

NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y CLAUSURA DE POZOS PROPUESTAS POR EL GRUPO ESPAÑOL DE LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROGEÓLOGOS

Alfredo BARÓN* y Carolina GUARDIOLA-ALBERT**

(*) Ctra. de Valldemossa 13, esc.1,3ºA. 07010 Palma de Mallorca. baron.a@telefonica.net

(**) Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.
c.guardiola@igme.es

RESUMEN

El papel del buen diseño y ejecución de las captaciones de agua subterránea en la protección de los acuíferos es tan importante que muchísimos países poseen unas normas de construcción de pozos y declaración de perforaciones. Dichas normas tienen como fin proteger la calidad actual y futura del agua subterránea, además de limitar el consumo y gasto energético. En España no existe ninguna norma para la construcción y clausura de pozos. Esto ocurre a pesar de los referentes legales actuales que señalan la obligatoriedad de las administraciones de establecer condiciones técnicas para la construcción de pozos, en aras de la necesaria protección de las aguas subterráneas. La propuesta planteada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos presenta a las administraciones hidráulicas responsables unos criterios técnicos mínimos, contrastados en base a los conocimientos teóricos y a la experiencia práctica. Con ello se quiere facilitar el cumplimiento de sus obligaciones legales de protección del dominio público hidráulico y de cumplimiento de los objetivos ambientales.

Palabras clave: *captación, construcción de pozos, normativa, protección aguas subterráneas*

INTRODUCCIÓN

Es cada vez más evidente la influencia de los pozos de agua subterránea en la posible contaminación de los acuíferos. Pese a que los acuíferos no permiten el movimiento de organismos patógenos, salvo situaciones excepcionales, con frecuencia se reportan casos de pozos, sondeos y manantiales contaminados con microorganismos. También se dan casos de acuíferos profundos que han recibido contaminantes de acuíferos someros a través de sondeos que los interconectan. Estos casos ponen de manifiesto el importante papel que tiene un buen diseño y ejecución de las captaciones en la protección de los acuíferos y en la eficiencia del pozo para extracción posterior. Este tipo de consideraciones han hecho que en la mayoría de los países con un mínimo desarrollo se haya impuesto la necesidad de promulgar y hacer cumplir normas de construcción de pozos y de declaración de las perforaciones para proteger

la calidad actual y futura del agua subterránea, además de limitar el consumo y gasto energético. Para la protección del dominio público hidráulico y el cumplimiento a lo dispuesto en este sentido por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, sus reglamentos de desarrollo, las Directivas Marco del Agua y de Aguas Subterráneas, es necesario que la construcción de las captaciones de aguas subterráneas se ajuste al cumplimiento de unas normas.

El Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE) propone una serie de exigencias mínimas, que quieren lograr que toda captación de aguas subterráneas pueda:

- Garantizar la protección sanitaria para prevenir riesgos para la salud.
- Preservar la calidad del acuífero, impidiendo la entrada de contaminantes tanto desde la superficie como a través de la perforación que conecte las formaciones acuíferas objeto de explotación con otras (acuíferos colgados y/o locales) con agua de peor calidad o que sean vulnerables a la contaminación.
- Evitar la interconexión de acuíferos.
- Garantizar la máxima durabilidad de la obra y la mejor producción y eficacia energética de la extracción.

ANTECEDENTES

Los primeros estándares técnicos internacionales fueron publicados por la *American Water Works Association* (AWWA) en 1948, que se actualizan periódicamente. De ellos se derivan de uno u otro modo muchísimas de las normas existentes. Para tener una perspectiva de la situación mundial a continuación se sintetizan todas las normas revisadas en este trabajo.

Centroamérica y Sudamérica

- Brasil: La Associação Brasileira de Normas Técnicas ha editado las siguientes normas: ABNT-NBR 12212, ABNT-NBR 12244, ABNT-NBR 15495-1, ABNT-NBR 15492, ABNT-NBR 15847. No son de obligado cumplimiento pero las normas legales de los distintos estados las convierten en obligatorias.
- Chile: Norma chilena NCH 777/1 y 2. Regulan las condiciones de captación para la protección de la calidad del recurso y la durabilidad de las obras.
- Colombia: Norma Técnica Colombiana NTC-5539 (2007). Es una adaptación de la de 1997 de la ANSI (AWWA A100-97). Tiene el carácter de mínimos sin perjuicio de que la administración territorial exija condiciones más estrictas.
- Costa Rica: Reglamento de perforación de pozos 35882 y Reglamento de trámite de pozos 35884. El SENARA fija las normas técnicas concretas y los recursos extraíbles para cada zona hidrogeológica.

- El Salvador: Norma Técnica para la perforación de pozos profundos en la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. De obligado cumplimiento.
- Méjico: NOM-003-CNA-1996 y NOM-004-CNA-1996. Son de mínimos de obligado cumplimiento. La guía para su aplicación es Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Perforación de Pozos y Rehabilitación de Pozos, editado por el órgano administrativo de la Comisión Nacional del Agua.
- Nicaragua: NTON 09006-11 (2011). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense-Requisitos Ambientales para la Construcción, Operación y Cierre de Pozos de Extracción de Agua. De obligado cumplimiento salvo los excavados a mano.
- República Argentina: Proyecto Concordia-Salto y Proyecto de Norma para el Acuífero Guaraní. 2005.
- República de Bolivia: NB 689-Reglamentos Técnicos de Diseño para sistemas de Agua Potable vol. 1 y 2. Contiene diversos reglamentos de obligado cumplimiento para los pozos de agua para consumo humano.
- Uruguay: Decreto 86/2004 (modificado por Decreto 224/2004). Norma técnica de construcción de pozos perforados para captación de aguas subterráneas.
- Venezuela: Normas técnicas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable. Decreto número 2.048 (1997). Norma de mínimos de obligado cumplimiento sin perjuicio de que el “geólogo inspector” pueda imponer condiciones más estrictas.

Estados Unidos de América

Muchas de las normas de los distintos estados son auténticos manuales técnicos que facilitan su aplicación.

