes de la aparición del martillo de fondo (herramienta de corte), el método rotativo no se aconsejaba para la perforación de rocas consolidadas, lo que hacía a este equipo algo limitado, sobre todo en países como Uruguay donde una extensa parte del territorio está formado por rocas cristalinas, aflorando o a poca profundidad.

La incorporación del martillo de fondo y una unidad neumática o compresor a equipos de rotación, proporcionó una capacidad muy importante haciéndolos aptos para todo tipo de terrenos (fig. 16).



MARTILLO DE FONDO: herramienta de corte utilizada en equipos rotopercusores. El diámetro de la herramienta a utilizar, es función del diámetro de la perforación proyectada en el anteproyecto de pozo.

Fig. 16. Martillo

La perforación se realiza por la acción combinada del martillo de rotación y percusión rompiendo y triturando la roca. En este caso se sustituye el fluido líquido por aire y la bomba de lodos por un compresor con la suficiente potencia para mover la herramienta y retirar el material cortado. Las limitaciones de este método están en el tamaño del compresor, el tipo de martillo y la dureza de la roca.



BARRAS: Son barras huecas de igual largo, que comunican la rotación al martillo y conducen el aire para perforar.



Fig. 18. Barras

Fig. 17. Máquina perforadora.
Método de rotopercusión

Fig. 19.
Operario realizando
maniobras durante la
perforación



Antes de realizar una perforación es necesario contar con un Estudio Hidrogeológico y proyecto de pozo que nos indique la factibilidad de obtención de agua subterránea, la ubicación del pozo y el diseño del mismo en función del objetivo buscado. Estos estudios deben ser realizados por licenciados en geología (que son los profesionales competentes) siguiendo criterios técnicos y científicos. Hay que destacar aunque se mencionará más adelante que durante la construcción de los pozos es imprescindible la presencia de un Geólogo director de obra, quien será el responsable de la correcta ejecución de la obra.

El Estudio Hidrogeológico debe contener:

1. La ubicación del predio y la forma de acceso de manera detallada. La ubicación del pozo, especificando las coordenadas cartográficas x, y, z). Si es posible indicar una segunda opción.
2. La geología del área, indicando las formaciones encontradas. Es imprescindible contar con fotos aéreas escala 1:20.000 o imágenes satelitales con buena resolución para poder realizar la fotointerpretación del área de estudio. En el caso de acuíferos fracturados, debido a que el agua circula a través de las fracturas hay que indicar fallas y fracturas observadas (fig.20).
3. Determinar la hidrogeología del área. El acuífero a explotar.
4. Antecedentes perforaciones vecinas (indicando nombre a quien pertenece, ubicación (x e y), Profundidad total, Nivel Estático y Caudal).
5. Anteproyecto constructivo del pozo. Debe contener:
 - Objetivo de la obra
 - Selección del método de perforación.
 - Tipo de rocas previstas a ser perforadas.
 - Profundidad estimada de la obra.
 - Diámetros de perforación y entubación.
 - Disposición de filtros.
 - Materiales que serán utilizados definitivamente en el pozo.
 - Caudal previsto a extraer.
 - Medidas de protección del pozo. Sellado de los primeros metros.
 - Estimación en el costo de la obra
6. Asesoramiento en el costo de la obra a la hora de seleccionar la empresa.

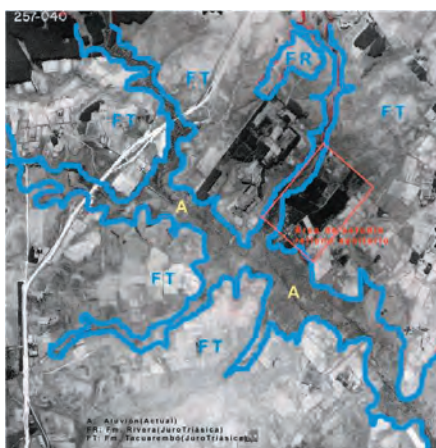


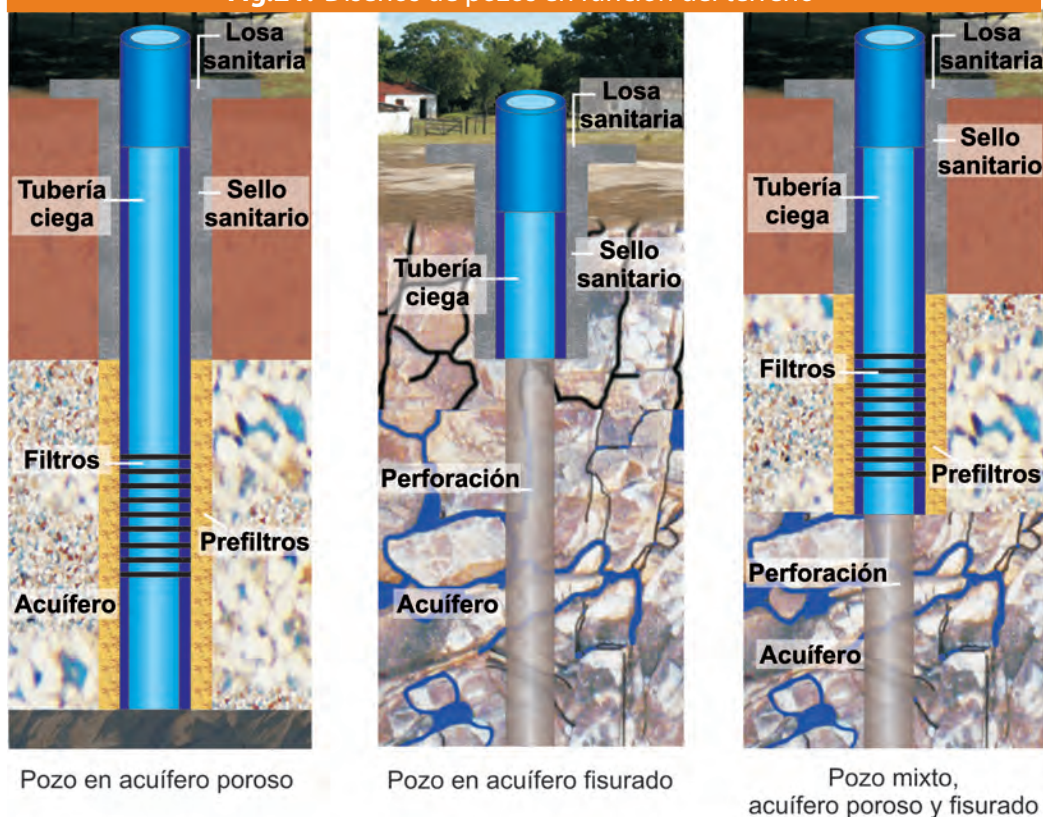
Fig. 20. Fotointerpretación a escala 1:20.000

En Uruguay, todos los pozos que se construyan con el fin de captar agua subterránea tienen que realizarse de acuerdo al Decreto n° 86/04 y sus posteriores modificaciones “Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para Captación de Agua Subterránea” (se adjunta en el Anexo).

Diseños de pozos en función del tipo de acuífero.

A continuación se presentan distintos diseños constructivos de pozos de acuerdo al tipo de acuífero que se considere. Los pozos en acuíferos porosos, generalmente necesitan ser totalmente entubados, los pozos en acuíferos fracturados se entuban parcialmente y los pozos mixtos, son una combinación de los anteriores (Fig. 21.)

Fig.21. Diseños de pozos en función del terreno



Consideraciones a la hora de seleccionar una empresa perforadora

Antes de seleccionar la empresa perforadora se recomienda contar con un estudio hidrogeológico y proyecto de pozo previo a la realización de la obra, lo que determinará la factibilidad de obtención el agua subterránea, el alcance de los objetivos previstos y la estimación del costo de la misma.

- La empresa debe tener licencia de perforador al día, otorgada por la Dirección Nacional de Agua (DINAGUA), antes dirección Nacional de Hidrografía (DNH).
- La empresa debe cumplir con el Decreto 86/2004 y sus posteriores modificaciones.
- Se debe conocer la capacidad operativa de la empresa, esto permitirá determinar el tiempo que se demorará en realizar la obra.
- Manejar como mínimo tres presupuestos y asesorarse sobre todos los costos que tendrá la construcción del pozo (metro de perforación, costo tubería en función del material, cementación, ensayo de bombeo, traslados, etc).
- La empresa debe cumplir con el proyecto de pozo establecido en el estudio hidrogeológico, por eso es imprescindible la supervisión de la obra en el campo.
- Consultar si la empresa otorga garantía de caudal (caudal mínimo determinado por ensayo de bombeo) y cual es la garantía constructiva de la obra (en años).



Fig.22. Perforador durante la construcción de un pozo.

Se realiza siguiendo el proyecto de pozo definido anteriormente a la construcción de la obra. Se debe destacar que el pozo es una obra de captación de agua subterránea, que permanece oculta varios metros bajo la superficie, con pocas probabilidades de verificar su calidad constructiva o la de los materiales que la componen luego de finalizada la obra. Los inconvenientes de una mala construcción, se evidencian a mediano y largo plazo, limitando en la mayoría de los casos la posibilidad de reclamo.

+La supervisión de pozo requiere la presencia del geólogo en el campo:

Antes del comienzo de la obra

1. Verificar la correcta ubicación del pozo.
2. Verificar el equipo de perforación, maquinaria adecuada, diámetros de martillos adecuados, tuberías adecuadas, compresor, etc.
3. Acordar el seguimiento de la perforación junto con el perforista en el caso de profundidad de muestreos, anotación de los tiempos de avance, etc.

Durante la ejecución de la obra

1. Controlar los diámetros de perforación que sean los adecuados para la posterior colocación de tuberías y prefiltro en el caso que corresponda.
2. Controlar los metros, diámetros y el material del entubado (acero, PVC, color, diámetro, espesor de la pared, etc).
3. Definir cantidad y tipo de filtros (para pozos en acuíferos sedimentarios) de acuerdo a las napas de agua alumbradas.
4. Control sobre las uniones de las tuberías.
5. Control de las tomas de las muestras y descripción de las mismas.
6. Control de la profundidad.
7. Verificar que se realice una correcta cementación, debe estar presente el técnico durante esta fase.

Posterior a la ejecución de la obra

1. Verificar que se realice un correcto desarrollo del pozo.
2. Verificar la profundidad del pozo (fondo del pozo).
3. Indicar el nivel de agua o nivel estático (NE).
4. Verificar caudal declarado mediante ensayo de bombeo. Anotar las medidas de los descensos y los tiempos en las planillas de bombeo, así como también las variaciones en los caudales.
5. Controlar terminación de la protección del pozo en superficie.
6. Determinar la profundidad de colocación y características de la bomba.

Diámetros de perforación

La perforación se realiza siguiendo el proyecto constructivo definido en el Estudio Hidrogeológico, que es función del objetivo de la obra. Los diámetros de perforación son función de la tubería de revestimiento final (si fuera necesario colocar filtro, hay que considerar el espesor del prefiltro) y de una adecuada cementación.

Tubería: metros y material del entubado

Al igual que en el punto anterior, el seguimiento en ésta etapa requiere el control de los metros y material de la tubería, que considera diámetros y espesores de la pared, de acuerdo a lo planteado en el proyecto de pozo. El material se elige en función de la calidad del agua subterránea (si es agresiva o no) y si ésta irá unida a una tubería filtrante (filtros). La tubería cumple la función de sostener las paredes de la perforación y conducir el agua de los acuíferos hacia la superficie.

Los pozos pueden ser parcialmente revestidos en caso de acuíferos fisurados o totalmente revestidos en acuíferos porosos, donde la tubería estará unida a los filtros. La tubería debe ser normada y adecuada para revestimiento de pozo (fig. 23 y 24).

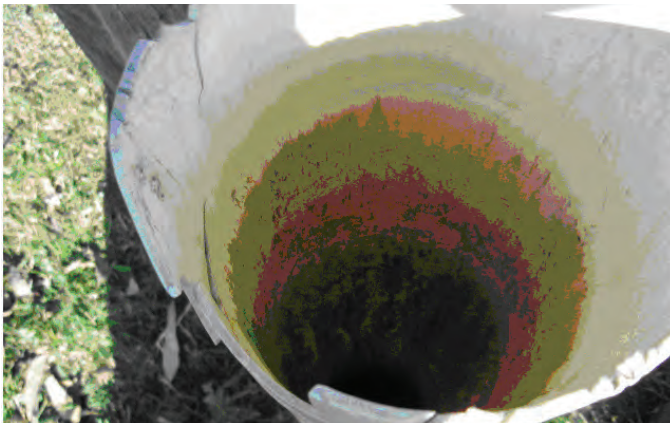


Fig. 23.
Tubería sanitaria
no apropiada para
revestimiento de pozo



Fig. 24.
Tubería normada
para revestimiento
de pozo

Filtro y Pre-filtro

Tienen la función de permitir la entrada de agua sin el pasaje de arena, pero sin que ésta obstruya las aberturas. La elección del filtro, de sus aberturas y de la cantidad del mismo, es función de la granulometría de la arena y grava y del espesor del acuífero. Los filtros deben estar bien dimensionados ya que éstos condicionarán el caudal específico del pozo. Hay que destacar que los filtros deben ser del mismo material que la tubería ciega a la que estarán unidos. Fig. 25 y 26.

El pre-filtro, es grava seleccionada, que se coloca entre el filtro y el acuífero. La función es retener arena muy fina, evitando que salga junto con el agua cuando se bombea el pozo.

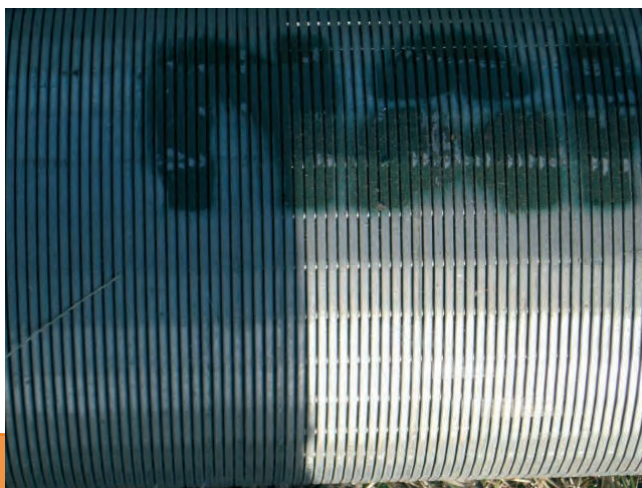


Fig. 25. Filtro de ranura continua. En acero inoxidable, galvanizado o acero crudo. Largo hasta 6 m.



Fig. 26. Filtro de PVC. Largos de 2 y 4 m. Ranuras de 0.5 y 0.75 mm. Clase liviana, estándar y reforzada.

Cementación

Es la unión de la tubería de revestimiento con la pared del pozo, con una pasta de cemento y arena. Los objetivos principales son evitar la entrada de aguas superficiales posiblemente contaminadas hacia el interior del pozo y aislar acuíferos superficiales contaminados.

Según la norma de construcción de pozos, la cementación en pozos parcialmente revestidos alcanzará hasta el encaje del tubo de revestimiento con la roca sana, alcanzando como mínimo una longitud de 10 m desde la superficie del terreno.

En la figura 27 se observa un pozo mal construido, el diámetro de perforación es incorrecto no permitiendo la fase de cementación.



Fig. 27. Pozo sin cementar

Desarrollo

Una vez terminado el pozo, colocación de tubería definitiva y la correspondiente cementación se procede al desarrollo del pozo, que generalmente se realiza mediante aire comprimido. El objetivo principal es extraer restos de lodo (si se trabajó con rotación), extraer restos de material y material fino y tratar de obtener el mayor caudal específico posible.

Un desarrollo insuficiente o una falta del mismo, ocasiona deterioros en el equipo de bombeo y obstrucción de filtros por la posible entrada de arena fina, que se hubiese eliminado con un desarrollo adecuado.

Cuando el desarrollo se realiza en pozos antiguos para restablecer la profundidad inicial y/o el caudal específico disminuido a causa de las incrustaciones, se está realizando una rehabilitación del pozo.

Terminación en superficie

Consiste en una losa de hormigón, realizada con una mezcla de cemento, arena y grava en proporciones 1:2.3. La losa tendrá un metro de lado por 0,25 metros de altura, con una pendiente desde el centro hacia los bordes de un 3%. En la misma deberá quedar registrado el nombre de la empresa perforadora y la fecha de realización del pozo (fig. 28).



Fig. 28.
Losa sanitaria.
Terminación
en superficie

Es aconsejable
realizar una
casilla de
protección
luego de
finalizada y
supervisada la
obra (**fig. 29**).



Fig. 29. Casilla de protección de pozo

Profundidad del pozo y medición de niveles de agua



Fig. 30. Medición de profundidad de pozo y de niveles de agua

Para medir la evolución de los descensos se utilizan generalmente medidores manuales (fig. 30).

Los medidores manuales pueden ser clasificados como: eléctricos, acústicos y manométricos. Entre ellos, los medidores eléctricos son los más difundidos y utilizados. Están constituidos básicamente por un cable eléctrico unido a una fuente, teniendo en el otro extremo un electrodo, que al tocar la superficie del agua cierra el circuito y acciona un dispositivo de alarma, normalmente basado en la emisión de una señal sonora o luminosa. El cable de la sonda debe estar marcado a centímetro.

Es aconsejable que la medición durante el ensayo la realice siempre el mismo operario a efectos de no sumar errores en la medición. Se debe también tomar las medidas de los niveles considerando siempre la misma referencia (ej. boca de tubería).

Ensayo de bombeo

El ensayo de bombeo es una prueba que se realiza luego de finalizada la obra. Permite determinar los parámetros hidráulicos de los acuíferos (permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento) y es imprescindible para conocer el nivel de trabajo y el caudal de explotación del pozo. Estos últimos datos son necesarios para dimensionar la bomba que será instalada en el pozo.

Existen diversos tipos de ensayos de bombeos (a caudal constante y a caudal variable), pero solo nos referiremos aquí al ensayo de bombeo a caudal constante.

Desde el punto de vista práctico, antes de comenzar con el ensayo se debe determinar la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua o nivel estático (NE) en

el pozo. Luego de realizada esta medida se dará comienzo a la prueba, encendiendo la bomba y midiendo cada cierto tiempo el nivel de agua que comienza a descender como consecuencia del bombeo a caudal constante (Q). Inicialmente las medidas se deben realizar a cada minuto y luego se van espaciando cada 5, 10, 15, 30 y 60 minutos, estos tiempos se establecen previos a la prueba (fig. 31).

Transcurrido un cierto tiempo el nivel del agua se estabilizará o variará tan poco, que puede considerarse estabilizado.

Cuando se detiene el bombeo, dicho nivel comienza a ascender hasta alcanzar el nivel de agua inicial antes del bombeo; estamos frente a la recuperación del pozo. Todos los descensos y ascensos del agua en función del tiempo deberán registrarse, en planillas adecuadas, para luego proceder a la interpretación de los datos.

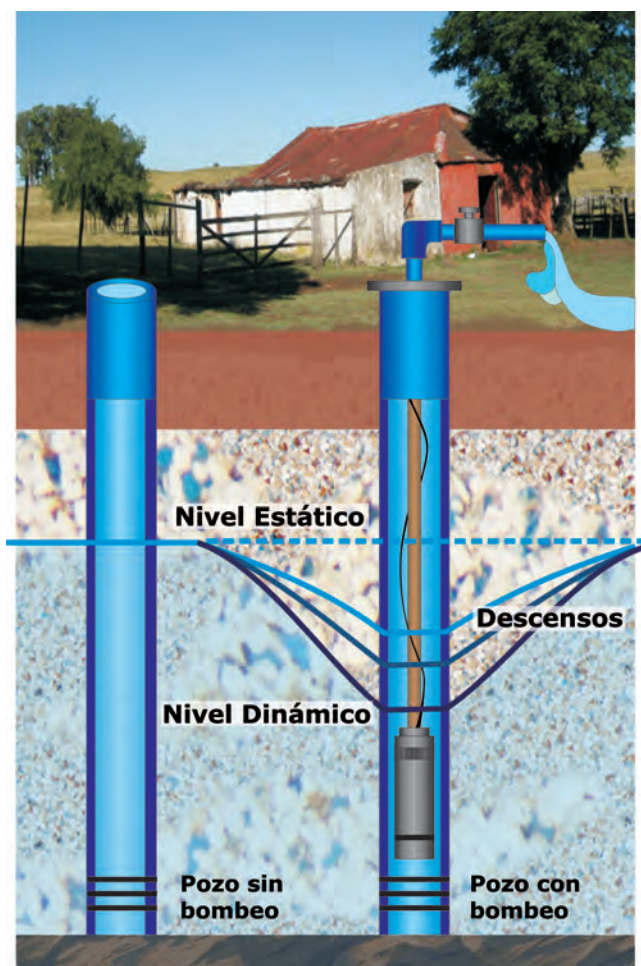


Fig. 31. Esquema de descenso del nivel de agua en un bombeo

Medición de caudal o Aforo (Método Volumétrico)

Es uno de los procedimientos más simples y difundidos. Consiste en medir el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Generalmente para los aforos, se utilizan baldes de 20 l para medir caudales de hasta 3600 l/h y tanques de 200 l para caudales que van de los 3600 l/h a los 360000 l/h (tabla 8 y fig.32).

Esta medición se debe realizar varias veces durante el ensayo para verificar que el caudal se mantiene constante. Esta es una de las desventajas del método, al no brindar un acompañamiento continuo de los valores de caudal, imposibilitando que se realicen las correcciones para mantenerlo constante durante el bombeo.

En pozos con caudales mayores a 20.000l/h deben utilizarse caudalímetros de registro continuo que son sumamente precisos.

Caudal específico: Es el caudal obtenido por metro de descenso del nivel del agua.

Medición del tiempo

Para la medición del tiempo de descenso o ascenso de los niveles de agua durante el ensayo de bombeo o para medir el tiempo que demora en llenarse un balde durante el aforo, se aconseja la utilización de un cronómetro de tipo digital.

Tabla 8. Caudales obtenidos en litros/hora, luego de medir el tiempo que se demora en llenar un balde de 20 l.					
Tiempo (seg.)	Litros/hora	Tiempo (seg.)	Litros/hora	Tiempo (seg.)	Litros/hora
5	14.400	19	3.789	34	2.117
6	12.000	20	3.600	36	2.000
7	10.285			38	1.894
8	9.000	21	3.428	40	1.800
9	8.000	22	3.272	42	1.714
		23	3.130		
10	7.200	24	3.000	44	1.636
11	6.545	25	2.880	46	1.585
12	6.000	26	2.769	48	1.500
13	5.538	27	2.666	50	1.440
14	5.142	28	2.571	52	1.384
15	4.800	29	2.482	54	1.333
16	4.500	30	2.400	56	1.285
17	4.235	31	2.322	58	1.241
18	4.000	32	2.250	60	1.200



Fig. 32. Medición de caudal o aforo

Descripción de muestras de roca

El seguimiento del avance de la perforación a partir de la descripción geológica de las muestras, permite verificar la profundidad de la perforación, determinar la profundidad de colocación de la tubería, establecer la profundidad de colocación de los filtros y determinar tipo y tamaño de la abertura de los mismos, (fig. 33).

El procedimiento consiste en describir las muestras de roca que se van retirando cada un metro durante la perforación especificando, el tipo de roca, minerales observados, colores, alteraciones, granulometrías, etc (fig. 34).

Es necesario identificar también los niveles de aporte de agua a los efectos de definir la tubería a colocar.

Las muestras de roca triturada deben guardarse hasta tanto no se haya realizado la fiscalización del pozo.



Fig. 33. Toma de muestras de roca programada en función del avance



Fig. 34.
Material
triturado
extraído
cada metro
durante el
avance de la
perforación.

Profundidad de colocación y características de la bomba

La profundidad de colocación de la bomba y las características de la misma se definen en función del caudal obtenido por ensayo de bombeo, de la altura de elevación máxima prevista y del diámetro de entubado del pozo. Con estos datos el especialista podrá dimensionar correctamente la bomba.

La bomba se debe colocar siempre por debajo del nivel dinámico determinado en el ensayo de bombeo y nunca enfrentada a los filtros si los hubiera.

11.1 Informe final de perforación

Luego de finalizada la supervisión del pozo en el campo, se debe entregar al dueño del pozo un informe final de la obra firmada por el geólogo responsable, donde se detallen las características constructivas de la obra. (se adjunta en Anexo formato de Informe final de obra).

¿Por qué es de importancia contar con el informe final de perforación?

1. El documento que le pertenece al productor y es la de garantía de la obra.
2. Es un registro de información geológica e hidrogeológica y de las características constructivas del pozo a lo largo del tiempo.
3. Registro de datos obtenidos durante la realización de la prueba de caudal (Nivel Estático, Nivel Dinámico, Caudal).
4. Es un registro de Información fundamental para solucionar problemas posteriores relacionados con el pozo.

Cuando un pozo se abandona cualquiera que sea el motivo, se debe proceder al sellado del mismo.

El objetivo del sellado es principalmente prevenir la contaminación del acuífero debido a la entrada directa de aguas posiblemente contaminadas y animales pequeños que puedan contaminar el agua subterránea. Con el sellado se evitan también posibles accidentes físicos como caídas dentro del pozo, torceduras, etc. Fig. 35.

Los pozos deberán sellarse con material impermeable de arena y cemento en relación 2:1 con agregado de agua al solo efecto de alcanzar una mezcla homogénea. En todos los casos es recomendable la extracción de la parte superior del entubado, de forma que el sello quede en contacto directo con la formación geológica (Artículo 54 del Decreto 86/2004. Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para captación de Aguas Subterráneas).



Fig. 35. Pozo abandonado.

Utilizar pozos brocales como pozo negro o basurero, es una práctica común, incorrecta, que genera en todos los casos contaminación del agua subterránea. Es imprescindible si no se utiliza proceder al sellado.

Luego de un cierto tiempo de ejecutada la obra y ya en funcionamiento, es aconsejable realizar un seguimiento sistemático del nivel de agua, del caudal de explotación, realizar análisis químicos y prestar atención a posibles variaciones energéticas; esto permitirá detectar problemas en el pozo o en la bomba.

13.1 Problemas más frecuentes en los pozos

Los problemas que ocurren en los pozos, varían de acuerdo a la construcción de los mismos. Un pozo realizado en un acuífero sedimentario donde el agua circula a través de aberturas en la tubería de revestimiento (filtros) presenta otro tipo de inconvenientes que los pozos construidos en rocas duras, donde el agua pasa directamente a través de las fracturas o fisuras de la propia roca (tabla 9).

Obstrucción de filtros: causado por la acumulación de arcilla o arena y la corrosión por bacterias del hierro; en éste último caso se pueden observar cambios en la coloración del agua. La obstrucción de filtros provoca una disminución del nivel dinámico y del caudal específico (q/s).

Producción de arena: generalmente se debe a ruptura de tuberías o desmoronamiento del pozo. También es causada por filtros mal dimensionados, mal colocados, o por falta o mala colocación del prefiltro.

En pozos mal desarrollados: hay un bombeo excesivo de arena; puede haber colapso parcial o total de la columna de revestimiento y filtros.

Defectos en el equipo de bombeo: Se evidencia por una disminución del caudal de bombeo acompañada de un leve ascenso del nivel dinámico. Las fallas más comunes son: vibraciones anormales del equipo, pérdida de succión en las bombas con interrupción en la descarga, rotura en el tubo de descarga produciendo ruido de "chorreo". Estos defectos producen un consumo excesivo de energía eléctrica o combustible.

Disminución de caudal de bombeo: se puede deber a una tasa de bombeo superior a la tasa de recarga del acuífero, es decir un bombeo superior al caudal de producción del pozo (sobreexplotación) observándose un descenso acentuado del nivel dinámico. También una disminución de caudal puede ser debida a interferencias provocadas por pozos vecinos, por obstrucciones de las secciones filtrantes, o problemas del equipo de bombeo.

En casos de sobreexplotación, se debe reducir y regular el caudal de explotación. No es correcto descender la bomba a mayor profundidad, ya que provocará un descenso mayor de los niveles, para un caudal igual o levemente mayor que el que se venía extrayendo.

Problemas en la calidad del agua: los problemas de corrosión o incrustación de un pozo, son generalmente causados por cambios en las características físico-químicas y bacteriológicas del agua. Así una coloración rojiza indicará presencia de compuestos de hierro (probable incrustación) y una coloración amarronada evidenciará contaminación por materia orgánica.

La turbidez en pozos antiguos puede estar indicando problemas constructivos (desmoronamiento, roturas de filtros). En pozos nuevos, indica un desarrollo insuficiente.

Toda agua debe ser sin sabor y sin olor, si así no lo fuera está indicando corrosión, incrustación o contaminación por materia orgánica.

INCRUSTACIÓN: precipitación de carbonato de calcio, sulfato de hierro u otros minerales contenidos en el acuífero. Se deposita en tuberías, bombas, etc. Generalmente provocan disminución en el caudal específico, debido a la obstrucción en los filtros (reduce la superficie de entrada de agua).

CORROSIÓN: reacción química del agua en contacto con metales. Está relacionada con la presencia de CO₂, O₂, H₂S, ácidos orgánicos y sulfatos de hierro en el agua. La corrosión produce una disminución del espesor del metal, llegando a producir perforaciones; el pozo pierde resistencia, las aberturas de los filtros se alargan y puede haber pasaje de arena. Generalmente se evidencia por la producción de arena.

Tabla 9. Deficiencias comunes encontradas en el proyecto de pozo y en la construcción de los pozos por falta de supervisión	
Deficiencias constructivas en los pozos	
Falta de losa sanitaria	Frecuente
Falta de sello sanitario	Muy frecuente
Largo de tubería insuficiente	Muy frecuente
Falta de filtro	Poco frecuente
Falta de prefiltro	Frecuente
Falta de supervisión de obras	Muy frecuente
Deficiencias en el proyecto de pozo	
En la estimación de profundidad del pozo	Poco frecuente
En el cálculo estimado de caudal	Poco frecuente
En la cantidad de tubería a colocar	Poco frecuente
En los materiales de tubería a utilizar	Poco frecuente
En la ubicación del pozo	Poco frecuente

Para poder solucionar o reacondicionar un pozo, el técnico debe contar con el informe final de la obra, que debe incluir la planilla del ensayo de bombeo y resultados de análisis físico-químicos o bacteriológicos si los hubiera.

No hay que olvidar:

1. Pedir informe final del pozo, incluyendo la planilla de ensayo de bombeo.
2. Realizar un análisis físico-químico y bacteriológico inmediatamente después de realizado el pozo, que será la base para posteriores análisis, observando si existen modificaciones en las concentraciones.
3. Para asegurar un buen uso y un buen mantenimiento, se deben respetar las indicaciones técnicas especialmente en el caudal de bombeo.

ES IMPORTANTE

- Contar con supervisión del pozo en el campo, asegura la calidad constructiva de la obra. Es común que las empresas perforadores eviten la cementación (sello sanitario), provocando la entrada de aguas superficiales contaminadas.
- Mantener una perfecta limpieza en las proximidades del pozo, evitando dejar basura, restos de aceites, estopas usadas, lavado de autos y todo lo que pueda ser foco de contaminación.
- Evitar que los pozos queden abiertos, posibilitando la entrada de objetos, animales chicos, etc.
- No utilizar pozos brocales como pozos negros o basurero.
- Mantener limpio, la casilla de control de la bomba.
- Evitar conexiones improvisadas, roturas superficiales en tuberías.
- Evitar que la tubería pase por canaletas de desagüe de tambo o corrales, cercanas a caminos de tropa.
- Prestar atención a posibles ruidos anormales de la bomba dentro del pozo, especialmente en el momento de arranque.
- Verificar la tensión y la corriente de trabajo.
- Observar si el agua bombeada presenta arena, mal color o mal olor.
- Anotar toda anomalía que se pueda presentar para luego ser consultada.
- Si es posible realizar análisis bacteriológicos bimensuales.
- Evitar la contaminación en tanques australianos y depósitos (colocación de tapa, limpieza del depósito cada 3 meses con una solución de hipoclorito, evitar roturas en piso y paredes).

Los equipos de extracción agua subterránea más utilizados.

Molinos

Tienen alto costo de instalación pero bajo costo de funcionamiento, limitado solo a su mantenimiento, dado que no consumen energía eléctrica.

Pueden elevar caudales pequeños, del orden de 500 a 1000 l/día, y desde profundidades someras.

Tienen el inconveniente de requerir de la presencia de viento para su funcionamiento, por lo que son útiles solamente en zonas con esta característica climática, y deben ser ubicados en áreas relativamente altas y despejadas (sin cortinas de árboles ni obstáculos para el pasaje de aire).

Bombas de superficie

Elevar caudales variables en función de la potencia de la bomba, pero en general desde profundidades someras, por lo que se utilizan mayormente en perforaciones brocales. Tienen en general menor costo que las bombas sumergibles. Funcionan con energía eléctrica (UTE o generador).

Bombas sumergibles

Elevar caudales variables en función de la potencia de la bomba, desde cualquier profundidad. Funcionan con energía eléctrica (UTE o generador).

Bombas solares

Pueden elevar caudales pequeños, del orden de 500 – 1000 l/día, desde profundidades variables en función del tipo de bomba. Tienen alto costo de instalación pero bajo costo de funcionamiento, limitado solo a su mantenimiento, dado que no consumen energía eléctrica, sino que acumulan energía solar mediante paneles durante las horas diurnas.

La diversidad en los materiales geológicos, que responden a los diferentes procesos de formación de las rocas, origina características diversas que hay que tener en cuenta a la hora de gestionar el recurso hídrico subterráneo.

En Uruguay, existen varias regiones que ofrecen la posibilidad de explotar los recursos hídricos subterráneos: cuencas sedimentarias que poseen unidades en el subsuelo con buena porosidad y permeabilidad, permitiendo que el recurso agua se aloje en los poros (acuíferos porosos) y áreas constituidas por rocas cristalinas, en donde el agua se almacena en diaclasas y fallas interconectadas (acuíferos fisurados).

El territorio se divide en tres Provincias Hidrogeológicas concordando con la carta hidrogeológica del Uruguay escala 1:200.000 (DINAMIGE, 1986): Provincia Hidrogeológica Paranaense, Provincia Hidrogeológica Meridional y Provincia Hidrogeológica Costera. En el mapa hidrogeológico (Montaño, et al 2006) que se presenta, se detallan las productividades de los distintos acuíferos, divididas en función de la capacidad específica (q) de las perforaciones (fig. 36):

Productividad Alta: $q > 4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Productividad Media: $4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} > q > 2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Productividad Baja: $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} > q > 0.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Productividad Muy baja: $q < 0.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

16.1. Provincia Hidrogeológica Paranaense

Ocupa la región noreste y centro-norte de Uruguay, abarcando un área aproximada de 100.000 km². Dentro de ésta, se identifican 6 subprovincias de las cuales no se hará referencia, pasando directamente a nombrar los acuíferos más significativos dentro de esta provincia.

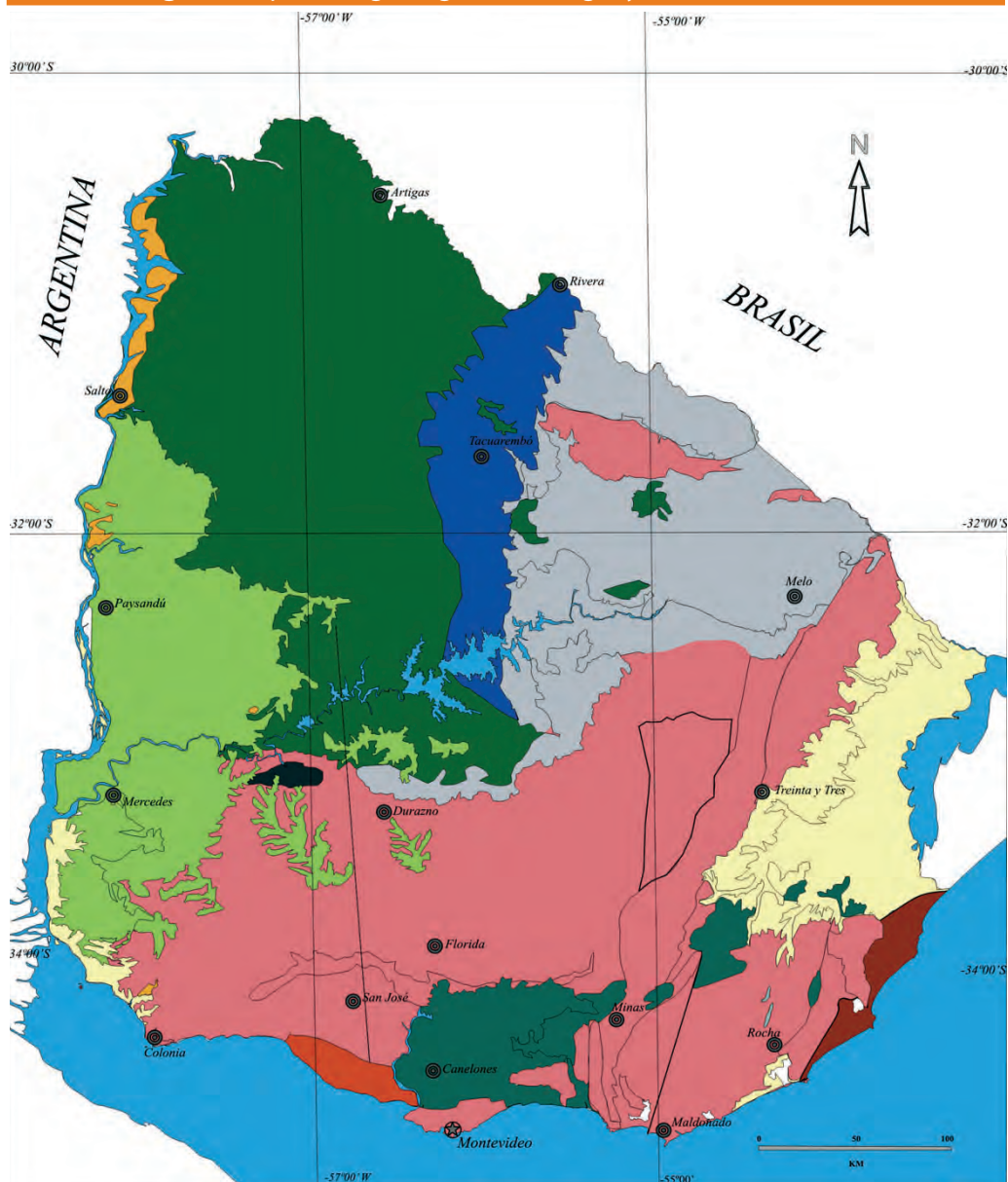
1. *Acuíferos fisurados de baja productividad (Devónico)*

Constituida por rocas del Basamento Cristalino, de baja y muy baja productividad. Restringidos a la zona de Minas de Corrales los pozos tienen profundidades aproximadas de 60 a 80m, con caudales de 0,5 a 1 m³/h.