- Arizona: *Arizona Administrative Code Title 12 Natural Resources Chap. 15 Dep. of Water Resources. Art. 8 Well Construction and licensing of Wells Drillers.*
- California: La que aplica los estándares de la AWWA es el *Water Well Standards: State of California Bulletin* nº 74 de 1968. En 1981 se publica el *Bulletin 74-81 Water Well Standards: State of California* y en 1991 el *Bulletin 74-90* que complementa al 74-81 en aspectos como sondeos de monitoreo o protección catódica.
- Colorado: *Rules and Regulations for Water Well Construction, Pump Installation, Cistern Installation and Monitoring and Observation Hole/Well Construction.*
- Delaware: *Department of Natural Resources and Environmental Control I. Del. Admin. C., 7301 Regulations Governing the Construction and Use of Wells* (2012).
- Georgia: *Georgia Code Title 12 Conservation and natural resources Chap. 5. Water Resources. Art. 3. Wells and Drinking Water. Part 3. Water Well Standards.* Se conoce como *Water Well Standards Act of 1985.*

- Hawaii: *Department of Land and Natural Resources. Hawaii Well Construction and Pump Installation Standards* (2004).
- Idaho: *Idaho Water Resource Board. ITAPA 37.03.09 Well Construction Standards Rules* (2009). Son aplicables a todos los pozos de agua, sondeos de observación, sondeos de inyección, sondeos de protección catódica y sondeos de geotermia de baja temperatura, tanto de circuito abierto como cerrado.
- Illinois: *Illinois Administrative Code Title 77 Public Health. Chap. I: Dep. of Public Health. Subchap. r: Water and Sewage. Part 920: Water Well Construction Rules.* Revisión de 2004.
- Kansas: *Department of Health and Environment. Article 12. Groundwater exploration and Protection Act* (1993).
- Louisiana: *Department of Transportation and Development Office of Public Works. Rules, Regulations and Procedures for Registering Water Wells and Holes, Rules, Regulations and Standards for constructing Water Wells and Holes* (1985).
- Michigan: *Water Well Construction and pump installation code, sections 12701-12715 (12714;-Part 1-Well Construction Code).*
- Minnesota: *Minnesota Rules, Chapter 4725, Rules Relating to Wells and Boring* (2008). El Minnesota Department of Health ha editado el manual *Rules Handbook. A guide to the Rules Relating to Wells and Borings. Minnesota Rules, Chapter 4725.*
- Missouri: *Missouri Department of Natural Resources. Division of Environmental Quality. Missouri Well Construction Rules: Private Water Wells, Heat Pump Systems, Pump Installation and Monitoring Wells* (2009).
- Montana: *Department of Environmental Quality Rules. ARH Title 17, chapters 30, 36 and 38.* Los mínimos estándares aplicables a todos los pozos están en el *Board of Water Well Contractors*. El DEQ puede imponer condiciones más estrictas.
- Nebraska: *Nebraska Health and Human Services. Regulations and Licensure (178NAC 12). Title 178 Water Well Standards. Chapter 12 Water Well Construction, Pump Installation and Water Well Decommissioning Standards.*
- Nevada: *Department of Conservation and Natural Resources. Division of Water Resources. Regulations for Water Well and Related Drilling. NAC 534 and NRS 534* (2006 y revisada en 2009 para pozos de aguas subterráneas).
- New Jersey: *Well Construction and Maintenance; Sealing of Abandoned Wells N.J.A.C.7:9D.* Todos los subcapítulos: 7:9D-1 a 7:9D-4 (2007).
- North Carolina: *North Carolina Administrative Code Title 15A. Dep. of Environment and Natural Resources. Division of Water Quality. Subchap. 2C Section. 0100: Well Construction Standards.* Para todo tipo de captaciones de agua.
- Ohio: *Ohio Administrative Code Chapter 3745* para uso público y *Ohio Revised Code Chapter 3701* para privado. Los materiales, construcción, tratamiento, rehabilitación y

cementación están en el *Code Chapter 3701-28*. La documentación a remitir está dada en *Ohio Revised Code Section 1521.05*. Las guías para su aplicación son *Technical Guidance for Well Construction and Groundwater Protection* (2000) y *Technical Guidance for Sealing Unusual Wells* (1996).

- Oregon: *Oregon Administrative Rules 690-210 (Well Construction Standards)*. Son mínimos aplicables a todos los pozos de agua. La Administración puede imponer normas más estrictas. La norma 690-200 rige sondeos horizontales y de remediación.
- Utah: *Rule 655-4 (1 al 16)*. La *Division of Water Right* ha editado el *Water Well Handbook* con la normativa y apéndices sobre formularios de tramitación, documentación a presentar, etc. (2011).
- Virginia: *State Board of Health 12 VAC 5-630-30 (Department of Health)* y *State Water Control Board 12 VAC 5-630-60 (Department of Environmental Quality, Waste Management Division)* regulan los pozos para captación de aguas, públicos y privados. Los pozos de observación, monitoreo y remediación se rigen por la norma 12 VAC 5-630-420 del último departamento (1992).
- Wisconsin: *Wisconsin Administrative Code Chapter NR812. Well Construction and Pump Installation*. De aplicación a todas las captaciones de agua y monitoreo. Incluye abandono de sondeos mineros y otros tipos y la prohibición de vertido de sustancias contaminantes.

Canadá

- Alberta: *Alberta Regulation 205/98 Water Act. Water Regulation. Part 7 Water Wells*. El gobierno de Alberta ha editado una guía técnica para facilitar la aplicación de la Norma: *WaterWells that last for generations* (Revisión 2013).
- British Columbia: *Ground Water Protection Regulation* (2004). Sustituye a *Guidelines for minimum Standards in Water Well Construction*. La *BC Ground Water Association* ha editado el *Ground Water Protection Regulation Handbook*.
- Ontario: *Test Holes and Dewatering Wells and Best Managements Practices*.
- Ontario *Water Resources ACT RRO 903 (Regulation 903 o Wells Regulation)*. Se ha editado un manual para la correcta aplicación de la norma *Water Supply Wells. Requiriments and Best Managements Practices* (2009).
- Principe Albert: *Environmental Protection ACT R.S.P.E.I., Section 25. Cap. 9*. Revisado y en vigor en 2006.
- Quebec: *Reglament sur le captage des eaux souterraines (Q-2, r.1.3)* (2004). Modificado por *loi sur la qualite de l'environnement (Q-2, r.6)* (2009). Se han editado dos guías técnicas: *Guide d'interpretation Technique du Reglament sur le captage des eaux souterraines (Q-2, r.1.3)* y *Guide technique. Captage d'eau souterraine pour résidences isolées*.

- Sanscatchewan: *Water Authority Act* (2005) S-35-03. SR172/66. *The Ground Water Regulations* ha editado un manual: *A landowner's Guide to Water Well Management*.

Australia

- Australia: *Minimum Construction Requirements for Water Bores in Australia*. Documento realizado por *National Uniform Drillers Licensing Committee* (NUDLC), compuesto por representantes de la industria (*Australian Drilling Industry Association* y *Australian Drilling Industry Training Committee*) y de las Administraciones de los distintos territorios. Son estándares mínimos para toda Australia sin perjuicio de que los territorios impongan requisitos más estrictos.
- Nueva Zelanda: La guía técnica de buenas prácticas, elaborada en 1983 por la *National Water and Soil Conservation Authority* es *New Zealand Standard NZS 4411: 2001, Environmental Standard for Drilling of Soil and Rock*. Cada distrito lo complementa con normas específicas de gestión ambiental. El *Ministry of Health* ha editado una guía *Design and operation of bores for small drinking water supplies* (2010).

Europa

- Alemania: Ley de Gestión de Recursos de Agua (*Federal Water Management Act-WHB*) en la versión publicada en la *Federal Law Gazette* (B631-1,9. 1695 (1996), enmendada por el Art. 3 del B6B1.1, p 2048 (2000)). El organismo normativo alemán DVGW ha elaborado, entre otras, las siguientes normas: DVGW W110 (M), DVGW W111 (A), DVGW W115 (A), DVGW W120 (A), DVGW W121 (M), DVGW W123, DVGW W135 (A). Son de pago y salvo la 123, están disponibles únicamente en alemán. Tienen la consideración de “códigos de buenas prácticas” y se asumen como los mínimos admisibles por las distintas Administraciones.
- Bélgica: *Décret relatif au permis d'environnement* 1999, modificado por *Arrêté du Gouvernement wallon relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement* 2000, en el que se obliga a pedir permiso y aportar información. Se amplió en 2009 y en 2012. Hay un formulario de solicitud *Annexe XVIII Formulaire relatif au forage et à l'équipement de puits*.
- Dinamarca: Tiene un Real Decreto (*Executive Order No. 1260 of 28/10/2013 Valid, Ministry of the Environment*): *Consolidation Act on execution and abandonment of onshore drilled and dug wells*. Es una actualización de uno del 2005.
- Francia: *Arrêté Interministeriel du 11 septembre 2003 relatif a la rubrique 1.1.0 De la Nomenclature Eau*. El Ministerio de Ecología y del Desarrollo Sostenible ha publicado una Guía de Aplicación de esta norma en 2004. En Francia existen dos normas AFNOR relacionadas: NF X10-999 (2007) *Forage d'eau et de géothermie. Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraine realises par forages*. Afecta a todos los sondeos. No es de obligado cumplimiento, pero de acuerdo a la norma citada al inicio, para las captaciones de consumo doméstico de menos de 1000 m³/año, las empresas afiliadas al SEF se comprometen a cumplirla.

- Holanda: Existe una regulación minera de la *Staatssecretaris of Economic Affairs* de 2002 (/nr WJZ 02063603). Dentro de la ley de Minas actual (2003) existe la Sección 8 sobre la construcción de pozos y sondeos, y detalla cómo se deben, el programa de trabajo, los informes a entregar, la construcción, reparación y equipación de los pozos. La Sección 8.5 detalla el abandono de pozos y sondeos.
- Hungría: Hay una regulación sobre la construcción y abandono de pozos 101/2007 XII. 23 *KvVM rendelet a felszín alatti vízkészletekbe történő beavatkozás és a vízkútfúrás szakmai követelményeiről* (Decreto del Ministerio de Medio Ambiente y Agua No. 101 en 2007) sobre los requerimientos para la interferencia entre las aguas subterráneas y las técnicas de perforación. Regula la extracción y aprovechamiento de las aguas subterráneas, los pozos, los manantiales, las plantas geotermales, las técnicas de diseño, construcción operación y clausura, y los derechos y obligaciones del ejecutor, el que lo diseña, el que lo contrata y el inspector técnico. Hay unos estándares nacionales anteriores que siguen siendo válidos.
- Irlanda: No tiene norma como tal, tiene una guía directrices para la construcción de pozos, ensayos y clausura. La guía tiene el fin de ser adoptada como un estándar nacional para garantizar los recursos de aguas subterráneas del país.
- Italia: Normas estatales *Regio Decreto* n.1775, D. Lgs 12 luglio 1993, n. 275, L. 36/94, D. Lgs 152/99 o D.P.R.M. 128/59. También tiene una guía *Linea guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguarda delle risorse idriche di cui all'art. 21 del Decreto legislativo 11 maggio 1999*. Existen multitud de normativas de ámbito regional y comunal que imponen normas de construcción de pozos y actualmente algunos planes hidrológicos (*Piano Tutela d'Acqua*) incluyen criterios técnicos de ejecución de sondeos. Desde el año 2011 el *Comitato tecnico italiano* está elaborando la norma *Pozzi per acqua: Protezione e Construzione*, estando actualmente pendiente de publicación.
- Polonia: En Polonia hay un estándar PN-G-02318:1994 que establece los principios para el diseño y construcción, explicando cómo deben hacerse los cálculos y dando ejemplos sobre distintas soluciones para el diseño. Establece las normas para su implementación, ejecución y equipamiento. Sobre la clausura de pozos se hacen algunas sugerencias en la Ley Geológica y Minera.
- Reino Unido: No tiene una reglamentación en sí, tiene varias guías, entre otras algunas específicas para Irlanda del Norte y Escocia.
- República Checa: Existe una guía especial (*normative técnica estatal ČSN 75 5115*) para la construcción de pozos de agua vigente desde 2010.
- Serbia: Todas las investigaciones geológicas e hidrogeológicas se regulan por la ley de Minería y Geología (88/2011). Para cualquier construcción o cierre de pozos de agua subterránea, el proyecto detallado debe ser escrito y presentado al Ministerio de Minas y Energía. El proyecto debe constar de las Condiciones Para la Protección de la Naturaleza (88/2010, 36/2009, 91/2010), que deben obtenerse de la Agencia para la Protección de la Naturaleza. Se incluye cómo se hace la perforación, el lodo, cómo se evita la mezcla de agua de distintos acuífero, los ensayos de bombeo, etc. Posteriormente el Ministerio de Minería y Energía da la aprobación final.

- Suecia: Tiene normativa.