2. *Acuíferos porosos de media a baja productividad (Devónico)*

En forma esquemática se puede establecer que los subsuelos de edad Devónica identificados en el Uruguay presentan permeabilidades medias. Se identifican como

Fig. 36. Mapa hidrogeológico del Uruguay (Montaño et al. 2006)



ACUIFEROS FISURADOS

- Basaltos de la Formación Arapey (Cretácico)
- Basamento Cristalino (Precámbrico)

ACUIFEROS SEDIMENTARIOS

- Sedimentos Cuaternarios alrededor de la Lay
- Acuífero Chuy (Pleistoceno)
- Acuífero Raigón (Plioceno - Pleistoceno)
- Acuífero Salto (Plioceno - Pleistoceno)
- Acuífero Asencio - Mercedes (Cretácico)
- Acuífero Cretácico Baja permeabilidad
- Acuífero Guaraní (Jurásico - Triásico)
- Devónico - pérmico

acuíferos las formaciones La Paloma aunque de espesor reducido y de extensión superficial limitada y Cerrezuelo. La formación Cordobés, en función de su constitución arcillosa y arcillo limosa tiene un comportamiento asimilable al de un acuícludo u ocasionalmente al de un acuitardo.

a. Acuífero Cerrezuelo: constituido por materiales arenosos finos, medios y gruesos y poco cementados con altas permeabilidades constituyendo un excelente acuífero. Se pueden separar 3 situaciones de ocurrencia de los niveles permeables de Cerrezuelo:

- Cerrezuelo aflorante (acuífero libre o semiconfinado) (Ej: Paraje Chileno, Durazno). Los pozos en el área aflorante presentan profundidades menores a 60 m.
- Cerrezuelo cubierto por basaltos de la formación Arapey o formación Mercedes (acuífero de tipo "mixto", libre o semiconfinado) (Ej: cercanías del Carmen, Durazno)
- Cerrezuelo cubierto por formación Cordobés (acuífero confinado) (Ej: Paraje Cerro Convento, Durazno)

En éstas dos últimas situaciones, la mayoría de las perforaciones aportan caudales situados entre 1 y 5 m³/h. En cuanto a las profundidades, la mayoría de los pozos tienen profundidades entre 80 y 100m y en algunos casos superiores a 200m.

b. Acuitardo Cordobés: constituido en su mayoría por sedimentos de baja y muy baja permeabilidad. La posibilidad de obtención de agua subterránea de estos materiales se reduce a la construcción de pozos de gran diámetro (brocales), con los que se aumenta sensiblemente el almacenamiento y la recepción de agua en el pozo. Este tipo de construcciones presentan la desventaja de ser mucho más sensibles a las variaciones pluviométricas que los pozos perforados, además de estar más expuestos a la contaminación.

Las profundidades de este tipo de pozos se sitúan entre 15 y 25m, con diámetros de 1 a 2m y caudales de 500 a 2000 litros por día.

3. Acuíferos porosos de baja a media productividad (Pérmico)

a. Acuífero San Gregorio – Tres Islas: Es la formación Tres Islas la que presenta niveles con mayor permeabilidad. La mayoría de las perforaciones que captan agua de esta unidad acuífera tienen profundidades situadas entre 40 y 60m, con caudales del orden de los 2m³/h.

Constituyen acuitardos las formaciones Paso Aguiar, Mangrullo y Frayle Muerto. Estos materiales de edad Pérmico superior, de baja y muy baja permeabilidad, presentan importantes dificultades a los efectos de la captación de agua subterránea.

Además de la alternativa de construcción de pozos de gran diámetro, es importante destacar otro aspecto que pocas veces es tenido en cuenta en estas litologías. Al tratarse de materiales relativamente tenaces con un importante grado de litificación, el comportamiento desde el punto de vista hidrogeológico es ocasionalmente el de un acuífero fisurado, aunque tengan un origen sedimentario, ya que presentan fracturas y fallas en las que el agua puede circular y ser almacenada, de manera similar que en las rocas del basamento cristalino o del basalto.

Esto cambia los criterios y métodos de prospección, que deben prestar atención en estos casos a la identificación de las estructuras potencialmente portadoras de agua y aplicar los mismos métodos de prospección de aguas subterráneas que se utiliza para acuíferos fisurados.

b. Acuífero Yaguarí: constituido por dos niveles, uno superior permeable, formado por una alternancia de areniscas finas a muy finas y limolitas de color rojo y un miembro inferior integrado en forma dominante por limolitas micáceas y arcillosas, de baja a permeabilidad. La mayoría de las perforaciones captan agua del nivel superior permeable, con profundidades de entre 55 y 70m y caudales del orden de los 2m³/h.

Un claro ejemplo de este miembro se encuentra en la Localidad de Cerrillada Departamento de Rivera dónde existen numerosas perforaciones secas y la única forma de obtención de agua subterránea hasta el momento es por intermedio de pozos brocales.

4. Acuíferos porosos de mediana productividad (Juro- Triásico)

a. Sistema Acuífero Guaraní (SAG): es el acuífero más importante de Uruguay; se desarrolla en la Cuenca Norte, que ocupa la región noreste y centro-norte de Uruguay, abarcando un área aproximada de 100.000 km². Está constituido por una potente sucesión de estratos porosos y permeables que en su conjunto definen el denominado Sistema Acuífero Guaraní (SAG), el que representa una de las reservas subterráneas de agua dulce más grandes del mundo (potencial hídrico del orden de 40.000 km³). Este recurso lo compartimos con el resto de los países del MERCOSUR (Argentina, Brasil y Paraguay).

En casi toda su extensión, el SAG se encuentra cubierto por potentes coladas basálticas que logran superar los 1.000 metros de potencia. Este grado de soterramiento que muestra el SAG es responsable de que, en algunas regiones, presente condiciones de termalismo y surgencia.

El SAG está constituido por una sucesión de sedimentos que presentan valores de media a alta permeabilidad, siendo las formaciones que lo integran de base a techo: Yaguarí, Buena Vista y Tacuarembó – Rivera. Todo este conjunto sedimentario se encuentra protegido por una extensa y potente capa basáltica que abarca 38.000km² y alcanza más de 1200m de espesor. El resto del acuífero corresponde a la zona de afloramientos sedimentarios situados en la región centro-norte y que ocupan aproximadamente 5.000 km².

Los pozos que captan agua de las areniscas aflorantes de la formación Rivera y Tacuarembó, presentan profundidades medias de 40 a 60 m con caudales medios de 3,5m³/h que cubren la demanda de pequeños tambos y casas individuales con áreas reducidas de riego.

5. Acuífero Fisurado de mediana a alta productividad (Cretácico)

a. Formación Arapey: corresponde a derrames basálticos de 1000 m de espesor, ocurriendo principalmente en la zona N-NW del país. Estas rocas se comportan desde el punto de vista hidrogeológico como un acuífero fisurado, que en determinadas áreas (alrededores de la ciudad de Salto) adquiere una potencialidad muy alta, con perforaciones que erogan caudales superiores a los 60.000 l/h.

La explotación de este acuífero se limita generalmente a las primeras coladas basálticas, situándose las profundidades medias de las perforaciones entre 40 y 50m y alcanzando ocasionalmente profundidades de 60 a 80m. Los niveles estáticos se sitúan entre 10 y 15m de profundidad, los caudales más comunes son del orden de 5 a 15 m³/h.

6. Acuíferos Sedimentarios de mediana a alta productividad (Cretácico)

Materializados por el Sistema Hidrogeológico Asencio – Mercedes. La formación Asencio está constituida por arenas finas y medias de permeabilidad media y espesores que no superan los 10m; hacia la base se encuentra una capa de limos arenosos que se comporta como acuitardo, formando el límite con la zona permeable de Mercedes. Los caudales de las perforaciones en esta formación varían entre 20 a 25 m³/h.

También existen sedimentos y rocas sedimentarias cretácicas al sur del país, aunque en condiciones geológicas algo distintas y en situaciones variables de espesor y potencialidad hidrogeológica, por lo que quedan incluidos dentro de la Provincia Hidrogeológica Costera.

7. Acuíferos Sedimentarios de mediana a alta productividad (Cenozoico)

a. Acuífero Salto: constituido por sedimentos arenosos a conglomerádicos. Se desarrolla en una franja de S a N de 15 a 20 km de ancho, groseramente paralela al Río Uruguay desde el S de la ciudad de Salto hasta Bella Unión en el departamento de Artigas. También se presenta al N de la Ciudad de Paysandú en la zona de la desembocadura del Río Queguay Grande. La formación Salto se encuentra aflorando en la costa del Río Uruguay en el Departamento de Río Negro pero no se comporta como acuífero.

El acuífero Salto es un acuífero poroso y libre, con un espesor máximo de 30m. Se trata de un acuífero poco explotado, debido a que tradicionalmente hasta hace poco tiempo en la región de Salto no se realizaba la construcción de pozos con filtro y prefiltro, optándose por anular la zona del acuífero y captar agua de acuíferos más profundos (Basaltos de la Formación Arapey). La profundidad más frecuente de perforación es de 15m, donde encontramos muchos pozos brocales situados en la zona de Nueva Hespérides y Corralito. En menor proporción se encuentran pozos con profundidad entre 15 a 30m. Los caudales obtenidos con mayor frecuencia son entre 1 y 5m³/h, reflejando la baja eficiencia de las obras por falta de la colocación de un adecuado filtro y prefiltro.

16.2. Provincia Meridional

Como se observa en el mapa esta Provincia es la que ocupa la mayor parte de la superficie del país. Se agrupan en ella todas las rocas precámbricas (excluyendo la subprovincia precámbrica incluida en la Provincia Paraneense), las cuales presentan un comportamiento heterogéneo desde el punto de vista hidrogeológico, constituyendo sistemas acuíferos fisurados. Se destaca que las características de estos sistemas no son las mismas para toda el área, sino que por el contrario son extremadamente cambiantes y su caracterización debe realizarse localmente.

16.3. Provincia Costera

Se incluyen los acuíferos constituidos por formaciones geológicas desde cretácicas a cenozoicas. Se detallan, por ser las de mayor importancia, las de edad cenozoica, representadas por el Sistema Acuífero Raigón y el Sistema Acuífero Chuy.

a. Acuífero Raigón: constituye un acuífero sumamente importante porque representa la mayor reserva de agua subterránea del sur del país. Está estructurado como un conjunto sedimentario de edades Terciario-Cuaternario dispuestas en una antigua cuenca de sedimentación. Las formaciones Camacho y Fray Bentos conforman el piso del acuífero: la primera en la parte Sur del área de desarrollo del acuífero y la segunda en la parte Norte. La formación Libertad (loess de edad Plioceno) constituye en gran parte del área el techo del acuífero, que abarca una importante extensión superficial (1800 km²), con un espesor que varía entre 12 y 17m. Su comportamiento hidrogeológico es asimilable al de un acuífero semiconfinado.

Los caudales de las perforaciones que captan agua de este acuífero son en general mayores a 20 m³/h y alcanzan ocasionalmente valores mayores a los 30m³/h; las profundidades varían entre 30 y 40m.

b. Acuífero Chuy: es un acuífero que en forma discontinua ocupa la costa Este de Canelones hasta Rocha, departamento en el que adquiere su mayor desarrollo, siendo un recurso de suma importancia debido a que sus aguas presentan buena calidad físico química y los costos de extracción son bajos. Los caudales de las perforaciones que explotan esta unidad acuífera se sitúan entre 10 y 20 m³/día. El acuífero presenta comportamientos hidrogeológicos variables, desde libre a confinado.

Acuíferos fracturados:

ocupan el 70% del territorio uruguayo y son de baja a media productividad.

Acuíferos porosos:

se restringen al litoral y a las zonas costeras del territorio nacional y son de media y alta productividad.

Acuíferos kársticos:

A pesar de encontrar calizas en el S, éstas no están karstificadas y por lo tanto son poco permeables.

En general las aguas subterráneas, salvo casos puntuales, no presentan problemas de calidad para consumo humano u otros usos. Sí existen casos puntuales de problemas de calidad de origen tanto natural como a partir de contaminación fundamentalmente urbana, por agrotóxicos, e inducida (salinización) por sobre-explotación.

La calidad natural de las aguas subterráneas en cada Provincia Hidrogeológica es la siguiente:

17.1. Provincia Hidrogeológica Paranaense

a. Acuífero Cerrezuelo: desde el punto de vista de la potabilidad las aguas son en términos generales aceptables, aunque ocasionalmente presentan algunos parámetros que superan las normas nacionales.

b. Acuífero Tres Islas: las aguas de este acuífero presentan un único parámetro que sobrepasa la Norma de Calidad de las Aguas Potables de OSE (2006): es el anión fluoruro que presenta un tenor de 1,8 mg/l F- siendo el límite permitido de 1,5 mg/l F.

Para el caso de las muestras del acuífero pérmico (Tres Islas) en el departamento de Cerro Largo, la composición química analizada indica en la mayoría de los casos la calidad de NO ACEPTABLE según las Normas de Calidad de las Aguas Potables de OSE (2006). En términos generales estas aguas son duras (entre 100 y 200 mg/l CaCO_3) a muy duras (valores mayores a 200 mg/l CaCO_3), sulfatadas – cloruradas; en donde, los parámetros cloro (Cl^-), sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), flúor (F^-), hierro (Fe), Sólidos Totales Disueltos y Turbidez superan los máximos permitidos en la Norma. La conductividad presenta valores algo superiores a 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta alta conductividad limita la aptitud de esta agua para riego siendo clasificada como de peligro muy alto a la salinización del suelo (clase C4 de la U.S. Salinity Laboratory Staff).

c. Acuífero Guaraní: en el área aflorante presenta principalmente aguas bicarbonatadas cálcicas con un valor medio de dureza total en CaCO_3 de 45 mg/l y de sólidos totales disueltos de 120 mg/l. Se han encontrado pH por debajo de 5.

En el área confinada Norte las aguas se clasifican como bicarbonatadas sódicas con una dureza total de 65 mg/l y cloruradas sódicas para el área confinada Sur, con un valor medio de dureza de 200 mg/l. La calidad de estas últimas las inhabilita para abastecimiento público, industrial y agrícola debido al alto contenido de sales, producto del origen marino de los sedimentos predominantes en esta zona.

d. Acuífero Arapey: Las aguas de éste acuífero se clasifican como bicarbonatadas cálcicas. Por su dureza se clasifican como duras a muy duras; la conductividad media registrada es de 540 umhos/cm. El pH se sitúa entre 7 y 7.5. Los sólidos totales disueltos (STD, valor medio) se sitúan en 3100ppm.

e. Acuíferos sedimentarios cretácicos: Las aguas de éstos acuíferos se clasifican en su mayoría como Bicarbonatadas Cálcicas. Frecuentemente las aguas se presentan con rangos de dureza que las clasifican como Duras y Muy Duras.

En cuanto a las provincias cenozoicas, por ejemplo el acuífero Salto es una unidad acuífera con aguas que no presenta limitantes respecto a su calidad de agua para ser usado en el abastecimiento público (consumo humano) o riego agrícola. El agua es clasificada como Bicarbonatada Cálcica.

17.2. Provincia Hidrogeológica Meridional

Las aguas subterráneas extraídas en esta provincia, que en su totalidad corresponden a acuíferos fisurados (Basamento Cristalino), no presentan en general problemas de calidad, existiendo anomalías solamente en cuanto a su dureza, con rangos entre 300 y 400 ppm de carbonato de calcio.

17.3. Provincia Hidrogeológica Costera

a. Acuífero Raigón: aguas de este acuífero se clasifican como bicarbonatadas sódicas y ocasionalmente bicarbonatadas cálcicas, duras a muy duras, pero que no presentan problemas de potabilidad.

b. Acuífero Chuy: aguas de esta unidad acuífera varían de bicarbonatadas sódica a cloruradas sódica, aunque ambos tipos encontrados se localizan sobre el límite de la clasificación por lo que su diferencia no es notable. Los contenidos de cloruros son del orden de los 120 mg/l, el pH medio es de 6,5 y la alcalinidad media de 130 mg/l en CO_3Ca .

En la región SE (Barra del Chuy) según Almagro et al (1998) las perforaciones próximas a la costa y al A° Chuy presentan indicios de intrusión marina, con valores de pH de hasta 7,5 y concentraciones de cloruros en torno de los 700 mg/l.

17.4. Problemática actual y futura

En cuanto a los problemas actuales vinculados a las aguas subterráneas en el Uruguay se pueden detallar los siguientes:

Sobreexplotación: Área Punta Espinillo (Montevideo): se trata de un área de alta demanda para riego, en el que se explotan perforaciones en el Basamento Cristalino (acuífero fisurado). La alta densidad de pozos ha generado interferencia entre los mismos y descenso de los niveles piezométricos.

Sobreexplotación e intrusión salina: Área Punta del Este (Maldonado): hace unos años la demanda por abastecimiento público en este balneario era cubierta mediante perforaciones. El aumento desmedido de la explotación del agua subterránea llevó a una situación de sobreexplotación que indujo la intrusión de agua de mar al acuífero, con la consecuente pérdida del recurso.

Contaminación: los casos de contaminación son fundamentalmente de tipo puntual, principalmente por nitrato y coliformes fecales generados por vertidos sanitarios, y sistemas de saneamiento precarios y defectuosos (fosas y pozos sépticos con vertedor hacia el suelo) y por la actividad lechera (tambos).

Calidad: existen casos puntuales de problemas de calidad natural de las aguas subterráneas. El acuífero Chuy presenta altos contenidos de hierro, el acuífero Guaraní en el área Sur presenta altos contenidos salinos. También los acuíferos cretácicos del Sur del país presentan ocasionalmente tenores altos de sales, lo que implica algunos problemas para la utilización de sus aguas para riego.

17.5. Uso del agua subterránea en Uruguay

El agua subterránea, a nivel mundial, se utiliza principalmente para la agricultura (70%), seguida por el abastecimiento humano (25%) y la industria (5%) (tabla 10).

En Uruguay, sta relación de porcentajes por uso se mantiene, aunque hay que destacar la importancia que tiene el agua subterránea para el abastecimiento humano, siendo un 28% del total de agua suministrada por OSE. De ese 28%, un 85% constituye la única fuente de alimentación y parte del suministro para el 15% restante. Hay que destacar que desde el año 1994, se registra una tendencia ascendente en el uso de agua subterránea para abastecimiento público y que la gran mayoría de localidades del interior del Uruguay, se abastece exclusivamente de perforaciones.

Tabla 10. Usos del agua subterránea en porcentajes		
USO	% DE AGUA SUBTERRÁNEA	% AGUA TOTAL SUBTERRÁNEA
URBANO	25	25-40
AGRÍCOLA	70	20
INDUSTRIAL	5	40
TOTAL (km3/año)	600-700	4000
Fuente: UNESCO 2003		

Los instructivos y los formularios para el registro de pozos se encuentran disponibles en la Web **<http://anterior.mvotma.gub.uy/dinagua/>** en el ítem Trámites Aprovechamiento Agua. La competencia sobre la obra hidráulica (pozo) y el derecho de uso del agua subterránea la tiene la Dirección Nacional de Agua (DINAGUA).