África

- East African Community, organización intergubernamental que engloba las repúblicas de Burundi, Kenya, Rwanda, Tanzania y Uganda. En 2009 adoptan la SANS 10299-2003-2006 de Sudáfrica, como la CD/K/069-0:2009.
- República Federal de Nigeria: *Nigerian Industrial Standard NCP 027: 2010 Code of Practice for Water Well Construction*, regula la construcción, equipamiento, mantenimiento y abandono de todo tipo de pozos públicos y privados. Es un código de mínimos de obligado cumplimiento.
- Sudáfrica: La *Southern Africa Borehole Water Association* estableció en 1986 *A Minimum Code of Practice for Borehole Construction and Pump Installation*. En el año 2000 se integró en un proyecto del *South African Bureau of Standards* que culminó en 2003-2006 con la SANS 10299-2003, que se titula *Development Maintenance and Management of Grounwater Resources*.
- Zimbabwe. Está en trámite de exposición pública la adopción de la norma técnica de Sudáfrica.

PROPUESTA DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA EJECUCIÓN DE POZOS

La presente propuesta engloba aquellos aspectos que se consideran fundamentales para asegurar la calidad de las captaciones: el contenido de los informes de solicitud de la concesión, el informe final de obra, todos los aspectos constructivos fundamentales, los trabajos encaminados al control de calidad y el sellado controlado de los pozos y sondeos. Se incluye también en la presente propuesta recomendaciones específicas para la ejecución de sondas geotérmicas de muy baja entalpía y para la protección de la captación frente a vertidos contaminantes.

Documentación exigible

Para que la Administración pueda realizar el correcto análisis de la solicitud de concesión o autorización, el solicitante deberá presentar la documentación que a continuación se detalla.

Identificación.- Nombre del propietario o promotor, número del Documento Nacional de Identidad, título de propiedad de los terrenos relacionados u otra documentación administrativa exigible, empresa que realizará la perforación y director facultativo de la misma.

Situación.- Coordenadas UTM en huso ETRS89 y altitud sobre el nivel del mar. Localización de la obra a nivel general, sobre una cartografía 1:25.000, con una situación de detalle en cartografía a escala 1:5.000 o mayor. Asimismo, se indicarán el polígono y la parcela catastral y se adjuntará un croquis de detalle.

Información hidrogeológica.- Se adjuntará un estudio hidrogeológico realizado por un hidrogeólogo con experiencia suficiente, cuyo contenido mínimo será el siguiente:

- Hidrogeología de la zona objeto de estudio, a escala 1:25.000, en un radio mínimo de 3 km.
- Identificación y caracterización de la Masa de Agua Subterránea (MASb) o acuíferos a explotar y de todos los acuíferos que se encuentren por encima. Si la captación no se sitúa en una de las MASb definidas, descripción de la formación acuífera local objeto de explotación. Inventario de puntos de agua y usos de la misma en un radio mínimo de 500 m.
- Inventario de posibles focos de contaminación en un radio mínimo de 200 m.
- Profundidad del nivel de agua en captaciones próximas.
- Calidad química de las aguas subterráneas (datos de análisis químicos de captaciones próximas).
- Proximidad a cauces y canales.
- Caracterización del radio de influencia del bombeo a realizar y posibles afecciones sobre explotaciones preexistentes.
- Propuesta de delimitación de perímetros de protección en caso de concesión para abastecimiento de población superior a 50 personas.

Proyecto de captación.- El proyecto de captación, realizado por un técnico cualificado, deberá definir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Profundidad total de la obra, diámetros de perforación y de entubación.
- Perfil litológico previsto e identificación de las formaciones acuíferas.
- Características de las tuberías de revestimiento y de los tramos filtrantes previstos; características de la cabeza del pozo (cementación superficial y cierre), características de la solera entorno de la perforación y las medidas de drenaje y para evitar la acumulación de agua sobre la misma.
- Tramos a cementar y métodos de cementación.
- Definición de la testificación geofísica a realizar.
- Método de perforación.
- Dispositivo de cierre para sondeos surgentes.
- Nivel estático, nivel dinámico, caudal punta y caudal medio de explotación previstos.
- Métodos de desinfección y de desarrollo previstos.
- Procedimiento de abandono de sondeos negativos o descartados por alguna causa.

- Uso de las aguas. Si es agrario indicar superficie de riego, dotación (m³/ha/año); si es ganadero número de cabezas y su dotación. En general indicar las dotaciones para estimar el volumen de extracción anual previsto y en lo posible del régimen a lo largo del tiempo.
- Equipamiento electromecánico previsto para la extracción de aguas subterráneas.
- Documento de seguridad y salud laboral, de acuerdo a la legislación vigente.
- Medidas medioambientales (impermeabilización de la balsa de lodos de perforación, recogida selectiva de residuos producidos y medidas protectoras y correctoras frente a posibles derrames de productos contaminantes y actividades diversas durante la perforación, acabado y ensayos).
- Plan de control de calidad de los trabajos.

Ubicación de la captación

Con carácter normativo, la tubería de cabeza del pozo debe sobresalir como mínimo 30 cm sobre la solera. La administración hidráulica podrá dar una indicación diferente en casos especiales o en que se solicite justificadamente. Se podrá incluir la cabeza de pozo en un receptáculo subterráneo suficientemente protegido y drenado, detallándose dicho caso en la petición de concesión.

Las distancias mínimas a edificios, fosas sépticas con distintos tipos de drenaje, conducciones de aguas residuales y aplicación de las mismas, tanques de almacenamiento de hidrocarburos y otras sustancias, enterrados o no, actividades ganaderas en función de número de animales y su acondicionamiento, aprovechamientos geotérmicos, etc., son las que figuran en la Tabla 1.

En general, si el pozo tiene un entubado con cementación de menos de 15 m y no alcanza una capa confinante de al menos 3 m de espesor, hay que doblar las distancias anteriores. En acuíferos carbonatados, o fisurados o con lechos de cantos rodados limpios, que no tengan una cobertura de suelo de al menos 3 m, las distancias mínimas establecidas se multiplicarán por 3.

Con carácter general, se prohíbe la ubicación de pozos en las zonas inundables y en su defecto, se impone una sobreelevación de 0,50 m por encima del máximo nivel que puedan alcanzar las aguas.

El proyecto podrá justificar o la Administración imponer razonadamente otras distancias, teniendo en cuenta los caudales de extracción, los radios de influencia y la naturaleza del acuífero. En cualquier caso, para captaciones cuyo destino sea el suministro humano será preciso considerar los condicionantes técnicos que se recogen en las distintas metodologías sobre perímetros de protección de captaciones.

Perforación y Entubado

La selección del método de perforación se establecerá en el proyecto de captación. La perforación será ejecutada por empresas especializadas en la ejecución de pozos y sondeos, con profesionales cualificados.

El entubado tiene la doble función de dar estabilidad al sondeo y garantizar la estanqueidad frente a intrusiones externas fuera de la zona de captación. Los materiales utilizados para el entubado, cumplirán las normas de materiales correspondientes (API, ASTM, UNE, DIN, etc.).

En las Tablas 2 y 3 se dan las dimensiones del espesor de pared para distintos diámetros y profundidades para el acero al carbono y para el PVC, que son los materiales más empleados. Siempre que se trate de captaciones para aguas minero-medicinales o industrias alimentarias en general, se empleará como material en las tuberías de revestimiento el acero inoxidable o equivalente.

El entubado debe garantizar la estanqueidad ante intrusiones externas. Habitualmente la tubería metálica para captaciones de agua subterránea se une mediante soldadura, aunque para pozos muy profundos puede utilizarse el entubado (“casing”) roscado. También se podría utilizar el PVC-U.

Actividad	Distancia (m)		
	A*	B*	C*
Edificios sin subterráneos y viviendas aisladas **	3	3	3
Tanques de propano, conducciones de gas y líneas eléctricas.	3	3	3
Recintos para animales (hasta 1 UGM). Tanques de combustible sobre impermeable (hasta 3 m ³). Tubería de aguas residuales, en plástico o acero aprobado, sirviendo a no más de 2 viviendas. Piscinas. Balsas de más de 1 m de profundidad.	6	12	18
Intercambiadores verticales de calor. Lagos. Corrientes de agua. Balsas. Ríos.	10	20	30
Colectores de residuales de material no aprobado o desconocido, sirviendo a un máximo de 2 viviendas. Intercambiadores de calor horizontales. Tanques de almacenamiento subterráneo de menos de 3 m ³ . Fosa séptica o tanque de retención. Sistema de dispersión o drenaje para menos de 3 m ³ /d. Comedero de animales entre 1 y 300 UGM. Estabulación de animales entre 1 y 20 UGM. Cementerio. Pozo en desuso.	15	30	45
Letrina. Pozo de drenaje o de infiltración y de fosa séptica individual.	25	50	75
Comedero de más de 300 UGM. Conducción de petróleo o similares.	30	60	90
Sistema de dispersión de residuales hasta 10 m ³ /d (50 hab-eq)			
Depósitos de petróleo, agroquímicos, abono líquido y sustancias peligrosas, sobre impermeable. Estabulación de ganado de más de 20 UGM.	60	120	180
Sistemas de dispersión de residuales entre 10 y 30 m ³ /d.			
Depósitos de petróleo, agroquímicos, abono líquido y sustancias peligrosas, sin solera impermeable. Sistema de dispersión de efluente en suelo de más de 30 m ³ /d. Depósitos enterrados de combustible de más de 3 m ³ .	100	200	300

(*) Tipologías:

A: Pozo con entubación cementada de al menos 15 m de profundidad o que alcanza una capa impermeable de al menos 3 m de espesor.

B: Pozos cuya cementación y entubado no cumple la condición anterior.

C: Pozos que aun cumpliendo la condición de la tipología A, se ubican en materiales cársticos o detríticos de grandes bolos.

(**) Salvo normativa específica.

Tabla 1. Distancia mínima (m) de la captación a posibles focos de contaminación

Cuando la entubación se realice mediante tubería soldada, los extremos de los tramos deberán estar refrendados al torno y soldados con cordón doble. El descenso de la columna de entubación al interior del sondeo deberá realizarse con topes soldados y nunca por el método de barra y perforaciones.

En el caso de utilización de PVC para una captación de agua subterránea, deberá utilizarse tubería roscada del tipo PVC-U. La utilización de unión mediante remaches deberá proibirse para dichas captaciones y también para piezómetros y sondeos de observación y muestreo, así como las uniones encoladas que aporten riesgos de calidad por algunos de los componentes de las colas, en especial si el agua se utiliza como agua potable. No se usará tubería de PVC convencional donde se realice la cementación del espacio anular para evitar el deterioro de la tubería por la reacción exotérmica de la fase de fraguado del cemento en el anular. El emplazamiento de la tubería deberá realizarse mediante cabezal roscado.

Profundidad de tubería de revestimiento (m)	Diámetro nominal de la tubería de revestimiento (mm)									
	203	254	305	356	406	457	508	559	610	762
0-30	4	4	4	5	5	6	7	8	8	8
30-60	4	4	5	6	6	7	7	8	8	8
60-90	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9
90-120	4	5	6	7	7	8	8	8	9	9
120-180	5	5	6	7	7	8	8	9	10	10
180-240	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11
240-300	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12
300-450	6	7	7	8	8	9	10	11	-	-
450-600	6	7	8	8	9	10	11	11	-	-

Tabla 2. Espesor mínimo (mm) para tuberías de revestimiento de acero – tuberías de revestimiento sencillas (Norma Técnica Colombiana NTC 5539, modificada)

Para facilitar la posterior cementación se recomienda la utilización de centradores dispuestos a 120°, 90° o alternando y a distancias de 6 a 12 m. En caso de pozos engravillados, el uso de centradores será imprescindible para garantizar la homogeneidad del espacio anular.

En el caso de fabricación en el campo, la soldadura sobre la tubería metálica deberá protegerse contra la corrosión.

En la Tabla 2 se presenta, a modo orientativo, los espesores en tuberías de revestimiento, adaptados de la norma colombiana.

El correcto diseño de la distribución de los tramos ciegos de entubado y los tramos ranurados o de colocación de rejilla se realizará en base a una minuciosa descripción litológica de los terrenos atravesados, complementada en su caso con la correspondiente testificación geofísica, especialmente en materiales detríticos alternantes.

Zona de admisión y prefiltro

El tipo de ranura de la zona de admisión o rejilla debe ser seleccionado por un técnico especialista, en función de la litología de la formación acuífera y de las características

constructivas de la captación. Es recomendable que la ranura venga de fábrica. Si es necesario ranurar durante la perforación en el emplazamiento, se recomienda que si se emplea soplete se procure realizar cortes iguales o inferiores a 3 mm de anchura y que la forma del corte sea homogénea. Cuando sea factible será más adecuado utilizar sierras radiales al hacer estas el corte más limpio.

Asimismo, una vez equipada la captación, se exigirá la instalación de un tubo piezométrico de diámetro adecuado.