En el anexo VI, se transcribe lo dispuesto en los instructivos de pozos con fines de riego y para otros usos. Los formularios se adjuntan en el anexo pero deben ser bajados de la Web para que puedan ser completados.

Bibliografía

Código de Aguas del Uruguay, 1998. Características químicas y físicas de cursos o cuerpos de agua de Uruguay. Decreto Ley 14859. República Oriental del Uruguay.

Auge, M. 2006. Agua Subterránea. Deterioro de Calidad y Reserva. Buenos Aires, Argentina.

Bossi, J., Navarro, R. 1991. Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Collazo, P. 2008. "Método de Factibilidad de Desarrollo Humano en Función del Agua Subterránea". IX Congreso ALHSUD y Expo Agua 2008. 8-12/07/2008. Quito-Ecuador.

Collazo, P. 2007. "Caracterización isotópica del acuífero Guaraní aflorante en el norte de Uruguay". V Congreso Argentino de Hidrogeología y III Seminario Hispano-Latinoamericano de Temas Actuales de la Hidrología Subterránea". Pp 43-50 (Libro: Taller de Acuíferos Transfronterizos).

Collazo, P., Auge, M., Montaña, J. 2007. "Vulnerabilidad y Riesgo hidrogeológico del SAG en el área aflorante de Rivera – Uruguay. Acuífero Guaraní: avances en el conocimiento para su gestión sustentable". Pp.157 – 173. Revista Latino- Americana de Hidrogeología (ALHSUD).

Collazo, P. 2006. Investigación Hidrogeológica del Acuífero Guaraní en el Área Aflorante de los Departamentos Rivera y Tacuarembó, Uruguay. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Collazo, P., 2005. Vulnerabilidad y Riesgo Hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en el Área Aflorante de Rivera, Uruguay. Informe Final. Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní, Fondo Universidad.

Custodio, E. y Llamas, E. 1983. Hidrología Subterránea. Tomo 1 y 2. Editorial Omega. España.

Escuder, R., Fraile, J., Jordana, S., Ribera, F., Sanchez-Vila, X., Vázquez-Suñe, E. 2009. Hidrogeología. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea. Barcelona, España.

Feitosa, F. & Manoel Filho, J. 1998. Hidrogeología: Conceitos e aplicações. 2ª Edição. Serviço Geológico do Brasil CPRM – Laboratorio de Hidrogeología da UFPE LABHID. Fortaleza. 389 p.

Ferrer, A., Rocha, A. 1982. Manual de Operação e Manutenção de Poços. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Secretaria de obras e do medio ambiente. Sao Paulo, Brasil.

Foster, S., Tuinhof, A., Kemper, K., Garduño, H., Nanni, M. 2002-2005. Gestión de Recursos de Agua Subterránea. Serie de Notas Informativas. Nota 1. Gestión Sostenible del Agua Subterránea: Conceptos y Herramientas. GW-MATE, Banco Mundial.

Lopez Geta, J., Fornés, J., Ramos, G., Villarroja, F. 2001. Las Aguas Subterráneas. Un recurso natural del subsuelo. Instituto Geológico y Minero de España y Fundación Marcelino Botín. Madrid, España.

Montaño, J., Gagliardi, S., Montaño, M. 2006. Recursos hídricos subterráneos del Uruguay. Boletín Geológico y Minero, 117 (1):201-222. Instituto Geológico y Minero de España. España.

Montaño, J., Tujchneider, O., Auge, M., Fili, M., Paris, M., D'Elia, M., Pérez, M., Nagy, M., Collazo, P., Decoud, P. 1998. Sistema Acuífero Guaraní-Acuíferos Regionales en América Latina-Capítulo Argentino Uruguayo. Centro de Publicaciones, Secretaría de Extensión Nacional del Litoral. Santa Fé, Argentina, 217 p.

Montaño, J. & Collazo, P. 1998. Hidrogeoquímica del Sistema Acuífero Guaraní (Uruguay). II Congreso Uruguayo de Geología. pp.395- 400, Punta del Este, Uruguay.

Montaño, J., Collazo, P., et al. 2001. “Planificación para la Recuperación en Sistema

Hidrogeológicos Discontinuos –Punta Espinillo-Uruguay”. Revista Latino-Americana de Hidrogeología. Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo. N.1 (2001) –Curitiba: ALHSUD. 2001. pp 15-25.

Montaño, J., Collazo, P. et al 2000. “Metodología para el Estudio de Sistemas Hidrogeológicos Discontinuos-Punta Espinillo-Uruguay”. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología. 2000. Montevideo-Uruguay. Pp 15-23.

Montaño, J., Perez, Collazo, P 2001. “Estudio del Sistema Acuífero Asencio-Mercedes en el Departamento de Paysandú”. A. XI Congreso Latinoamericano de Geología y III Congreso Uruguayo de Geología. 2001.

Shiklomanov, I. 1999. “World water resources at the beginning of the 21st century” International Hydrological Programme.

Tuinhof, A., Dumars, C., Foster, S., Kemper, K., Garduño, H., Nanni, M. 2002-2005. Caracterización de Sistemas de Agua Subterránea. Serie de Notas Informativas. Nota 2. Gestión Sustentable del Agua Subterránea: Conceptos y Herramientas. GW-MATE, Banco Mundial.

Villanueva, M., Iglesias, A. 1984. Pozos y Acuíferos. División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, España.

Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S., De Santa Ana, H., Goso, C., Montaño, J., Muzio, R. Perea, D., Piñeiro, G., Rossello E & Ucha, N. 2003. Cuencas Sedimentarias de Uruguay. Geología, Paleontología y Recursos Naturales. Mesozoico. DIRAC, Montevideo, Uruguay. 214pp.

ANEXO I:

TABLAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES

Unidades de Longitud	Mm	M	Km	In (pulgada)
1 mm	1	10^{-3}	10^{-6}	0,0394
1 m	10^3	1	10^{-3}	39,37
1 km	10^6	10^3	1	39, 370
1 pulgada	25,40	0,0254	-	1

Unidades de Superficie	cm ²	m ²	ha	km ²
1 cm ²	1	10^{-4}	-	-
1 m ²	10^4	1	10^{-4}	10^{-6}
1 ha	-	10^4	1	0,01
1 km ²	-	10^6	100	1

Unidades de Caudal	l/s	m ³ /h	m ³ /día	m ³ /año	Hm ³ /año
l/s =	1	3,6	86,4	$3,15 \times 10^4$	$3,15 \times 10^{-2}$
m ³ /h =	0,278	1	24	$8,76 \times 10^3$	$8,76 \times 10^{-3}$
m ³ /día =	$1,16 \times 10^{-2}$	$4,17 \times 10^{-2}$	1	365	$3,65 \times 10^{-4}$
m ³ /año =	$3,17 \times 10^{-5}$	$1,14 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-3}$	1	10^{-6}
Hm ³ /año =	31,7	114,5	$2,74 \times 10^{-3}$	10^6	1

Unidades de Transmisividad	m ² /s	m ² /h	m ² /día	m ² /año
m ² /s =	1	$3,6 \times 10^3$	$86,4 \times 10^3$	$31,53 \times 10^6$
m ² /h =	$2,78 \times 10^{-4}$	1	24	$8,76 \times 10^3$
m ² /día =	$11,57 \times 10^{-6}$	$4,17 \times 10^{-2}$	1	365
m ² /año =	$3,2 \times 10^{-8}$	$1,14 \times 10^{-4}$	$2,74 \times 10^{-3}$	1

Unidades de Potencia	W	kW	kp m/s	PS	hp
1 W	1	10^{-3}	0,101972	$1,36 \times 10^{-3}$	$1,341 \times 10^{-3}$
1 Kw	10^3	1	101,972	1,36	1,341
1 kp m/s	9,80665	$9,80665 \times 10^{-3}$	1	0,0133	0,0131
1 PS	735, 5	0,7355	75	1	0,986
1 hp	745,7	0,746	76,04	1,014	1

ANEXO II:

NORMA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Decreto 224/2004 - Modificación del ARTICULO. 14 del Decreto 86/2004

10/03/04 - Norma Técnica de construcción de pozos perforados para captación de agua subterránea

VISTO: la gestión promovida por la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas para reglamentar el artículo 46 del Decreto-Ley N°14.859 del 15 de diciembre de 1978 (Código de Aguas), en lo referente a la reglamentación de Normas Técnicas Constructivas de pozos perforados para la captación de aguas subterráneas

RESULTANDO:

I) Que el referido cuerpo normativo establece que el Poder Ejecutivo es el órgano competente para formular la política nacional de aguas, pudiendo por intermedio del Ministerio competente supervisar, vigilar y regular, de acuerdo con los reglamentos que dicte, todas las actividades y obras públicas o privadas relativas, al estudio, captación, uso, conservación y evacuación de las aguas, tanto del dominio público como del privado y disponer lo pertinente para la protección contra sus efectos nocivos

II) Que la Dirección Nacional de Hidrografía ha participado, junto a la Cámara de Empresas Perforadoras, la Sociedad Uruguaya de Geología, la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Administración de las Obras Sanitarias del Estado y la Universidad de la República en la formulación de un proyecto de reglamentación de Normas Técnicas Constructivas de pozos perforados para la captación de aguas subterráneas

III) Que discutido dicho proyecto con los usuarios públicos y privados del recurso, se ha alcanzado el consenso sobre la necesidad de que exista un reglamento referido a la construcción de pozos perforados

CONSIDERANDO:

I) Que en el artículo 43 del Decreto-Ley N°14.859 (Código de Aguas), se establece que el propietario de un predio lo es también de las aguas subterráneas que extrajere, previa autorización del Ministerio competente, con la sola excepción de las circunstancias establecidas en el artículo 49, referidas al destino del uso

II) Que el artículo 45 del citado Decreto-Ley prevé que quien pretenda, por cuenta propia o ajena, perforar el subsuelo para investigar o alumbrar aguas subterráneas deberá obtener Licencia de Perforador expedida por el Ministerio competente

III) Que en los artículos 46 y 47 del citado Decreto-Ley se encuentra prevista la reglamentación para la búsqueda de aguas subterráneas, ejecución de las perforaciones y su alumbramiento, instalación de equipos para la extracción y la construcción de las obras que ello requiera, cuidando que, como consecuencia de las obras, no se produzca contaminación o perjuicio a las napas acuíferas

IV) Que de los informes técnicos surge que el proyecto de reglamento para la ejecución de pozos es necesario y oportuno

V) Que, dado el incremento de la demanda de perforaciones producida en los últimos años, se hace necesario reglamentar lo pertinente a la ejecución de las obras con la finalidad de efectuar una adecuada explotación y protección del recurso hídrico subterráneo

ATENTO: a lo dispuesto en los artículos: 4, 7, 13, 43, 45, 46, 47 y 201 del Decreto-Ley N°14.859 (Códigos de Aguas), de 15 de diciembre de 1978

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

DECRETA:

ARTICULO 1°.- Apruébase la siguiente reglamentación:

Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para captación de Aguas Subterráneas

Disposiciones generales

ARTICULO 1.- Para realizar obras de captación de aguas subterráneas es necesario contar con la previa autorización del Ministerio competente, otorgada de conformidad con las disposiciones vigentes, a excepción de aquellas que estuvieren destinadas a dar satisfacción a las necesidades de bebida e higiene humana y abrevado de ganado (Arts.43 y 49; Ley N°14.859)

ARTICULO. 2.- La perforación de pozos para la captación de agua subterránea, independientemente de cual sea su destino, será ejecutada exclusivamente por las empresas registradas y autorizadas por la Dirección Nacional de Hidrografía y estará sujeta a las disposiciones del presente cuerpo normativo (ARTICULO.45; Ley N°14.859)

ARTICULO. 3.- Toda perforación para el alumbramiento de aguas subterráneas deberá ser realizada por una empresa perforadora registrada (contratista). Preferentemente el propietario del pozo (contratante) deberá indicar el punto donde será ejecutada la obra, y proporcionar al contratista el anteproyecto o proyecto del pozo, elaborado por un Técnico Competente. A su vez podrá designar un técnico que lo represente, quien actuará como Director de Obra

ARTICULO. 4.- Será responsabilidad del contratante que el acceso y lugar donde se desarrollen las obras ofrezcan las dimensiones adecuadas, a los efectos de que la empresa perforadora disponga del espacio suficiente para desarrollar sus tareas en forma cómoda. De común acuerdo (o si así lo estableciera el Contrato de Obra) la empresa perforadora podrá tomar a su cargo la localización del lugar técnicamente más apropiado para realizar la perforación y proporcionar el anteproyecto o proyecto de pozo bajo responsabilidad de su Técnico Competente. En este caso el técnico del contratista cumplirá las funciones de Director de Obra.

Del contratista

ARTICULO. 5.- El contratista (empresa perforadora) dispondrá en obra de un Técnico Competente quien será responsable ante el contratante y la administración pública

ARTICULO. 6.- Una vez disponible la información suficiente la empresa perforadora, de común acuerdo con el Director de Obra, definirá la profundidad total de perforación, longitud de revestimientos, longitud y profundidad de instalación de filtros, colocación de prefiltro, cementación, prueba de bombeo y toda otra prescripción técnica, de manera que la obra alcance los objetivos de su construcción (proyecto)

ARTICULO. 7.- La empresa perforadora deberá disponer en la obra de un Libro de Obra, en el cual quedarán asentadas todas las labores y maniobras realizadas, debidamente firmadas por su Técnico Competente. Emitirá el informe técnico de finalización de obra, en donde se detallen las características técnico-constructivas de la perforación: la descripción litológica de los distintos materiales geológicos atravesados; los perfiles geofísicos; los resultados de los ensayos de bombeo ejecutados y el caudal de explotación recomendado

ARTICULO. 8.- Las empresas perforadoras deberán presentar anualmente una Declaración Jurada ante la Dirección Nacional de Hidrografía de las obras realizadas en el periodo que vence el 30 de junio de cada año

ARTICULO. 9.- En el acto de solicitud de autorización para perforar la empresa perforadora deberá presentar el anteproyecto o proyecto de pozo indicando el método del perforación y las características del equipo a utilizar. Se establecerá además la profundidad que debe alcanzar el pozo con una tolerancia en más o en menos de un 25%, dependiendo de las condiciones hidrogeológicas de la zona

ARTICULO. 10.- La empresa perforadora deberá proporcionar un equipamiento capaz de atender las condiciones del suelo a perforar, la profundidad, el diámetro final de perforación y la terminación de la misma, de acuerdo con lo previsto en el anteproyecto o proyecto de pozo

ARTICULO. 11.- Será de responsabilidad de la empresa contratista la vigilancia de los equipos y materiales en el lugar de la obra. El lugar donde se construirá la perfora-

ción deberá estar cercado para impedir el acceso de personas no autorizadas y como medida de seguridad para evitar accidentes

ARTICULO. 12.- La empresa perforadora se considerará instalada y apta para el inicio de los trabajos, una vez que la Dirección de Obra constate en la misma la perforadora y los equipos, herramientas y material con capacidad y cantidad suficiente para asegurar la ejecución de los trabajos hasta un 25% más de la profundidad proyectada. En caso que el pozo sea en sedimento, deberá estar operativo el circuito para el fluido de perforación con las dimensiones que correspondan

ARTICULO. 13.- Terminados los trabajos la empresa perforadora dejará el terreno en las condiciones iniciales, procediendo a regularizar la superficie del mismo (limpieza y nivelación), tapándose las fosas de lodo si las hubiera



Del Técnico Competente

ARTICULO. 14.- La localización de la perforación en el lugar físico apropiado para alumbrar una fuente de agua subterránea, así como la ejecución de las restantes tareas (proyecto o anteproyecto constructivo del pozo, la interpretación de la estructura geológica del lugar, la previsión del perfil geológico en profundidad, la caracterización hidrogeológica del acuífero, la estimación de la profundidad de los niveles de contribución y de los caudales potenciales, la eventual realización de perfilajes geofísicos, etc.), deben ser llevadas a cabo por un Geólogo Profesional idóneo en la materia, habilitados por la Universidad de la República de acuerdo con las leyes vigentes

ARTICULO. 15.- El Técnico Competente debe proyectar la obra en función de las necesidades de explotación y ajustándose al presente reglamento

Especificaciones Técnicas Competente para el diseño de pozos y ejecución de obra

a) Pozos en rocas duras

ARTICULO. 16.- Cuando se justifique la colocación de filtros en zonas de alteración, el diámetro de perforación en dicho tramo deberá determinarse por la siguiente expresión matemática empírica a efectos de permitir la colocación de prefiltro:

El diámetro mínimo de perforación será:

$$F_p \text{ (pulgadas)} = F_t \text{ (pulgadas)} + 4''$$

En donde:

F_p: Diámetro de perforación

F_t: Diámetro externo de la tubería de revestimiento

Cuando no se tenga en cuenta el basamento alterado, la relación quedará expresada de la siguiente forma:

$$F_p \text{ (pulgadas)} = F_t \text{ (pulgadas)} + 3''$$

En donde:

F_p: Diámetro de perforación

F_t: Diámetro externo de la tubería de revestimiento

ARTICULO. 17.- El diámetro final del pozo deberá ser compatible con el caudal esperado. Como orientación se puede tomar la siguiente tabla que relaciona el diámetro mínimo de terminación del pozo y el caudal de bombeo:

Caudal de Bombeo (l/h)	Diámetro final del pozo (*)	
Q < 2 0.0 00 Q > 20.000	6'' 8''	(*) Válido para el tramo entubado y la zona libre.

b) Pozos en rocas sedimentarias

ARTICULO. 18.- Los diámetros mínimos de perforación se registrarán por la siguiente fórmula matemática empírica:

$$F_p \text{ (pulgadas)} = 1.5 \text{ Ft (pulgadas)} + 2''$$

En donde:

Fp: Diámetro de perforación

Ft: Diámetro externo de la tubería de revestimiento

ARTICULO. 19.- La perforación deberá ser iniciada con un pozo piloto (sí así lo estableciera el anteproyecto). Luego será re-perforado a los diámetros finales establecidos en el proyecto. El pozo piloto deberá sobrepasar en un 10% la profundidad final prevista en el anteproyecto de pozo. El Pozo Piloto se perforará en diámetro mínimo para conocer el perfil geológico del lugar y con la información obtenida se elabora el proyecto definitivo de la perforación

ARTICULO. 20.- La re-perforación del pozo piloto debe ser realizada una vez que se haya instalado el tubo de boca o de protección sanitaria (previamente cementado en las condiciones establecidas en el proyecto). El diámetro de éste deberá ser tal que exista como mínimo un espacio anular de 2" entre la pared del tubo y el diámetro de perforación. El tubo de boca (o tubo guía), se debe instalar en los primeros metros de la perforación

c) Fluido de perforación (lodo)

ARTICULO. 21.- La viscosidad del fluido deberá permanecer entre 35s y 60s March y el contenido de arena inferior al 3% en volumen. La empresa contratista deberá proporcionar los elementos básicos para el análisis de las propiedades del fluido de perforación, tales como viscosidad, densidad, pH y tenor de arena. La verificación de estos parámetros debe ser de rutina y cuando sea solicitado por el Director de Obra