Pulgadas (")	Diámetro Ext. x Int. (mm)	Espesor Pared (mm)	Profundidad Recomendada (m) *	PN	SDR	Resistencia Colapso bar (Kp/cm ²)	Pulgadas (")	Diámetro Ext. x Int. (mm)	Espesor Pared (mm)	Profundidad Recomendada (m) *	PN	SDR	Resistencia Colapso bar (Kp/cm ²)
1"	32 x 28	2,0	100-200	12,5	16	20,3	6"	165 x 165	5,0	50-75	7,5	33	2,1
1"	32 x 27,2	2,4	200-300	16	13	36,4	6"	165 x 150	7,5	100-200	12,5	22	7,4
1-¼"	40 x 36	2,0	100-200	12,5	20	10,0	6"	165 x 146	9,5	200-300	16	17	15,6
1-¼"	40 x 33	3,5	200-300	16	11	60,3	6 ½"	180 x 166	7,0	75-100	10	26	4,5
¾"	26,4 x 19,6	3,1	300 +	20	9	161,0	6 ½"	180 x 162,8	8,6	100-200	12,5	21	8,6
1"	33,2 x 25,6	3,8	300 +	20	9	147,6	7"	200 x 190,2	4,9	0-50	6,3	41	1,1
1-¼"	41,6 x 31,6	5,0	300 +	20	8	170,1	7"	200 x 188,2	5,9	50-75	7,5	34	1,9
1-½"	47,8 x 38,2	4,8	300 +	20	10	93,8	7"	200 x 184,6	7,7	75-100	10	26	4,4
2"	59,5 x 51,5 HIR	4,0	200-300	20	15	25,6	7"	200 x 180,8	9,6	100-200	12,5	21	8,8
1-¾"	50 x 45,2 HIR	2,4	100-200	12,5	21	8,8	8"	225 x 211,8	6,6	50-75	7,5	34	1,9
2"	63 x 58,2	2,4	100-200	10	26	4,2	8"	225 x 207,6	8,7	75-100	10	26	4,4
2"	63 x 57	3,0	100-200	12,5	21	8,5	8"	225 x 203,6	10,7	100-200	12,5	21	8,5
2-½"	75 x 69,2	2,9	75-100	10	26	4,4	8"	225 x 199	13,0	200-300	16	17	15,8
2-½"	75 x 67,8	3,6	100-200	12,5	21	8,8	9"	250 x 237,6	6,2	0-50	6,3	40	1,1
3"	90 x 83	3,5	75-100	10	26	4,5	9"	250 x 235,4	7,3	50-75	7,5	34	1,9
3"	90 x 81,4	4,3	100-200	12,5	21	8,6	9"	250 x 230,8	9,6	75-100	10	26	4,4
3"	90 x 76,6	6,7	200-300	20	13	35,6	9"	250 x 226,2	11,9	100-200	12,5	21	8,5
3-½"	110 x 103,6	3,2	50-75	7,5	24	1,8	10"	280 x 255	12,5	200-300	12,5	22	7,0
3-½"	110 x 101,6	4,2	75-100	10	26	4,3	10"	280 x 248	16,0	0-50	16	18	15,2
3-½"	110 x 99,4	5,3	100-200	12,5	21	8,9	11"	315 x 299,6	7,7	50-75	6,3	41	1,1
4"	113,8 x 103,8	5,0	100-200	12,5	23	6,6	11"	315 x 296,6	9,2	75-100	7,5	34	1,9
4"	113 x 96,6	8,2	200-300	16	14	32,0	11"	315 x 290,8	12,1	100-200	10	26	4,4
4-½"	125 x 117,6	3,7	50-75	7,5	34	1,9	11"	315 x 285	15,0	200-300	12,5	21	8,5
4-½"	125 x 115,4	4,8	75-100	10	26	4,4	12"	330 x 301	14,5	100-200	12,5	23	6,6
4-½"	125 x 113	6,0	100-200	12,5	21	8,8	12"	330 x 292	19,0	200-300	16	17	15,6
4-½"	125 x 110	7,5	200-300	16	17	17,8	13"	355 x 321,2	16,9	100-200	12,5	21	8,5
5"	140 x 126,6	6,7	100-200	12,5	21	8,7	14"	400 x 376,6	11,7	50-75	7,5	34	1,9
5"	140 x 120	10,0	200-300	16	14	31,1	14"	400 x 369,2	15,3	75-100	10	26	4,3
5-½"	160 x 150,6	4,7	50-75	7,5	34	1,9	14"	400 x 361,8	19,1	100-200	12,5	21	8,6
5-½"	160 x 147,6	6,2	75-100	10	26	4,5	16"	450 x 411	19,5	100-200	12,5	23	6,4
5-½"	160 x 144,6	7,7	100-200	12,5	21	8,8	18"	500 x 475,4	12,3	0-50	6,3	41	1,1
							18"	500 x 470,8	14,6	50-75	7,5	34	1,9
							18"	500 x 461,8	19,1	75-100	10	26	4,3
							24"	630 x 593,2	18,4	50-75	7,5	34	1,9

Tabla 3. Espesor mínimo (mm) para tuberías de revestimiento de PVC, en función de la resistencia al colapso (origen: catálogos comerciales)

El prefiltro o empaque de grava tiene dos funciones: estabilizar las paredes de la perforación de cualquier litología y estabilizar las formaciones acuíferas granulares o detríticas nada o poco consolidadas, reteniendo materiales finos que se incorporarían por la rejilla sin la presencia de dicho prefiltro y dañarían el equipo de elevación. El material

empleado puede corresponder a resinas y filtros granulares incorporados a la propia entubación o bien gravilla a grava de diferentes calibraciones.

En el caso de la gravilla o grava debe ser independiente a las tuberías, limpia, sin finos ni materia orgánica. Se recomienda para estos últimos materiales que sean redondeados y de naturaleza silíceo. Su selección precisará de un análisis granulométrico y/o el criterio especializado de un técnico cualificado. El calibre de la grava puede condicionar el diámetro de la entubación a instalar, por cuanto debe disponer el prefiltro de suficiente espesor para su función.