ARTICULO. 22.- El fluido de perforación a base de bentonita sólo será permitido en la perforación para la instalación del tubo guía y el pozo piloto. En la construcción del pozo definitivo serán utilizados fluidos de perforación exclusivamente biodegradables y en cantidades suficientes de acuerdo con el anteproyecto o proyecto

ARTICULO. 23.- Los productos químicos para la corrección de las características físico-químicas del lodo de perforación serán permitidos, siempre que no contaminen el acuífero

d) Toma y acondicionamiento de muestras del subsuelo

ARTICULO. 24.- Las muestras de los terrenos que atraviesen la perforación serán recogidas, secadas y acondicionadas en bolsas plásticas resistentes, etiquetadas con la identificación del pozo e intervalo de profundidad a los que corresponden, mantenidas en el lugar de la perforación y ordenadas. Una vez finalizada la obra serán descritas por el Técnico Competente entregándose una copia al contratante y otra a la DINAMIGE (Ley N° 8.158, Decreto Reglamentario del 3 de abril de 1935). En el remitido se identificará la perforación sobre la base de las coordenadas planas extraídas de las cartas plani-aritméticas del Servicio Geográfico Militar a escala 50.000, o a través de localización satelital, pero siempre referidas al mismo sistema de coordenadas planas (Gauss meridiano de contacto 62G)

ARTICULO. 25.- En las capas superiores de roca dura (cobertura y alterado), la toma de muestra será cada 1 (un) metro o cuando ocurra un cambio en los materiales atravesados (coloración, granulometría, velocidad de avance, cambio en la composición mineralógica). En la zona de roca cristalina fresca, será suficiente el muestreo cuando existan cambios en el comportamiento físico (velocidad de avance) o en la condición mineralógica de las unidades geológicas

ARTICULO. 26.- En roca sedimentaria el muestreo se realizará cada 1 (un) metro, o bien, cuando ocurra cualquier cambio en los materiales atravesados (coloración, granulometría, velocidad de avance, cambio en la composición mineralógica, pérdida de fluido de perforación). A juicio de la Dirección de Obra se puede espaciar el muestreo cada 10 (diez) metros, si la unidad geológica es homogénea

e) Terminación del pozo

ARTICULO. 27.- Cuando el pozo sea realizado en roca sedimentaria la terminación del mismo comenzará luego de: finalizada la perforación del pozo piloto, efectuado el perfilaje geofísico (si correspondiere), terminada la descripción de las muestras, análisis de la velocidad de avance y pérdidas de fluido de perforación. En ese momento, se establecerán los diámetros definitivos (re-perforado o ensanchado), la profundidad a la que se colocarán los filtros, la abertura de los mismos, el tipo de prefiltro y la cementación

ARTICULO. 28.- Cuando corresponda la instalación de columna de revestimiento ésta se realizará en una única etapa y en presencia del Director de Obra

ARTICULO. 29.- La colocación de la columna de tubería y filtro deberá ser realizada de forma tal que se eviten roturas o deformación de los materiales que pudieran comprometer posteriormente la instalación del equipamiento de bombeo

ARTICULO. 30.- Cuando los pozos sean totalmente revestidos, la columna de tubos

y filtros no deberá estar apoyada en el fondo de la perforación, sino que se deberá dejar suspendida y traccionada para asegurar la verticalidad del pozo

ARTICULO. 31.- El diseño y construcción de los centradores (grampas) serán tal que soporten la instalación sin desprenderse de los filtros y eviten que éstos se requeesten contra la pared de la perforación

ARTICULO. 32.- Cuando sean utilizados tubos con unión roscada, se deberá cuidar que los mismos queden roscados en forma correcta para asegurar la estanqueidad de la columna. En caso de duda se realizará un refuerzo con soldadura. Cuando sean tubos soldados, la soldadura será en la totalidad de la circunferencia. Las tuberías de acero cumplirán con las Normas ASTM A53 GRB y las de PVC con las normas DIN 4925 y DIN8061

ARTICULO. 33.- Cuando se utilicen tubos de PVC se deberá usar pasta de silicona para asegurar la estanqueidad de la columna. No se admite la combinación de diferentes materiales en las tuberías debiéndose mantener el mismo tipo y calidad en la totalidad de la columna

f) Filtros

ARTICULO. 34.- Los filtros serán seleccionados de forma que la abertura de las ranuras (rejilla a través de la cual ingresa el agua al pozo) sea la adecuada para la granulometría de la unidad acuífera, impidiendo el pasaje de arena desde el acuífero hacia el pozo. En el caso de los acuíferos freáticos (libres) los filtros deberán ser instalados desde el fondo de la zona saturada. Para los acuíferos cautivos (confinados) la disposición de los filtros se realizará de forma que permita captar el espesor de la unidad acuífera que exija la demanda del proyecto. En caso que la unidad acuífera presente heterogeneidad se puede sustituir filtro por tubo ciego en las zonas de baja a nula productividad

ARTICULO. 35.- En el proyecto de pozo se deberán especificar las características técnicas tanto del revestimiento como de los filtros, dejando constancia de los diámetros, materiales y toda otra información que se entienda conveniente

g) Prefiltros

ARTICULO. 36.- El prefiltro que rellenará el espacio anular existente entre la pared del acuífero y la pared del filtro debe estar libre de impurezas. Estará compuesto por una granulometría de partículas minerales redondeadas con una composición equivalente a 80% de cuarzo. El prefiltro estará calculado en función de la granulometría de la unidad acuífera y las características del tubo filtro (abertura de la rejilla). Previamente a su colocación se deberá presentar la curva granulométrica obtenida en los ensayos de calificación del material

ARTICULO. 37.- La cantidad de prefiltro que se dispondrá en obra, superará en un 20% la cantidad calculada. Previo a su colocación se podrá reducir la viscosidad del fluido de perforación (si se está empleando) mediante el agregado de agua limpia

ARTICULO. 38.- El prefiltro deberá sobrepasar como mínimo 3 (tres) metros por encima del filtro que se encuentre más cerca de la superficie del terreno. Se evitará su instalación en los aportes superiores susceptibles de contaminación. La colocación deberá ser realizada en presencia del Director de Obra y en una única etapa de labor

h) Cementación

ARTICULO. 39.- En los pozos parcialmente revestidos se cementará con una pasta de cemento y arena el espacio anular existente entre la tubería y la pared del pozo, para impedir la circulación vertical de aguas no deseadas. La cementación alcanzará hasta el encaje del tubo de revestimiento con la roca sana, alcanzando como mínimo una longitud de 10 (diez) metros desde la superficie del terreno

ARTICULO. 40.- En los pozos totalmente revestidos la cementación deberá rellenar totalmente el espacio, anular entre la perforación o el tubo de boca (protección sanitaria) y la tubería de revestimiento. Para el sello se deberá utilizar, en el primer metro (desde abajo hacia arriba), una mezcla de cemento; arena y agua de relación 1:2:1 y para el resto del espacio anular una mezcla de cemento y arena de relación 1:2 con agregado de agua al solo efecto de alcanzar una mezcla homogénea

ARTICULO. 41.- En caso que la cementación tenga como objetivo aislar niveles acuíferos no deseados, la misma se deberá realizar por medio de la inyección de una lechada de cemento

i) Terminación en superficie

ARTICULO. 42.- La terminación en superficie se completará mediante la construcción de una losa de hormigón con una mezcla de cemento, arena y grava en proporciones 1:2:3 y relación máxima agua/cemento igual a 0.5. La losa tendrá un metro de lado por 0,25 metros de altura, debiendo sobresalir por encima de la superficie del terreno como mínimo 0.10 metros. La losa deberá tener una pendiente del orden del 3% desde el centro hacia los bordes. En la misma quedará estampado el nombre de la empresa perforadora, fecha de realización y número del pozo

ARTICULO. 43.- El revestimiento del pozo debe sobresalir como mínimo 0,60 metros por encima de la losa de protección, salvo que la zona donde esté implantada la perforación tenga riesgo de inundación, en cuyo caso se alargará el revestimiento 0,70 metros por encima del nivel de máxima creciente conocida

ARTICULO. 44.- Hasta la instalación definitiva del equipo de bombeo y demás accesorios, el pozo deberá quedar tapado de forma hermética para impedir que puedan introducirse elementos extraños al mismo. La instalación definitiva contará con una tapa de rosca sobre la tubería de revestimiento, a su vez en ésta, existirá un orificio de $\frac{3}{4}$ " con tapa móvil (mirilla) para permitir realizar medidas de rutina del comportamiento del acuífero. La mirilla de observación debe estar protegida mediante un sistema de tapa cerrojo giratorio, con candado

j) Limpieza y desarrollo

ARTICULO. 45.- En los pozos parcialmente revestidos la eliminación total de lodo, será realizada por aire y se utilizarán dispersantes químicos para la limpieza de filtros y fracturas. Luego de la limpieza se debe proceder al desarrollo del pozo para eliminar arrastres de arena y alcanzar un rendimiento óptimo del conjunto (acuífero, prefiltro, filtro). Se interpretará terminado el desarrollo cuando el agua se encuentre libre de sedimentos, su turbidez sea mínima y la extracción de arena sea inferior a 30mg/m^3 (30 ppm). En cada caso se evaluará la conveniencia u oportunidad de realizar el desarrollo por el método de pistón

ARTICULO. 46.- En los pozos mixtos, que captan simultáneamente niveles de contribución desmoronables (con instalación de filtros y prefiltros) y otros niveles en formaciones geológicas consolidadas, el desarrollo debe ser realizado por aire o por sobrebombeo. En ambos casos el desarrollo se iniciará con el bombeo del pozo y finalizará cuando el agua se encuentre libre de sedimentos, la turbidez sea mínima y la extracción de arena sea inferior a los 30mg/m^3 (30 ppm)

ARTICULO. 47.- Durante la labor de desarrollo del pozo deberá evaluarse rigurosamente la producción del mismo y verificarse la cota superior del prefiltro

k) Bombeos

ARTICULO. 48.- Los ensayos de bombeo se realizarán una vez concluidos los trabajos de desarrollo del pozo. El agua bombeada debe ser evacuada a una distancia tal que no influya en el ensayo de bombeo del pozo. Para caudales mayores a $50\text{ m}^3/\text{h}$ se utilizarán medidores continuos tipo Venturi de orificio calibrado, vertederos, molinetes u otro método que se adapte a la situación. Se usará un medidor eléctrico del nivel de agua colocado dentro de un tubo independiente de $\frac{3}{4}$ " a 1" de diámetro. Toda la información será registrada en un planilla, que deberá ser entregada al contratante conjuntamente con la memoria de finalización de obra

l) Ensayos de producción

ARTICULO. 49.- Cuando se efectúe ensayo de producción a caudal constante el mismo deberá ser realizado con bomba sumergible durante un mínimo de 12 horas, debiéndose alcanzar la estabilización total del nivel dinámico para el caudal recomendado. El equipo de bombeo utilizado deberá tener como mínimo un 20% más de capacidad que el caudal del pozo. Cuando el pozo sea destinado a explotación intensiva (abastecimiento público, industrial, riego) la duración del ensayo se prolongará por 24 horas a nivel dinámico estabilizado. Si dentro de estas 24 horas no se alcanzara la estabilización de caudal el ensayo se extenderá 6 horas desde la estabilización del nivel o lo que el Técnico Competente entienda más oportuno

Art, 50.- Cuando sean necesarios ensayos en pozos con caudales mayores a los 20 m³/h, se realizarán ensayos escalonados en por lo menos tres etapas de bombeo con caudal diferente

m) Ensayo de verticalidad

Art, 51.- En caso de sospecha justificada el Técnico: Competente o el Director de Obra podrán exigir este ensayo. El ensayo se realizará con un tubo de diámetro 1" inferior al diámetro del pozo y un largo de 6 metros que se descenderá suspendido de un cable de acero. El contrato de obra deberá establecer claramente la tolerancia admitida

n) Limpieza y desinfección del pozo

ARTICULO. 52.- Luego de finalizados los trabajos de aforo, se efectuará la desinfección del pozo mediante la adición de una solución de cloro que permita tener un tenor de cloro residual de 5 ppm de cloro libre y se tendrá en reposo como mínimo durante 2 horas

o) Toma de muestras para los análisis bacteriológico y físico-químico

Art, 53°.- La toma de muestras se deberá realizar luego de 24 horas de desinfectado el pozo, siendo responsabilidad del contratante los análisis bacteriológico y físico-químico. En todos los casos se realizarán las determinaciones de conductividad, pH y temperatura en el lugar. Las muestras se rotularán debidamente, indicando todos los datos de ubicación y construcción del pozo y los parámetros físicos-químicos determinados en sitio.

p) Abandono definitivo o transitorio de la perforación

ARTICULO. 54.- Cuando sea necesario el abandono definitivo de un pozo por no ser posible culminar su construcción o por otros motivos (término de la vida útil, desvío de la vertical, caída de objetos extraños no recuperables, etc.) se deberá realizar el cementado de toda la perforación con una mezcla de arena y cemento de relación 1:2 con agregado de agua al solo efecto de alcanzar una mezcla homogénea. En todos los casos es recomendable la extracción de la parte superior del entubado, de forma que el sello quede en contacto directo con la formación geológica

ARTICULO. 55.- Sobre el pozo abandonado se deberá construir una losa de hormigón de un metro de lado y 0,25 metros de espesor. En su superficie se indicará el número de pozo, la profundidad alcanzada y el caudal alumbrado

ARTICULO. 56.- Cuando una perforación no sea utilizada por un período de tiempo prolongado (abandono transitorio) deberá ser protegida de forma tal que a la misma no pueda ingresar ningún elemento perjudicial para la calidad de agua del acuífero explotado

ARTICULO. 57.- Cuando se trate de la ejecución de perforaciones profundas en búsqueda de agua subterránea para distintos usos (abastecimiento humano, riego, termal, u otros usos hoy no identificados), en dominio del acuífero infrabasáltico Guaraní, el interesado deberá remitirse a lo establecido en el Plan de Gestión del Acuífero Infrabasáltico Guaraní (Decreto N°214/000, modificativos y concordantes)

ARTICULO. 58.- En caso de infracción a lo dispuesto en el presente reglamento será de aplicación el régimen sancionatorio del Decreto N°123/999 de 28 de abril de 1999, reglamentario del Artículo 4° del Código de Aguas."

Artículo 2.- Comuníquese, publíquese y vuelva a la Dirección Nacional de Hidrografía, a sus efectos.-

Artículo 3°. Los cursos o cuerpos de agua del país se clasificarán según sus usos preponderantes actuales o potenciales en cuatro clases de acuerdo a lo siguiente:

ANEXO III:

PLANILLA PARA INFORME FINAL DEL POZO

1. Identificación del Pozo					
Propietario:					
Departamento:		Localidad:			
Hoja Topográfica:					
Coordenadas : x		y	z		
Profundidad Total (m)		Nivel Estático (m)		Caudal (m ³ /h):	
Empresa perforadora:					
Perfil Geológico					
De (m)	a (m)	Litología/Formación			
2. Características Técnicas					
Perforación		inicio (d/m/a):		finalización (d/m/a):	
De (m)	a (m)	(m)	Ø (pulgadas/mm)	Sistema	Maquina
Revestimiento					
De (m)	a (m)	Ø (pulgadas/mm)	Tipo		
Filtros					
De (m)	a (m)	Ø (pulgadas/mm)	Tipo	abertura (mm)	
3. Cementación					
4. Prefiltro: Tipo					
De	De				
Volumen (m ³)	(volumen (m ³))				
5. Descripción Litológica					
De (m)	a (m)	(m)	Descripción		
6. Ensayo de bombeo definitivo					
(adjuntar planilla)					
Tipo de ensayo de censo	Inicio (hora)	Termino (hora)	Duración (hora)		
NE (m)	ND (m)		Q (m ³ /h)	q =Q/s (m ³ /h/m)	
Tipo de acuífero					
7. Observaciones hidrogeológicas					
8. Desarrollo					
9. Terminación y losa sanitaria					

Firma del responsable técnico (geólogo)

Nombre y firma

ANEXO IV: a

SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE PRESENTAN RIESGO PARA LA SALUD (NORMA INTERNA CALIDAD AGUA POTABLE OSE. 2006)

(cr): control recomendado

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
A. Componentes inorgánicos			
Antimonio	0,005	mg/l	(cr) - Descargas de refinerías de petróleo; cerámicas; electrónica.
Arsénico	0,05	mg/l	Este límite fue establecido de acuerdo con las características geológicas de algunos depósitos naturales cercanos a pozos de extracción. La OMS recomienda 0,01 mg/l. En próximas revisiones de esta norma, los valores presentarán tendencia decreciente para homologar criterios. <i>Erosión de depósitos naturales; residuos agropecuarios y de las industrias del vidrio y la electrónica.</i>
Bario	0,7	mg/l	(cr) - Residuos en perforaciones; descargas de metalúrgicas; erosión de depósitos naturales.
Boro	0,5	mg/l	(cr)
Cadmio	0,003	mg/l	Corrosión de tuberías galvanizadas; erosión de depósitos naturales; descargas de metalúrgicas; residuos de baterías y pinturas.
Cianuro (como CN libre)	0,1	mg/l	(cr) - Descargas de minería, acerías y metalúrgicas; fábricas de plásticos y fertilizantes.
Cobre	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > 1 mg/l afecta la calidad organoléptica del agua. <i>Corrosión de tuberías domésticas; erosión de depósitos naturales.</i>
Cromo (total)	0,05	mg/l	Descargas de acerías y papeles; erosión de depósitos naturales.
Flúor	1,5	mg/l	Erosión de depósitos naturales; descargas de fábricas de fertilizantes y de aluminio.
Manganeso	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > de 0,1 mg/l afecta las características organolépticas del agua.
Mercurio	0,001	mg/l	Erosión de depósitos naturales; descargas de refinerías y fábricas; filtraciones de tierras de cultivo y de rellenos sanitarios.
Molibdeno	0,07	mg/l	(cr)
Níquel	0,02	mg/l	(cr)
Nitrato (como NO ₃ ⁻)	50	mg/l	Ver Nota (*) al final de esta tabla. <i>Filtraciones por uso de fertilizantes; pozos sépticos; aguas residuales; erosión de depósitos naturales.</i>
Nitrito (como NO ₂ ⁻)	3	mg/l	Ver Nota (*) al final de esta tabla. <i>Filtraciones por uso de fertilizantes; pozos sépticos; aguas residuales; erosión de depósitos naturales.</i>
Plomo	0,03	mg/l	La OMS recomienda 0,01 mg/l. En próximas revisiones de esta norma, los valores presentarán tendencia decreciente para homologar criterios. <i>Corrosión de tuberías; erosión de depósitos naturales.</i>

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
Selenio	0,01	mg/l	Descargas de refinerías de petróleo y mineras; erosión de depósitos naturales.
(*)NOTA – Cuando están presentes nitratos y nitritos se debe cumplir que la suma del cociente entre la concentración de cada uno y su VMP correspondiente, no debe ser mayor a 1: $[NO_3]/50 + [NO_2]/3 \leq 1$			
B. Componentes orgánicos			
B.1 Generales			
Acilamida	0,5	µg/l	(cr) - Aditivos de tratamiento.
Benceno	10	µg/l	Descargas industriales; filtraciones de tanques de reserva de gas y rellenos sanitarios.
Benzo (a) pireno(PAHs)	0,7	µg/l	Desprendimientos de revestimientos de tanques de reserva de agua y líneas de distribución.
Bifenilos policlorados - PCBs- Arocloros como decaclorobifenilos)	0,5	µg/l	(σ)-Uso como dieléctricos en transformadores.
Cloruro de vinilo	5	µg/l	(cr) - Descargas de industrias químicas
1,2-Diclorobenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones >1 µg/l afecta la calidad organoléptica del agua.
1,2-Dicloroetano	30	µg/l	(σ)- Descargas de industrias químicas.
1,1-Dicloroetano	30	µg/l	(σ)- Descargas de industrias químicas
Diclorometano	20	µg/l	(cr) - Descargas de industrias químicas y residuos de la industria farmacéutica.
1,3-Dicloropropeno	20	µg/l	(cr) - Descargas de industrias químicas
Dioxina (2,3,7,8-TCDD) (COP)	3 x 10 ⁻⁶	µg/l	(cr) - Emisiones de la incineración de desechos y otras combustiones; descargas de industrias químicas.
Epíclorhidrina	0,4	µg/l	(cr) - Aditivos de tratamiento
Estireno	20	µg/l	(cr) - Descarga de industrias químicas
Etilbenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones >200 µg/l afecta las características organolépticas del agua.
Monoclorobenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones > 30 µg/l afecta las características organolépticas del agua.
Tetracloroetano	40	µg/l	(σ)- Descargas de industrias químicas
Tetracloruro de carbono	5	µg/l	Descargas de industrias químicas
Tolueno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones > 170 µg/l afecta las características organolépticas del agua. Descarga de refinerías de petróleo.
Tricloroetano	70	µg/l	(σ)- Descargas de industrias químicas
Triclorobencenos (totales)	20	µg/l	(cr) - Descargas de industrias químicas.
Xileno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones > 300 µg/l afecta las características organolépticas del agua. Descarga de refinerías de petróleo e industrias químicas.
B.2 Agrotoxicos			
Alaclor	20	µg/l	Residuo de herbicidas
Aldrin y Dieldrin	0,03	µg/l	Residuo de insecticidas
Atrazina	3	µg/l	Residuo de herbicidas
Clordano (total isómeros)	0,2	µg/l	Residuo de insecticidas
2,4 D (total isómeros)	30	µg/l	Residuo de herbicidas
DDT (total isómeros)	2	µg/l	Residuo de insecticidas
Endrin	2	µg/l	Residuo de insecticidas
Glifosato	900	µg/l	(cr) - Residuo de herbicidas

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
Heptacloro y heptacloroepóxido	0,03	µg/l	Residuo de insecticidas
Hexaclorobenceno	1	µg/l	Descargas de refinerías de metales e industrias de agroquímicos
Lindano	2	µg/l	Residuo de insecticidas usados en ganadería y agricultura
Metoxicloro	20	µg/l	Residuo de insecticidas usados en frutas, vegetales, alfalfa
Molinate	6	µg/l	(cr) – Residuo de herbicidas usados en cultivos de arroz
Pentaclorofenol	9	µg/l	Descargas de industrias madereras
Permetrina	20	µg/l	Residuo de insecticidas
Propanil	20	µg/l	Residuo de herbicidas
Simazina	2	µg/l	Residuo de herbicidas
Para evaluar la presencia de insecticidas organofosforados y carbamatos en el agua, se recomienda la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, considerando límites máximos de 15% o 20% de inhibición enzimática, cuando la enzima utilizada fuera proveniente de insectos o mamíferos, respectivamente			
B.3 Cianotoxinas			
Microcistina	1	µg/l	Es aceptable una concentración de 10µg/l de microcistina hasta en 3 muestras, en los análisis realizados en los últimos 12 meses
C. Desinfectantes y productos secundarios de la desinfección			
<u>Ácidos acéticos clorados:</u>			Subproductos de la desinfección con cloro
Ácido monocloraacético	0,02	mg/l	(cr)
Ácido dicloroacético	0,05	mg/l	(cr)
Ácido tricloroacético	0,2	mg/l	(cr)
Tricloroacetaldehído(hidrato de cloral)	0,01	mg/l	(cr)
Aldehídos (totales)	0,9	mg/l	(cr) - Incluye: Formaldehído; Acetaldehído; Glicoxal; Metilglicoxal
Bromato (BrO ₃ ⁻)	0,01	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con ozono
Cloraminas totales	3	mg/l	Subproducto de la desinfección con cloro
Clorato (ClO ₃ ⁻)	0,7	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Clorito (ClO ₂ ⁻)	0,7	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Cloro libre	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > 2,5 mg/l afecta las características organolépticas del agua
Dióxido de cloro (ClO ₂)	0,8	mg/l	(cr) – Agente desinfectante / oxidante
2,4,6 Triclorofenol	Ver Tabla 6 - C		(cr)- A concentraciones > 0,002 mg/l afecta las características organolépticas del agua
<u>Trihalometanos</u>			Subproductos de la desinfección
Bromoformo	0,1	mg/l	
BDCM (bromodichlorometano)	0,1	mg/l	
Cloroformo	0,2	mg/l	
DBCM (dibromoclorometano)	0,06	mg/l	
Trihalometanos Totales	0,5	mg/l	

ANEXO IV: b

CARECTERÍSTICAS FÍSICAS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE AFECTAN LA CALIDAD ORIGINAL DEL AGUA (NORMA INTERNA CALIDAD DE AGUA POTABLE OSE 2006)

(cr): control recomendado

PARAMETRO		VMP	UNIDA D	OBSERVACIONES
A. Características físicas				
Color verdadero		15	U. Pt-Co	
Olor y sabor		No objetable		Olor y sabor característicos, ausencia de olores extraños
PH		6,5 – 8,5		
Temperatura			°C	Preferentemente menor que 25 °C
Turbiedad	Agua Tratada	1,0	N.T.U.	VMR < 0,5 N.T.U. para favorecer la adecuada remoción de microorganismos patógenos (enterovirus, quistes de <i>Giardia</i> y coquistes de <i>Cryptosporidium</i>).
	Agua Distribuida	3,0	N.T.U.	
B. Sustancias inorgánicas				
Aluminio		0,2	mg/l	Principal fuente como coagulante en procesos de potabilización
Amonio (como NH ₄ ⁺)		1,5	mg/l	VMP sólo para muestras con pH > 8,0
Cloro libre		2,5	mg/l	A concentraciones > 5 mg/l puede afectar la salud
Cloruros		250	mg/l	
Cobre		1	mg/l	A concentraciones > 2 mg/l puede afectar la salud
Dureza total		500	mg/l	
Hierro		0,3	mg/l	
Manganeso		0,1	mg/l	A concentraciones > 0,5 mg/l puede afectar la salud
Sodio		200	mg/l	
Sólidos totales disueltos		1000	mg/l	
Sulfatos		400	mg/l	Según OMS a valores > 1000 mg/l puede tener efectos laxantes.
Sulfuro de hidrógeno		0,05	mg/l	(cr) - (como H ₂ S) – Olor característico a huevo podrido
Zinc		5	mg/l	
C. Sustancias orgánicas				
Detergentes sintéticos		200	µg/l	(cr) - (como laurilsulfato de sodio)
2,4,6 Triclorofenol		2	µg/l	(cr) – A concentraciones > 200 µg/l puede afectar la salud
1,2 Diclorobenceno		1	µg/l	(cr) - A concentraciones > 1000 µg/l puede afectar la salud
Etilbenceno		200	µg/l	(cr) - A concentraciones > 300 µg/l puede afectar la salud
Monoclorobenceno		30	µg/l	(cr) - A concentraciones > 300 µg/l puede afectar la salud
Tolueno		170	µg/l	(cr) - A concentraciones > 700 µg/l puede afectar la salud
Xileno		300	µg/l	(cr) - A concentraciones > 500 µg/l puede afectar la salud

ANEXO V:

CLASES DE AGUA PARA DISTINTOS USOS DECRETO – 253/79

Clase 1.

Aguas destinadas o que puedan ser destinadas al abastecimiento de agua potable a poblaciones con el tratamiento convencional.

Clase 2.

a) Aguas destinadas al riego de productos agrícolas que se consumen en forma natural, cuando estas son usadas a través de sistema de riego que provocan el mojado del producto.

b) Aguas destinadas a recreación de contacto directo con el cuerpo humano.

Clase 3.

Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y otros integrantes de la flora y de la fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.

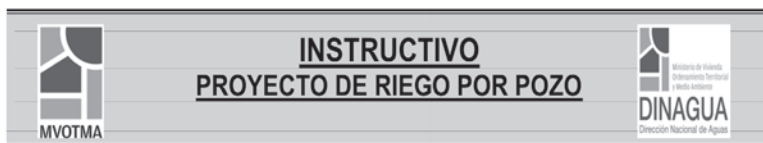
Clase 4.

Aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma.

Parámetro	Clase 1	Clase 2 a	Clase 2 b	Clase 3	Clase 4
Olor	No perceptible	No perceptible	No perceptible	No perceptible	No objetable
Materias flotantes y espumas no naturales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Color no natural	50 UNT	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Turbiedad	-	50 UNT	50 UNT	50 UNT	100 UNT
Ph	6,5 – 8,5	6,5 – 9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,0 – 9,0
OD (O ₂ Disuelto)	Mín. 5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	2,5 mg/l
DBO (Demanda Bioquímica de O ₂)	5 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	15 mg/l
Aceites y grasas	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	10 mg/l
Detergentes	0,5mg/l en LAS	1 mg/l en LAS	1 mg/l en LAS	1 mg/l LAS	2 mg/l LAS
Sustancias fenólicas	0,001 mg/l en C4H5OH	0,2 mg/l en C6H5OH	0,2 mg/l en C6H5OH	0,2 mg/l en C6H5OH	-
Amoniaco libre	0,02 mg/l en N	0,02 mg/l en N	0,02 mg/l en N	0,02 mg/l en N	-
Nitratos	10 mg/l en N	10 mg/l en N	10 mg/l en N	10 mg/l en N	-
Fósforo total	0,025 mg/l en P	0,025 mg/l en P	0,025 mg/l en P	0,025 mg/l en P	-
Sólidos suspendidos totales	700 mg/l	700 mg/l	-	-	
Coniformes fecales	2000 CF/100 ml	2000 CF/100ml	1000 CF/100ml	2000 CF/100ml	5000 CF/100ml
Cianuro	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,05 mg/l
Arsénico	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,1 mg/l
Boro	-	0,5 mg/l	-		-
Cadmio	0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,01 mg/l
Cobre	0,2 mg/l	-	0,2 mg/l	0,2 mg/l	1 mg/l
Cromo total	-	0,005 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l
Mercurio	-	0,0002 mg/l	0,0002 mg/l	0,0002 mg/l	0,0002 mg/l
Niquel	-	0,002 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,2 mg/l
Plomo	-	0,03 mg/l	0,03 mg/l	0,03 mg/l	0,05 mg/l
Zinc	-	0,03 mg/l	0,03 mg/l	0,03 mg/l	0,3 mg/l
1. UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)					

ANEXO VI:

INSTRUCTIVOS Y FORMULARIOS PARA EL REGISTRO DE POZOS



RIEGO

1.- Están sujetas a autorización administrativa, todas las construcciones de obras hidráulicas destinadas al aprovechamiento del agua para riego agrario, por Art. 1º del Decreto del Poder Ejecutivo n° 404/001, de 11 de octubre de 2001. Dicho Decreto es reglamentario de las disposiciones establecidas en la Ley de Riego, Ley n° 16858 de 3 de setiembre de 1997.

2.- En todos los casos, por disposición del Art. 3º del Decreto n° 404/001, se debe conformar un **PROYECTO DE RIEGO**, compuesto de cuatro componentes: a) Obra hidráulica - POZO, b) Plan de Uso de Suelos y Aguas, c) Disponibilidad jurídica de los predios, d) Componente ambiental del proyecto.

3.- La obra hidráulica (Pozo) y el derecho de extracción o uso sobre las aguas a utilizar resultan de competencia del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Aguas (**DINAGUA**). El Plan de Uso de Suelos y Aguas le compete al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Dirección General de Recursos Naturales Renovables (**DGRNR**).

La componente ambiental del proyecto de riego, es de jurisdicción institucional del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Medio Ambiente (**DINAMA**).

OBRA HIDRÁULICA –POZO

La construcción de obras hidráulicas (POZOS), de captación de agua subterránea en todo el territorio

nacional, deben ajustarse a lo establecido en el Decreto n° 86/004, Reglamentación de Normas Técnicas Constructivas de Pozos para la Captación de Aguas Subterráneas. Dicha normativa dispone las condiciones que deberán cumplir el técnico competente y la empresa perforadora durante la ejecución de la perforación, así como su puesta en condiciones de explotación.

EMPRESAS PERFORADORAS

De acuerdo al art. 45 del Código de Aguas, las empresas perforadoras deben estar registradas ante DINAGUA-MVOTMA y poseer la **LICENCIA DE PERFORADOR**. Compruebe antes de contratar una empresa perforadora, que disponga Licencia vigente. Puede hacer las consultas y obtener información al respecto en las oficinas de DINAGUA.

INFRACCIONES

Ante infracciones que se constaten, el Art. 58º del Decreto n° 86/004, establece que será de aplicación el régimen sancionatorio del Decreto n° 123/999 de 28 de abril de 1999, reglamentario del Art. 4º del Código de Aguas y Art. 26 de la Ley de Riego.

TIPO DE SOLICITUD

La documentación, requisitos y procedimientos, dependen del **TIPO DE SOLICITUD** que se clasifica en:

- I) Nueva: diferenciando los casos de pozos a construir y construidos.
- II) Renovación
- III) Modificación
- IV) Cesión

I) SOLICITUD NUEVA

A) **Pozo a construir**: En solicitud de éste tipo, el trámite se realiza en dos etapas: 1ª Etapa) Presente los documentos requeridos y se le extenderá un **Permiso De Estudio**; 2ª Etapa) Su expediente quedará a la espera de ejecutar la perforación, relevar y completar los datos requeridos en el Formulario Técnico original. Presentar la información obtenida en la perforación (obra) y adjuntarla al expediente para que se tramite un **Derecho de Extracción y Uso del Agua**.

B) **Pozo construido**: presentada la documentación completa se le tramita un **Derecho de Extracción y Uso del Agua**.

Documentos requeridos:

- 1) El **Formulario de Recepción de la Solicitud**
- 2) El **Formulario Resumen de la Solicitud** (datos generales y técnicos del pozo)

tram_InstPozoRie-v01-011

1 de 5

Con firma, dirección y teléfono de geólogo u otro profesional competente. Eventualmente dicho Formulario puede ser llenado por el geólogo de la empresa perforadora. En caso de **pozo a construir** se completará el formulario con datos que surjan del anteproyecto de la obra.

Nota: En caso de no contar con la información referente al perfil litológico de la perforación, el Técnico competente deberá aclarar el tipo de Acuífero y Formación Geológica en la que se encuentra.

3) **Plano de ubicación:** a escala adecuada con la ubicación precisa del pozo e identificación del padrón de la perforación, padrones linderos y padrones beneficiados por el riego, según surja de los planos títulos de propiedad. Dar las coordenadas planas referenciadas (X, Y) de la perforación, extraídas de las Planchas del SGM 1:50000 así como distancia a referencias fijas en el predio.

El plano a presentar puede estar extraído del Parcelario Rural correspondiente. Se presentará además (fotocopia color), en Formato A4 o Carta, extraído de la carta escala 1:50.000 del Servicio Geográfico Militar, en el cual figurará la ubicación precisa del pozo. Describir la forma de acceso al predio y al pozo.

4) **Fotografía:** se deberán adjuntar al menos tres fotografías representativas de la obra. Las mismas ilustrarán de forma clara y precisa todas las características intrínsecas que hacen a un correcto estado de la perforación (boca del pozo, losa sanitaria, conexión de la bomba, etc.)

5) **Plan de Uso de Suelos y Aguas**, con firma, dirección y teléfono de Ing. Agrónomo responsable. Sus requisitos y aprobación dependen del MGAP.

Se exige la presentación de resultado de análisis físico-químico del agua a utilizar.

I) Riego Superficial

a) **Fotocopia de foto aérea** ubicando la chacra (escala 1:20.000)

b) **Carta planialtimétrica** ubicando la sistematización de la chacra (aplicación del agua y evacuación de excesos). La escala deberá estar acorde con el área.

c) Diseño del proyecto de riego

- Estimación de las necesidades de agua de los cultivos ($m^3/año/cultivo$). Justificar.

- Datos del cultivo: características, fecha de siembra, ciclo (días), marco de plantación (m).

- Datos del suelo: Profundidad (horizonte en cm), textura (% de Ar, L, Ac y materia orgánica)

Se deberá presentar información sobre el agua disponible en el suelo (mm) y cómo se va a manejar (umbral de riego). Riesgo de erosión, pendiente (%).

- Diseño hidráulico del sistema:

1) Sistema de conducción: Tubería (mm o pulg), canal (perfil transversal, perfil longitudinal, velocidad m/s).

2) Información sobre unidades de riego.

3) Longitud y pendiente media (de surcos).

- Sistematización de la o de las chacras (caminería, terrazas y drenajes).

d) **Sistema de rotación** de la tierra (cronología propuesta) cuando corresponda. Ubicarlo en plano. En los casos en que la obra hidráulica pertenezca a una asociación de regantes o en que el solicitante y el usuario no sea el mismo: El usuario del agua presentará la información solicitada en el Plan de Uso de Suelos y Aguas. Asimismo, deberá presentar el contrato en virtud del cual una parte se obliga a suministrar agua para riego, cualquiera sea su naturaleza.

II) Riego Presurizado

a) **Fotocopia de foto aérea** ubicando la chacra (escala 1:20.000)

b) **Carta planialtimétrica** ubicando la sistematización de la chacra (aplicación del agua y evacuación de excesos). La escala deberá estar acorde con el área. Se excluye de este requisito la horticultura protegida.

c) Diseño del proyecto de riego

- Estimación de las necesidades de agua de los cultivos ($m^3/año/cultivo$). Justificar.

- Datos del cultivo:

- características, fecha de siembra, ciclo (días), marco de plantación (m).

- manejo: si se hace control de heladas especificar mm/hora, y días y horas estimadas de aplicación.

- Datos del suelo: Profundidad (horizonte en cm), textura (% de Ar, L, Ac y materia orgánica)

Se deberá presentar información sobre el agua disponible en el suelo (mm) y cómo se va a manejar (umbral de riego). En los riegos por aspersión deberá adecuarse la velocidad de infiltración del suelo con la intensidad de aplicación. Justificar.

- Riesgo de erosión, pendiente (%).

- Manejo del sistema:

1) Localizado: área de mojado (%), caudal y distancia de emisores (l/hora y cm), intensidad de aplicación (mm/hora), tiempo de riego (diario y mensual en horas).

2) Aspersión:

2.1) Fijo (convencional): características del aspersor (caudal en m³/hora y presión en m), intensidad media (mm/hora), tiempos de riego

2.2) Autopropulsados: caudal sobre superficie mojada estática (m³/hora/m²).

d) Sistema de rotación de la tierra (cronología propuesta) cuando corresponda. Ubicarlo en plano.

En el caso que la obra hidráulica pertenezca a una asociación de regantes o que el solicitante y el usuario no sea el mismo, el usuario del agua presentará la información solicitada en el Plan de Uso de Suelos y Aguas. Asimismo, deberá presentar el contrato en virtud del cual una parte se obliga a suministrar agua para riego, cualquiera sea su naturaleza.