Cementación

La cementación es esencial para impedir que el espacio anular entre tubería de revestimiento y pared de perforación se convierta en una vía de entrada de contaminantes procedentes de la superficie o de acuíferos suprayacentes. Su finalidad es unir la tubería ciega del revestimiento del pozo con la pared del mismo, rellenando el espacio anular existente o el espacio anular entre tuberías. En la aprobación de la concesión o permiso se incluirán los tramos a cementar y si se debe cumplir alguna especificación adicional. Las funciones de la cementación son:

- Aislar la zona superior no productiva, evitando diversas formas de contaminación a través del espacio anular o desprendimientos del terreno, así como disminuir la corrosión.
- Evitar la comunicación de acuíferos de diferentes calidades o gradientes hidráulicos distintos e impedir el flujo incontrolado entre los mismos, teniendo en cuenta los pequeños acuíferos colgados más o menos superficiales y fácilmente contaminables.
- Reforzar la tubería para soportar las presiones del agua del acuífero.
- Taponado del fondo del pozo, en su caso.

La cementación puede realizarse con lechada de cemento, mortero con arena fina, con bentonita o con otros materiales que garanticen el sellado y con los aditivos precisos para evitar la retracción.

El espesor de la corona cementada alrededor de la tubería deberá ser como mínimo de 5 cm, siendo recomendable una corona incluso de 10 cm para tramos superiores en que deba utilizarse hormigón.

Los métodos de cementación utilizables son:

- Método de desplazamiento (espesor mínimo de 3 cm).
- Método de inyección con tubería auxiliar externa (espesor mínimo de 5 cm).
- Método de inyección con tubería auxiliar interna (espesor mínimo de 5 cm).

En la Figura 1 se muestra un esquema de cementación para acuíferos libres y para acuíferos confinados, con dos modalidades: de mínimos, que cubre el aislamiento contra la

contaminación y la intercomunicación de acuíferos y óptima, que además protege contra la corrosión y minimiza las fuerzas radiales centrípetas.

Idealmente, para los acuíferos libres la cementación debe alcanzar la profundidad del nivel dinámico y para acuíferos confinados debe penetrar 1 m en el techo del acuífero. Estas condiciones podrán relajarse en acuíferos libres, en materiales detríticos, en función de la capacidad de depuración de la zona no saturada, pero con una profundidad mínima de 6 m en dicha zona; si el nivel freático se encuentra a menor profundidad, deberá cementarse hasta el mismo, garantizando en cualquier caso un mínimo de 3 m de cementación. Para terrenos carstificados la profundidad mínima debe ser de 18 m.

Un caso especial de acuíferos confinados es el de los pozos surgentes. En esas circunstancias, el sellado anular es crítico para preservar el adecuado cierre en cabeza, por lo que se precisará la utilización de obturadores hinchables para garantizar la correcta cementación del espacio anular.

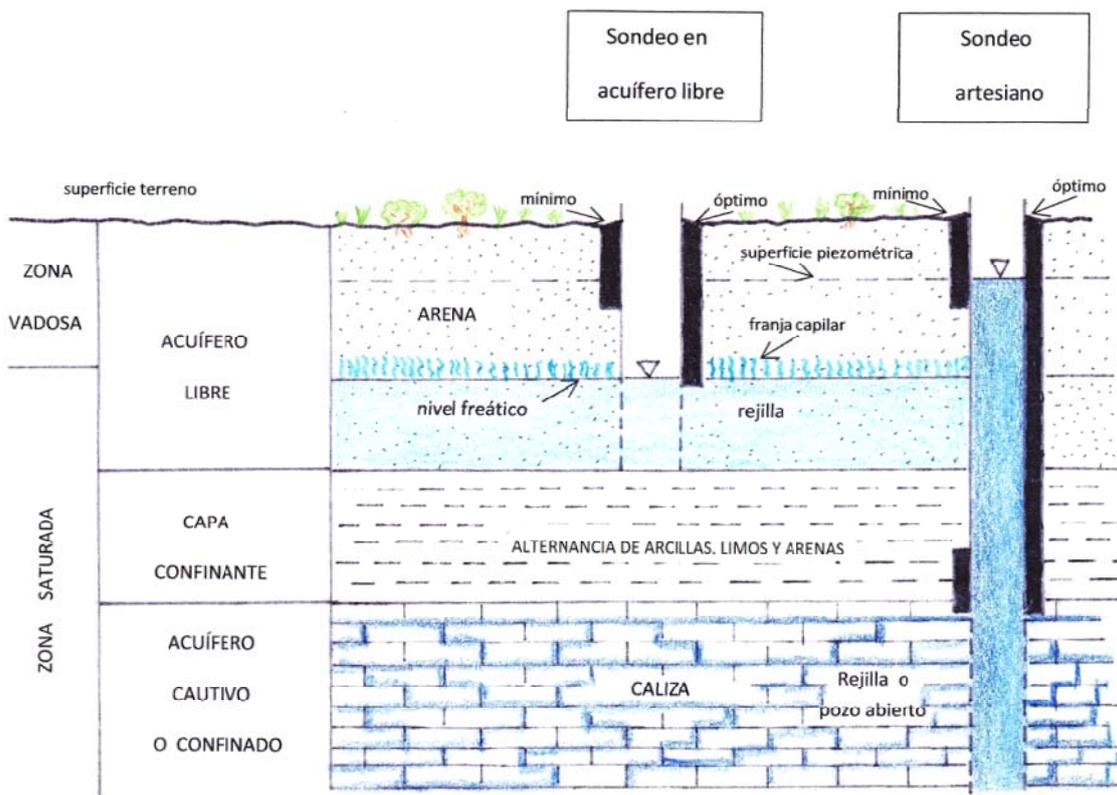


Figura 1. Esquema de cementación para acuíferos libres y confinados

En el caso de materiales detríticos no extraordinariamente permeables, puede utilizarse cualquiera de los métodos de cementación en continuo citados (por fases para profundidades grandes). En el caso de materiales cársticos será preferible optar por la cementación por tramos separados, aprovechando zonas más compactas y utilizando el sistema de obturadores (“packers”) de otro tipo, válvulas de cementación y doble obturador interno de cementación. No obstante, para sondeos profundos será preferible la utilización combinada de diversos métodos de cementación.

Tanto las profundidades como los métodos de cementación deberán figurar en el proyecto y ser aprobados por la Administración. Se comunicarán a la misma los cambios que se puedan producir durante la ejecución del sondeo.

Protección sanitaria

La protección sanitaria o cierre sanitario del pozo, comprende tres elementos: cierre de la cabeza de la entubación y salida de la impulsión, sello sanitario y arqueta o caseta protectora.

Cierre de cabeza.- Bomba de eje vertical: El propio motor de la bomba y la bancada de asentamiento tienen que actuar de cierre, garantizar la estanqueidad del sistema mediante juntas estancas adecuadas y llevar incorporados los dispositivos protegidos para permitir la medición del nivel del agua en el pozo, así como válvulas antiretorno. Bomba sumergida: Debe garantizarse que la tubería de descarga, la de medida de nivel piezométrico y la entrada de los cables eléctricos, tengan un cierre estanco, al igual que la platina o cabezal de cierre de la tubería, mediante la utilización de juntas adecuadas o soldaduras.