6) **Disponibilidad jurídica de los predios** Se deberá remitir a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**.

7) **Componente ambiental del proyecto** La Ley n° 16466, de Evaluación de Impacto Ambiental y su Decreto Reglamentario N° 349/005, establecen que la extracciones de agua subterránea superiores a 50 l/s deberán gestionar la Autorización Ambiental Previa ante el **MOVOTMA-DINAMA**. Usted puede adjuntar la componente ambiental del proyecto de riego y presentar una tercera vía o copia, para su remisión a DINAMA. Tiene la opción de hacerlo directamente ante dicha Dirección para lo cual, el funcionario receptor tomará sus datos y le hará firmar dicha opción y compromiso.

En todos los casos, deberá completar y agregar el **Formulario Resumen de Comunicación a DINAMA**

II) RENOVACION: Procederá en los casos de vencimiento de plazos de derechos de uso otorgados:

1) El **Formulario de Recepción de la Solicitud**

2) El **Formulario Resumen de la Solicitud**. Se agregará un **Informe Técnico** con firma, dirección y teléfono de geólogo u otro profesional competente que describa el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones relacionadas a la perforación, en relación al pozo último aprobado. El técnico hará referencias a cambios operados o recomendaciones para el buen funcionamiento, mantenimiento y seguridad del pozo.

Nota: En caso de no contar con la información referente al perfil litológico de la perforación, el Técnico competente deberá aclarar el tipo de Acuífero y Formación Geológica en la que se encuentra.

3) **Plano de ubicación:** actualización de los planos de ubicación del pozo, teniendo como guía lo exigido en solicitud nueva.

4) **Fotografía:** se deberán adjuntar al menos tres fotografías representativas de la obra. Las mismas ilustrarán de forma clara y precisa todas las características intrínsecas que hacen a un correcto estado de la perforación (boca del pozo, losa sanitaria, conexión de la bomba, etc.)

5) **Plan de Uso de Suelos y Aguas:** Un informe con firma, dirección y teléfono de Ing. Agrónomo responsable describiendo que se hará uso de las mismas tierras cuya renovación se solicita o introducir los nuevos cambios. Sus requisitos y aprobación dependen del MGAP.

6) **Disponibilidad jurídica de los predios** Se deberá remitir a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**.

7) Completar y agregar el **Formulario Resumen de Comunicación a DINAMA**

III) MODIFICACION(es): Procederá para los casos que el Proyecto de Riego aprobado debe ser modificado, en alguna de sus componentes. Presentar el **FORMULARIO DE RECEPCIÓN, FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD** y agregar la documentación, informe técnico, referida a las componentes del proyecto que se solicita modificar, con firma técnica responsable, haciendo referencia además a las que se mantienen sin cambio.

IV) CESIÓN: Corresponde para el caso de ceder el Proyecto de Riego a un cesionario (quien recibe la obra). Adjuntar al **FORMULARIO DE RECEPCION** y **FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD**, lo siguiente:

1) **Contrato de cesión o nota** del cedente dando su consentimiento a la cesión solicitada

2) **Disponibilidad jurídica de predios**, remitir a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**.

3) **Plan de Uso de Suelos y Aguas:** El cesionario deberá contar con un Plan aprobado por la DGRNR. Si no hubiere modificaciones al Plan anterior aprobado al cedente, la mencionada Dirección autorizará dicho Plan a nombre del cesionario, quien deberá obligarse a su cumplimiento.

RECEPCIÓN DE SOLICITUDES: El Proyecto de Riego se presentará por **duplicado**. Cuando corresponda tramitar Autorización Ambiental Previa, deberá agregar una tercera vía con la documentación ambiental adicional.

El funcionario receptor debe recibir la presentación completa de la documentación. Usted tiene la opción de presentar los Proyectos de Riego, en DINAGUA (MVOTMA) o DGRNR(MGAP). Para esa opción quedará constancia bajo su firma y responsabilidad en el **FORMULARIO DE RECEPCIÓN**. El funcionario receptor deberá entregar una copia sellada como constancia de presentación. Lugares de recepción y consulta:

DINAGUA-MVOTMA

División Recursos Hídricos

Montevideo: Av. Rondeau 1921 - 11° Piso
Tel. 2924 9949, int. 5111 y 5132
Fax 2924 9949, int. 5105
recursoshidricos@mvotma.gub.uy

Regional Sur

Montevideo: Av. Rondeau 1921 - 11° Piso
Tel. 2924 9949 int. 5112
rhs@mvotma.gub.uy

Regional Artigas

Artigas: Diego Lamas 462
Tel. 4772 2490
Bella Unión: Colonia y San José local 6
Tel. 4779 2527
rhartigas@mvotma.gub.uy

Regional Tacuarembó

Tacuarembó: Rivera 16
Tel/Fax 4632 2176
Rivera: Agraciada 438,
Tel 4622 3709
rhacuarembó@mvotma.gub.uy

Regional Cerro Largo

Rio Branco: Felipe Ferreira 409
Tel/Fax 4675 2186
rheerrolargo@mvotma.gub.uy

Regional Treinta y Tres

Treinta y Tres: Santiago Gadea 1087
Tel/Fax 4452 2817
rhtreintaytres@mvotma.gub.uy

Regional Rocha

Chuy: Laguna de los Patos 288
Tel/Fax. 4474 2702
rhirocha@mvotma.gub.uy

Regional Litoral

Fray Bentos: 18 de julio 1792
Tel 456 8873
rhitoral@mvotma.gub.uy

Regional Salto

Artigas 992
Tel 4732 8214
rhsalto@mvotma.gub.uy

MGAP-DGRNR

División Suelos y Aguas:

Garzón 456
Tel: 2305 2778 / 2309 6008
Fax: 2305 5307
DUMA
Tel: 2308 2595
jaraujo@mgap.gub.uy Ing. Agr. Daniel Araujo
mrodriguez@mgap.gub.uy Ing. Agr. Medardo Rodríguez

Regional Maldonado:

Arturo Santana s/n y Sarandi
Tel: 4222 3853
dsamaldonado@mgap.gub.uy

Regional Young:

18 de julio 1812
Tel: 4567 2041
edibol@hotmail.com Ing. Agr. Eduardo Di Landro

Regional Rocha:

19 de Abril 61
Tel: 4472 2500
mrodriguez@mgap.gub.uy
Ing. Agr. Medardo Rodríguez

Regional Salto:

Artigas 992
Tel: 4732 8214
jpalacios@mgap.gub.uy
Tec. Rural Juan C. Palacios

Regional San José:

Sarandí 631

Tel: 4342 3791

Ing. Agr. Eduardo Morató

Regional Tacuarembó:

General Flores 390

Telefax: 4632 4462

mpereira@mgap.gub.uy Ing. Agr. Mario Pereira

falliall@mgap.gub.uy Ing. Agr. Fernando Aliall

Regional Treinta y Tres :

Santiago Gadea 1087;

Telefax: 4452 5384

Ing. Agr. Rodolfo Olazabal

lgutierrez@mgap.gub.uy

MVOTMA-DINAMA: División Evaluación de Impacto Ambiental: Galicia 1133 esquina Av. Rondeau; Piso 1 -
Montevideo-*Uruguay*; Mesa Central 2917 0710 interno 4551 Fax: 4553: daniel.collazo@dinama.gub.uy

NOTA: *1.- Se colocarán timbres por el monto vigente, correspondiente a la Caja de Profesionales Universitarios, en cada firma profesional interviniente en la solicitud. 2.- Los técnicos intervinientes deberán tener título universitario reconocido por el Ministerio de Educación y Cultura y estar registrados ante DINAGUA. 3.- La información solicitada es la mínima necesaria para la tramitación, por lo que la Administración podrá requerir información complementaria de considerarlo necesario. 4.- Mas información, instructivos y formularios en www.mvotma.gub.uy*



PROYECTO DE RIEGO FORMULARIO DE RECEPCIÓN

A ser llenado por el funcionario receptor,
Decreto del Poder Ejecutivo n° 404/001



POZO

OFICINA REGIONAL
DINAGUA

Identificación del
SOLICITANTE

CLASIFICACIÓN DE LA SOLICITUD - Art. 10°: (Marque con una cruz lo que corresponda)

NUEVA ☐ ☐ RENOVACIÓN ☐ ☐ MODIFICACIÓN ☐ ☐ CESIÓN ☐ ☐

CONTENIDO DEL PROYECTO - Art. 3° (Con una cruz marque lo presentado)

- a) Proyecto técnico, POZO ☐ b) Plan de Uso de Suelos y Agua ☐
c) Certificado notarial, relación con predios ☐ d) Autorización Ambiental Previa ☐
e) Formulario Resumen Comunicación a DINAMA. ☐

NOTIFICACIÓN - Art. 12° En caso de documentación faltante, el solicitante dispone de diez días para su presentación.

FIRMA y C.I. Solicitante:

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO - Art. 13° (Con una cruz marque lo presentado)

Carpeta Expediente DINAGUA ☐ Carpeta Expediente DGRNR ☐ Carpeta Expediente DINAMA ☐ Formulario Resumen Comunicación a DINAMA ☐

Dejar constancia si se recibió todas las vías del proyecto. En caso de corresponder indicar fecha y forma de remisión a las otras oficinas. En caso contrario el solicitante deberá dejar asentado donde presentará el resto de las vías.

FIRMA y C.I. Solicitante:

Oficina receptora
Lugar y fecha

FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD

SOLICITUD (Marque con cruz lo que corresponda)

Nueva ☐ Renovación ☐ Modificación ☐ Cesión ☐ Fecha solicitud

FECHA ÚLTIMA RESOLUCIÓN

Si solicita **Renovación**, **Modificación** o **Cesión**, indique fecha de última resolución:

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE

(1) **Persona Física:** Nombre solicitante

Nacionalidad Documento de Identidad

Dirección domicilio Tel. móvil / Tel. fijo

Localidad Departamento

e-mail @ Fax

(2) **Persona Jurídica:** Nombre representante¹

Tipo de sociedad RUT

Dirección Legal Tel. móvil / Tel. fijo

Localidad Departamento

e-mail @ Fax

UBICACIÓN DEL POZO

N° Padrón del Pozo Sección Catastral Departamento

Paraje Establecimiento

Zona: Urbana ☐ Sub urbana ☐ Balnearia ☐ Rural ☐

Dirección Entre calles/caminos

Barrio Balneario Localidad

Ciudad

Forma de acceso

Lámina SGM 1:50000

Coordenadas planas geográficas extraídas del SGM ☒ ☒

Fotografía aérea número Escala

EJECUCIÓN DEL POZO

Pozo construido (SI o NO) ☐ Empresa perforadora

Fecha Perforación: Inicio Final Profundidad (m)

Equipo Perforador Diámetro (mm)

Comentarios sobre dificultades halladas (perforación, revestimiento, desarrollo):

ENSAYO DE BOMBEO

Tipo Duración (h)

Agrega Planilla de aforo Caudal específico (m^3/hm)

Nivel estático Nivel dinámico Caudal m^3/h

Recuperación: desde hasta en minutos

Operadores

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) pH Conductividad

EXTRACCIÓN PREVISTA

Explotación prevista: Horas/día Días/mes Meses/año

Caudal (m^3 / hora)

Volumen anual (m^3)

PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES DE CONTRIBUCIÓN

Perforador

Desde (m)	Hasta (m)	Diámetro Construcción	Tipo de acuífero	Caudal (m^3/h)

Nota: De no existir caudal, igualmente llenar las demás columnas.

RECUBRIMIENTOS Y FILTROS

LOSA SANITARIA SI ☐ NO ☐

Características constructivas

Dimensiones

CEMENTACIÓN

Desde Hasta Diámetro (mm)

TUBOS LISOS

Desde (m)	Hasta (m)	Material	Diámetro (mm)	Espesor (mm)

Tipo de conexión

FILTROS

Desde (m)	Hasta (m)	Material y abertura	Diámetro (mm)

Tipo de conexión

PREFILTROS

Desde (m)	Hasta (m)	Material	Granulometría

BOMBA

Marca Diámetro

RPM trabajo Q (l/s) rpm trabajo

PERFIL LITOLÓGICO

Empresa 		
Tipo de Acuífero Fisurado ☐ Sedimentario ☐		
Desde (m)	Hasta (m)	Descripción geológica

PLAN DE USO DE SUELOS Y AGUAS (Áreas y parcelas beneficiadas con el riego - Marque con cruz el tipo de asociación)

Proyecto de Riego Multipredial ☐ Unipredial ☐ Sociedad Agraria de Riego ☐ Otra ☐

Riego agrario ☐ Cultivos

Padrón	Sección Catastral	Departamento	Há Riego	Zafras (_ / _) Especificar Rotación

DISPONIBILIDAD JURÍDICA DE LOS PREDIOS

Remitirse al **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**

COMPONENTE AMBIENTAL DEL PROYECTO

Para el caso de POZOS con extracción de agua superior a 50 l/s corresponde gestionar la Autorización Ambiental Previa (AAP), ante la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) dependiente del MVOTMA.

Presentar en todos los casos el **FORMULARIO RESUMEN DE COMUNICACIÓN A DINAMA**.

Observaciones/Aclaraciones:

Firma solicitante

Aclaración de firma

Ci:

Tel.

1. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

Ci:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

2. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

Ci:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

3. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

Ci:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

Oficina receptora
Lugar y Fecha



INSTRUCTIVO **POZO CON FIN INDUSTRIAL U OTROS USOS** **(No riego)**



INDUSTRIA Y OTROS USOS

1.- La obra hidráulica (Pozo) y el derecho de uso sobre las aguas a alumbrar y utilizar resultan de competencia del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Aguas (**DINAGUA**).

2.- En forma general la construcción de obras para el alumbramiento y aprovechamiento de aguas subterráneas requiere autorización del MVOTMA-DINAGUA, dispuesto en el Art. 3º de la Ley n° 17142 de 14 de julio de 1999. Se exceptúan aquellas obras de captación de aguas subterráneas destinadas a dar satisfacción a las necesidades de bebida e higiene humana y abrevadero de ganado (Art. 1º Decreto n° 86/004 de 10 de marzo 2004.).

3.- Aún para los casos de excepción usted puede optar y solicitar un derecho de uso de las aguas y de esa forma quedar inscripto en el Registro Público de Aguas (Art. 8 y siguientes del Código de Aguas), generando derechos oponibles a la Administración y ante terceros.

OBRA HIDRÁULICA –POZO

La construcción de obras hidráulicas (POZOS), de captación de agua subterránea en todo el territorio nacional, deben ajustarse a lo establecido en el Decreto n° 86/004 de 10 de mayo 2004, “Reglamentación de Normas Técnicas Constructivas de Pozos para la Captación de Aguas Subterráneas”.

Dicha normativa dispone las condiciones que deberán cumplir el técnico competente y la empresa perforadora durante la ejecución de la perforación, así como su puesta en condiciones de explotación.

EMPRESAS PERFORADORAS

De acuerdo al art. 45 del Código de Aguas, las empresas perforadoras deben estar registradas ante el MVOTMA-DINAGUA y poseer la **LICENCIA DE PERFORADOR**. Compruebe antes de contratar una empresa perforadora, que disponga Licencia vigente. Puede hacer las consultas y obtener información al respecto en las oficinas de la DINAGUA.

INFRACCIONES

Ante infracciones que se constaten, el Art. 58º del Decreto n° 86/004, establece que será de aplicación el régimen sancionatorio del Decreto n° 123/999 de 28 de abril de 1999, reglamentario del Art. 4º del Código de Aguas.

TIPO DE SOLICITUD

La documentación, requisitos y procedimientos, dependen del **TIPO DE SOLICITUD** que se clasifica en:

- I) **Nueva**; diferenciando los casos de pozos a construir y construidos.
- II) **Renovación**
- III) **Modificación**
- IV) **Cesión**

I) NUEVA:

A) **Pozo a construir**: En solicitud de éste tipo, el trámite se realiza en dos etapas:

1ª Etapa) Presente los documentos requeridos y se le extenderá un **Permiso De Estudio**;

2ª Etapa) Su expediente quedará a la espera de ejecutar la perforación, relevar y completar los datos requeridos en el Formulario con los datos técnicos del pozo. Presentarlo, adjuntándolo al expediente y se le tramitará un **Derecho de Extracción y Uso del Agua**.

B) **Pozo construido**: presentada la documentación completa se le tramita un **Derecho de Extracción y Uso del Agua**

Presente los siguientes documentos:

1) El **Formulario de Recepción de la solicitud (POZO)**

2) El **Formulario Resumen de la Solicitud** donde se establecen los datos generales y técnicos del pozo.

Con firma, dirección y teléfono de geólogo u otro profesional competente. Eventualmente dicho Formulario puede ser llenado por la empresa perforadora. En caso de pozo a construir se completará el formulario con datos que surjan del anteproyecto del pozo.

Nota: En caso de no contar con la información referente al perfil litológico de la perforación, el Técnico competente deberá aclarar el tipo de Acuífero y Formación Geológica en la que se encuentra.

3) **Plano de ubicación:** a escala adecuada con la ubicación precisa del pozo e identificación del padrón de la perforación, padrones linderos y padrones donde se aplicará el agua, según surja de los planos títulos de propiedad. Dar las coordenadas geográficas planas referenciadas (X, Y) de la perforación, extraídas de las Planchas del SGM 1:50000 así como distancia a referencias fijas en el predio.

El plano a presentar puede estar extraído del Parcelario Rural correspondiente. Se presentará además (fotocopia color), en Formato A4 o Carta, extraído de la carta escala 1:50.000 del Servicio Geográfico Militar, en el cual figurará la ubicación precisa del pozo. Describir la forma de acceso al predio y al pozo.

4) **Fotografías:** se deberán adjuntar al menos tres fotografías representativas de la obra. Las mismas ilustrarán de forma clara y precisa todas las características intrínsecas que hacen a un correcto estado de la perforación (boca del pozo, losa sanitaria, conexión de la bomba, etc.)

5) **Disponibilidad jurídica de los predios** Se deberá remitir a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**.

6) **Componente ambiental del proyecto:** La Ley n° 16466, de Evaluación de Impacto Ambiental y su Decreto Reglamentario N° 349/005, establecen que la extracciones de agua subterránea superiores a 50 l/s deberán gestionar la Autorización Ambiental Previa ante el **MYOTMA-DINAMA**. Usted puede adjuntar la componente ambiental del proyecto y presentar una tercera vía o copia, para su remisión a DINAMA. Tiene la opción de hacerlo directamente ante dicha Dirección para lo cual, el funcionario receptor lo indicará en el Formulario de Recepción, y le hará firmar dicha opción y compromiso.

En todos los casos, deberá completar y agregar un **FORMULARIO RESUMEN DE COMUNICACIÓN A DINAMA**.

II) RENOVACION: Procederá en los casos de vencimiento de plazos, de las autorizaciones, permisos o concesiones.

Adjuntar al **FORMULARIO DE RECEPCIÓN** y **FORMULARIO RESUMEN DE SOLICITUD:**

A) Obra hidráulica - POZO: Un informe técnico con firma dirección y teléfono del geólogo responsable que describa el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones relacionadas a la perforación, en relación a la obra hidráulica última aprobada. El técnico hará referencias a cambios operados o recomendaciones para el buen funcionamiento, mantenimiento y seguridad del pozo.

Fotografías: se deberán adjuntar al menos tres fotografías representativas de la obra. Las mismas ilustrarán de forma clara y precisa todas las características intrínsecas que hacen a un correcto estado de la perforación (boca del pozo, losa sanitaria, conexión de la bomba, etc.)

Nota: En caso de no contar con la información referente al perfil litológico de la perforación, el técnico competente deberá aclarar el tipo de Acuífero y Formación Geológica en la que se encuentra.

B) Disponibilidad jurídica de los predios Se deberá remitir a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**.

III) MODIFICACION(es): Procederá para los casos que el Pozo debe ser modificado. Presentar el **FORMULARIO DE RECEPCIÓN** y **FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD** y agregar la documentación referida a la modificación, con firma técnica del geólogo responsable, haciendo referencia además a las que se mantienen sin cambio.

Remitirse a lo dispuesto en **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**, en cuanto a la vinculación con el o los predios.

RECEPCIÓN DE SOLICITUDES: La solicitud se presentará por **duplicado**. El funcionario receptor debe recibir la presentación completa. Lugares de recepción y consulta:

División Recursos Hídricos

Montevideo: Av. Rondeau 1921 - 11° Piso
Tel. 2924 9949, int. 5111 y 5132
Fax 2924 9949, int. 5105
recursoshidricos@mvtoma.gub.uy

Regional Sur

Montevideo: Av. Rondeau 1921 - 11° Piso
Tel. 2924 9949 int. 5112
rhs@mvtoma.gub.uy

Regional Artigas

Artigas: Diego Lamas 462
Tel. 4772 2490
Bella Unión: Colonia y San José local 6
Tel. 4779 2527
rhartigas@mvtoma.gub.uy

Regional Tacuarembó

Tacuarembó: Rivera 16
Tel/Fax 4632 2176
Rivera: Agraciada 438,
Tel 4622 3709
rhacuarembom@mvtoma.gub.uy

Regional Cerro Largo

Río Branco: Felipe Ferreira 409
Tel/Fax 4675 2186
rhcerrolargo@mvtoma.gub.uy

Regional Treinta y Tres

Treinta y Tres: Santiago Gadea 1087
Tel/Fax 4452 2817
rhtraintaytres@mvtoma.gub.uy

Regional Rocha

Chuy: Laguna de los Patos 288
Tel/Fax. 4474 2702
rhrocha@mvtoma.gub.uy

Regional Litoral

Fray Bentos: 18 de julio 1792
Tel 456 8873
rhllitoral@mvtoma.gub.uy

Regional Salto

Artigas 992
Tel 4732 8214
rhsalto@mvtoma.gub.uy

MVOTMA-DINAMA: División Evaluación de Impacto Ambiental: Galicia 1133 esquina Av. Rondeau; Piso 1 - Montevideo-Uruguay; Mesa Central 2917 0710 interno 4551 Fax: 4553; daniel.collazo@dinama.gub.uy

NOTA: 1.- Se colocarán timbres por el monto vigente, correspondiente a la Caja de Profesionales Universitarios, en cada firma profesional interviniente en la solicitud. 2.- Los técnicos intervinientes deberán tener título universitario reconocido por el Ministerio de Educación y Cultura y estar registrados ante DINAGUA. 3.- La información solicitada es la mínima necesaria para la tramitación, por lo que la Administración podrá requerir información complementaria de considerarlo necesario. 4.- Mas información, instructivos y formularios en www.mvtoma.gub.uy.



POZO
FIN INDUSTRIAL U OTROS USOS
FORMULARIO DE RECEPCIÓN
A ser llenado por el funcionario receptor.



POZO

OFICINA REGIONAL
DINAGUA

Identificación del
SOLICITANTE

CLASIFICACIÓN DE LA SOLICITUD: (Marque con una cruz lo que corresponda)

NUEVA ☐ ☐ RENOVACIÓN ☐ ☐ MODIFICACIÓN ☐ ☐

CONTENIDO DEL PROYECTO (Con una cruz marque lo presentado)

- a) Formulario Resumen de Solicitud. ☐ b) Informe técnico (planos, fotos, etc) ☐
c) Certificado notarial, relación con predios ☐ d) Autorización Ambiental Previa ☐
e) Formulario Resumen Comunicación a DINAMA. ☐

NOTIFICACIÓN: En caso de documentación faltante, el solicitante dispone de diez días para su presentación.

FIRMA y C.I. Solicitante:

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO – (Con una cruz marque lo presentado)

Carpeta
Expediente
DINAGUA

☐

Carpeta
Duplicado

☐

Carpeta
Expediente
DINAMA

☐

Formulario Resumen
Comunicación a
DINAMA

☐

Dejar constancia si se recibió todas las vías del proyecto. En caso de corresponder indicar fecha y forma de remisión a las otras oficinas. En caso contrario el solicitante deberá dejar asentado donde presentará el resto de las vías.

FIRMA y C.I. Solicitante:

Oficina receptora
Lugar y fecha



FORMULARIO PARA FIN INDUSTRIAL U OTROS USOS

Con este formulario. Adjunte documentos que se describen en instructivo
"FORMULARIO PARA FIN INDUSTRIAL U OTROS USOS – No riego"



FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD

SOLICITUD (Marque con cruz lo que corresponda)

Nueva ☐ Renovación ☐ Modificación ☐ Fecha solicitud

FECHA ÚLTIMA RESOLUCIÓN

Si solicita **Renovación o Modificación**, indique fecha de última resolución:

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE

(1) **Persona Física:** Nombre solicitante

Nacionalidad Documento de Identidad

Dirección domicilio Tel. móvil / Tel. fijo

Localidad Departamento

e-mail @ Fax

(2) **Persona Jurídica:** Nombre representante¹

Tipo de sociedad RUT

Dirección Legal Tel. móvil / Tel. fijo

Localidad Departamento

e-mail @ Fax

¹ En caso de constituir una persona jurídica, adjuntar certificado notarial o carta poder, con la debida acreditación del representante.

UBICACIÓN DEL POZO

N° Padrón Pozo Identificador del Pozo ²

Sección Cat. y Jud. Departamento

Paraje Establecimiento

Zona: Urbana ☐ Sub urbana ☐ Balnearia ☐ Rural ☐

Dirección Entre calles/caminos

Barrio Balneario Localidad

Ciudad

Forma de acceso

Lámina SGM 1:50000

Coordenadas planas³ ☒ X ☒ Y

Fotografía aérea número Escala

² Si hay más de un pozo en el padrón, utilice un identificador concordante con el usado en los planos técnicos y de ubicación.

³ Extraídas exclusivamente de las láminas o planchas del Servicio Geográfico Militar, SGM

EJECUCIÓN DEL POZO

Pozo construido (SI o NO) ☐ Empresa perforadora

Fecha Perforación: Inicio Final Profundidad (m)

Equipo Perforador Diámetro (mm)

Comentarios sobre dificultades halladas (perforación, revestimiento, desarrollo):

ENSAYO DE BOMBEO

Tipo Duración (h)

Agrega Planilla de aforo Caudal específico (m^3/hm)

Nivel estático Nivel dinámico Caudal m^3/h

Recuperación: desde hasta en minutos

Operadores

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) pH Conductividad

EXTRACCIÓN PREVISTA

Explotación prevista: Horas/día Días/mes Meses/año

Caudal (m^3 / hora)

Volumen anual (m^3)

PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES DE CONTRIBUCIÓN

Perforador

Desde (m)	Hasta (m)	Diámetro Construcción	Tipo de acuífero	Caudal (m^3/h)

Nota: De no existir caudal, igualmente llenar las demás columnas

RECUBRIMIENTOS Y FILTROS

LOSA SANITARIA SI ☐ NO ☐

Características constructivas

Dimensiones

CEMENTACIÓNDesde Hasta Diámetro (mm) **TUBOS LISOS**

Desde (m)	Hasta (m)	Material	Diámetro (mm)	Espesor (mm)

Tipo de conexión **FILTROS**

Desde (m)	Hasta (m)	Material y abertura	Diámetro (mm)

Tipo de conexión **PREFILTROS**

Desde (m)	Hasta (m)	Material	Granulometría

BOMBAMarca Diámetro RPM trabajo Q (l/s) rpm trabajo

PERFIL LITOLÓGICO

Empresa		
Tipo de Acuífero Fisurado ☐ Sedimentario ☐		
Desde (m)	Hasta (m)	Descripción geológica

DESTINO Y USO DEL AGUA

1) O.S.E. ☐	2) Abastecimiento humano ☐	3) Consumo doméstico familiar ☐
4) Estancia bebedero ganado: ☐	5) Tambo ☐	6) Estación servicio/combustible: ☐
7) Turismo. ☐		
8) Uso industrial ☐	Sector industrial	Destino específico
9) Otro uso (describa)		

DISPONIBILIDAD JURÍDICA DE LOS PREDIOS

Remitirse al **INSTRUCTIVO JURIDICO-NOTARIAL DE SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS**

COMPONENTE AMBIENTAL DEL PROYECTO

Para el caso de POZOS con extracción de agua superior a 50 l/s corresponde gestionar la Autorización Ambiental Previa (AAP), ante la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) dependiente del MVOTMA.

Presentar en todos los casos el **FORMULARIO RESUMEN DE COMUNICACIÓN A DINAMA**.

Observaciones/Aclaraciones:

Firma solicitante

Aclaración de firma

CI:

Tel.

1. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

CI:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

2. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

CI:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

3. Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

CI:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

Oficina receptora
Lugar y Fecha

11 de 6



POZO
CON FIN INDUSTRIAL U OTROS USOS
FORMULARIO RESUMEN - COMUNICACIÓN A DINAMA
A ser llenado por el solicitante



FECHA de la solicitud:

Nombre del SOLICITANTE

DIRECCIÓN LEGAL:

TELEFONOS:

E-MAIL:

TIPO DE SOLICITUD (marque con una cruz)

Nueva ☐ Renovación ☐ Modificación ☐

UBICACIÓN Y DATOS RESUMEN DEL POZO

N° Padrón - Pozo Sección Cat. y Jud Departamento

Paraje Establecimiento

Zona: Urbana ☐ Sub urbana ☐ Balnearia ☐ Rural ☐

Dirección Entre calles/caminos

Barrio Balneario Localidad

Ciudad

Forma de acceso

Lámina SGM 1:50000

Coordenadas planas¹ geográficas extraídas del SGM ☒ X Y

Fotografía aérea número Escala

¹ Extraídas exclusivamente de las láminas o planchas del Sistema Geográfico Militar SGM.

PROYECTO - Describa genericamente el proyecto relacionado al pozo que tramita

Firma solicitante

Aclaración de firma

CI:

Firma del técnico responsable ante DINAMA:

Profesión/Aclaración de firma:

CI:

e-mail:

Tel. fija

Tel. móvil

Oficina receptora
Lugar y fecha



INSTRUCTIVO JURIDICO – NOTARIAL SOLICITUDES DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS



Los derechos de aprovechamiento podrán ser otorgados mediante PERMISOS o CONCESIONES, quedando a criterio de la Administración el otorgamiento de uno u otro de éstos títulos.

Luego de dictado el correspondiente Acto Administrativo y su posterior inscripción en el Registro Público de Aguas, se generarán derechos de uso privativo de aguas de dominio público, oponibles a la Administración y frente a terceros.

"No se pueden afectar bienes ajenos privados o públicos sin las correspondientes habilitaciones previas, ni se podrá inundar o conducir aguas públicas por predios respecto de los cuales no se tengan derechos."

A tales efectos, para iniciar la obtención de derechos, desde el punto de vista Jurídico – Notarial, se deberá cumplir con el presente instructivo, el cual resulta de aplicación respecto de cualquier tipo de obra hidráulica (toma – represa – pozo – tanques excavados, etc).

1.- VINCULACIÓN JURÍDICA, se exige cumplir con este recaudo tanto en casos de obras existentes, como de obras que se pretendan construir.

La Vinculación Jurídica se acreditará exclusivamente mediante **CERTIFICADO NOTARIAL**, en el cual se especifique que los predios ocupados o afectados por las obras hidráulicas de aprovechamiento cuentan con habilitación de su titular(es).

Interesa conocer de parte de la Administración, que el titular de la solicitud esté habilitado para afectar los predios/padrones vinculados a la obra, identificados en los planos técnicos agregados.

Si el titular de la solicitud, no poseyera suficientes derechos sobre los mismos, por no revestir como propietario, arrendatario, comodatario, usufructuario, etc., éste deberá proporcionar a la Administración, también mediante certificado notarial, nombre y domicilio de sus titulares y/o su autorización para la afectación.

En caso de no conocer esos datos deberá informarlo con las explicaciones o aclaraciones del caso, en el certificado notarial.

NOTA: A efectos de agilizar los trámites, no serán de recibo contratos de arrendamiento, comodatos, aparcería, servidumbres, u otros acuerdos entre particulares.

CONTENIDO DEL CERTIFICADO NOTARIAL

El Señor CI , o la Sociedad N° de RUT es propietario, arrendatario, comodatario, usufructuario, etc., del bien inmueble , identificado con (número de padrón), Sección Judicial o Catastral, Departamento, área total del mismo, plazo de vigencia.

En caso de no ser propietario deberá dejar constancia de que posee autorización de su titular para afectar, así como el área a afectar, plazo o duración de esa autorización.

Se dejará constancia expresa, sobre la autorización para la construcción de la represa y la tramitación u obtención de la concesión o permiso a su nombre.

En caso de que el padrón sea propiedad de varias personas, y la solicitud a nombre solo de una de ellas, se deberá incluir en el certificado notarial, que los otros co-propietarios habilitan al solicitante a ejecutar y usar la obra, a ocupar parte del padrón y en que condiciones.

CUADRO RESUMEN:

Para una mejor comprensión de la información proporcionada se incluirá anexo al Certificado Notarial, o incorporado al mismo (a criterio del profesional escribano interviniente), un cuadro resumen de las vinculaciones jurídicas, en concordancia con los planos técnicos del proyecto presentado.

En el caso de **PROYECTOS DE EMBALSES**, en particular se deberá indicar:

Padrón de asiento de presa.

Padrón de inundación por las aguas embalsadas.

Padrón de asiento del vertedero, etc.

Para proyectos de **TOMAS DIRECTAS**, la forma de afectación se deberá indicar:

Padrón de ubicación de toma con el equipo de bombeo.

Para proyectos de **POZOS**, para el alumbramiento de aguas subterráneas se deberá indicar:

Padrón de ubicación de la perforación.

En caso de existir o proyectarse más de una perforación en el mismo padrón, identificarlas mediante coordenadas, coincidiendo con la identificación dada en los planos de ubicación e informes técnicos.

Padrón	Sección Catastral o Judicial	Departamento	Tipo de vinculación jurídica

2.- OTRAS AFECTACIONES

En caso de afectarse otro tipo de bienes por ejemplo caminos, sendas o servidumbres de paso, bases de apoyo de transmisión eléctrica, líneas eléctricas, playas públicas, etc. se deberá referir al tipo de trámite que corresponde realizar ante organismos competentes y/o la autorización obtenida.

3.- MODIFICACION:

Por razones de buena administración de los recursos hídricos es necesario mantener actualizada la información relacionada con las diferentes obras hidráulicas, incluyendo a sus usuarios.

Asimismo, el Artículo 170 de la Ley 14.859 - Código de Aguas establece que *"cuando por herencia, legado o enajenación cambie la titularidad del predio afectado por una concesión de uso ésta se transferirá a su nuevo titular"*.

No se trata de una modificación que opera de pleno derecho, dado que el propio artículo 10 del Código de Aguas exige el registro ante la Autoridad correspondiente (DINAGUA-MVOTMA) de las modificaciones efectuadas.

4.- CESION DE DERECHOS. (Artículo 7º de la Ley de Riego, Nº 16.858)

Para que opere una cesión de derechos deben existir derechos vigentes, al momento de la solicitud.

Para iniciar el trámite, se exigirá documento privado de Cesión de Derechos, con firmas certificadas por Escribano Público.

Se deberá también acreditar Vinculación Jurídica con el o los bienes de emplazamiento de la obra.

Cuando la finalidad de uso del agua sea el riego, además de los recaudos previstos, se exige que el cesionario cuente con un Plan de Usos de Suelos y Aguas aprobado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca a su nombre.

5.- SOCIEDADES

Certificado Notarial de Personería Jurídica, acreditando la constitución del tipo societario, vigencia y representación.

Se podrá presentar tanto original, como copia, en este último caso se deberá exhibir el original en mesa de entrada donde la copia será sellada como ser fiel de la original.

Si el trámite lo iniciara alguien distinto al representante legal, deberá acompañar Mandato o Poder suficiente para actuar.

6.- SUMINISTRO DE AGUAS A TERCEROS

Se deberán agregar los respectivos contratos, con acreditación de los derechos de goce sobre los predios beneficiados, de parte de quien habrá de regar comprometiéndose al cumplimiento del Plan de Uso y Manejo De Suelos y Aguas respectivo. (Art. 9 Decreto 404/001).

El Escribano interviniente será responsable, por la información proporcionada quedando la Administración eximida ante los titulares de los predios/padrones involucrados.



FORMULARIO DENUNCIA APROVECHAMIENTOS DE AGUAS



Fecha de la denuncia

IDENTIFICACIÓN **DENUNCIANTE** Se pone en conocimiento del denunciante, que además de la vía administrativa, dispone de otras acciones en la vía judicial.

Nombre

Dirección legal

Localidad

Departamento

Tel. fijo y /móvil

Cédula de Identidad

Fax

e-mail

Motivo de denuncia¹: Describa bien afectado, padrón, sección judicial, catastral, departamento, ciudad, localidad, grado y forma de afectación, causas probables. Adjunte un croquis-plano extraído preferentemente de las planchas del Servicio Geográfico Militar. Ubique las obras que refiere en su denuncia. Formas de acceso. Si realiza afirmaciones, consideraciones o valoraciones técnicas, se requiere firma de profesional universitario competente que avale las mismas. Si considera necesario agregue documentación complementaria, fotos, etc.

¹ Agregar certificado notarial que establezca relación del denunciante con los predios o bienes. En caso de sociedad comercial, establecer su conformación, funcionamiento y representación

IDENTIFICACIÓN DEL DENUNCIADO _____ La identificación del denunciante y el bien afectado, tendrá carácter de declaración jurada, sujeto a las penalidades del art. 239 del Código Penal (Falsificación ideológica por un particular)

Nombre

Dirección

Localidad Departamento

Teléfono

Firma denunciante

Aclaración de firma

Timbre
Declaración
Jurada

Firma técnica

Profesión/Aclaración de firma

CI:

Timbre
Firma

e-mail:

Tel. fijo

Tel. móvil

Oficina receptora
Lugar y fecha



Este Manual de Agua Subterránea editado por el Proyecto de Producción responsable forma parte de una serie de manuales técnicos sobre el manejo de los recursos naturales, que pretende acercar el lector, al conocimiento de las características de los diferentes recursos, como una forma de contribuir a su conservación y uso sostenible.

Los autores, Doctores en Ciencias Geológicas Paula Collazo y Jorge Montaña Xavier, presentan al recurso agua en su ciclo natural, para luego interesarse en el estudio del agua subterránea, los diferentes tipos de acuíferos y los cuidados que hay que tener para evitar su contaminación y/o agotamiento, tanto en la etapa de construcción de pozos o en su manejo posterior.

En una presentación amena e ilustrada, se aborda el tema de la calidad de agua, la clasificación de los acuíferos del Uruguay y la normativa vigente para su utilización.