Sello sanitario.- Como sello sanitario se instalará una placa de acero u hormigón en masa, que rodee el entubado del pozo y que sea solidario con la cementación del antepozo o tubería de emboquillado y en su defecto, con la cementación del propio entubado. La placa debe tener una pendiente suficiente para garantizar el buen drenaje. Debe tener una parte enterrada de entre 10 y 50 cm de espesor y una superficie mínima de 3 m². Sobre ella o en la parte saliente del entubado se fijará una placa identificativa del sondeo. En cualquier caso se podan proponer, para su aprobación, otras soluciones análogas.

Arqueta o caseta protectora.- Este elemento está previsto como protección frente a actos vandálicos o intromisiones externas en la instalación. En ningún caso deben obviarse los dos primeros elementos de protección.

Desinfección

Es necesario desinfectar las nuevas captaciones o todas aquellas que se reprofundizan, reparen o en las que se realiza alguna intervención importante, para eliminar la contaminación introducida en las operaciones de construcción o reparación.

En los pozos de nueva construcción, debe evitarse en lo posible, la contaminación durante el proceso constructivo, aplicando criterios de buenas prácticas, tanto en la fase constructiva como en la de desarrollo. Habrá que tener la precaución de desinfectar todas las herramientas o equipos que sean introducidos en el aprovechamiento de agua durante las operaciones.

Se utilizarán productos desinfectantes aceptados y utilizados comúnmente, como el hipoclorito sódico líquido (lejía), en concentraciones de 5,25 % de cloro (lejía doméstica) y 12,5 % (industrial) y el hipoclorito cálcico en polvo, granular o en pastillas (60-70 %). Deben emplearse siempre sin perfumes u otros aditivos (de calidad alimentaria).

Las concentraciones de cloro libre que deben utilizarse oscilan entre 50 mg/L como mínimo y 200 mg/L. En desinfecciones de choque nunca deben sobrepasarse los 500 mg/L para evitar corrosiones.

La aplicación de la solución desinfectante en el sondeo puede hacerse directamente desde la boca para sondeos de profundidades menores de 50 m y columna de agua menor de 20 m, pero es recomendable hacerlo bombeándola a través de una tubería auxiliar a fondo de sondeo e ir elevando esta paulatinamente.

Dado que es conveniente una mezcla lo más completa posible, puede utilizarse una cabeza o dispositivo de inyección en el extremo de la tubería auxiliar, aplicando baja presión, un sistema de pistón o un sistema mixto.

Es recomendable inyectar y remover sucesivamente un 25% del volumen necesario en cada una de las zonas siguientes: fondo de pozo, centro de la zona ranurada, techo de la zona ranurada y tramo en el entorno del nivel dinámico.

Sondeos geotérmicos de muy baja entalpía

Sondeos para intercambiadores en circuito cerrado.- Estos sondeos deberán cumplir en general lo establecido en las normas AENOR UNE 100715-1, EN12201 o DIN4279-7 en lo que refiere al entubado y al relleno, la norma EN ISO 17628 que se refiere a los ensayos geotérmicos, así como adaptar de forma específica su diseño en lo que se refiere al tipo de material de relleno del sondeo y longitud a las características hidrogeológicas del terreno, asegurando en todo caso que no provoquen efectos no deseados en la calidad del agua subterránea.

Sondeos para extracción.- inyección en circuito abierto.- Estos sondeos cumplirán la presente norma para los sondeos de captación. Al finalizar los sondeos se realizarán obligatoriamente los ensayos de bombeo y termométricos necesarios para verificar la ausencia de interferencia hidráulica y térmica con otras captaciones.

Control de calidad de la obra

La dirección técnica debe contar con un hidrogeólogo con experiencia que efectúe el seguimiento de la obra, analice e interprete las previsiones recogidas en el proyecto y realice el control tanto en lo referente a las condiciones hidrogeológicas, como a la calidad de los materiales empleados. Este seguimiento permitirá adoptar con criterio suficiente las modificaciones sobre el proyecto que sean necesarias, en función de los resultados que se vayan obteniendo durante la ejecución de la obra. Su actuación incluirá muy especialmente el registro geológico detallado de la columna del sondeo, así como la testificación geofísica y el registro videográfico final, en su caso.

Asimismo, realizará la supervisión de todos los aspectos referentes a la seguridad y salud de los trabajos (para lo cual deberá estar oficialmente cualificado) y la prevención y seguimiento de las medidas medioambientales.

La dirección técnica realizará el informe final de los trabajos, incluyendo los resultados obtenidos y las modificaciones realizadas con respecto al proyecto inicial. Se aportará informe de la testificación del sondeo (preferiblemente realizada por empresa ajena), de visión del pozo, diámetros, inclinación, situación de filtros, etc.

Documentación final de la obra

Al concluir los trabajos el concesionario entregará a la Administración una documentación de final de obra en la que se quedara detallada gráficamente y por escrito el estado final del pozo, en la que se incluirán: diámetros de perforación, columna litológica atravesada, los niveles, las entubaciones indicando el material empleado, espesores y diámetros, así como las cementaciones, rejillas y filtros utilizados. Dicha documentación tendrá que estar certificada por técnicos competentes, con la formación reflejada en el apartado anterior de Control de calidad de la obra.

En el caso de resultado positivo, se adjuntará ensayo de bombeo con una duración según el caudal que se pretenda extraer:

- Caudal menor de 1 L/s y volumen anual menor de 7.000 m³. Ensayo de bombeo de 6 horas de duración y 4 h de recuperación. La Administración podrá imponer justificadamente ensayos de 24 h de duración y 24 h de recuperación.
- Caudal entre 1 y 10 L/s y volumen anual superior a 7.000 m³. Ensayo de bombeo de 24 horas de duración y 24 h de recuperación.
- Caudal superior a 10 L/s y volumen anual superior a 7.000 m³. Ensayo de bombeo de 48 horas de duración y una recuperación entre 24 h y 48 h.

En pozos de abastecimiento a población, el ensayo de bombeo tendrá una duración mínima de 48 h.

Los ensayos de bombeo podrán combinarse con un ensayo escalonado previo.

Durante la realización de los ensayos de bombeo y para su posterior análisis hidroquímico se tomará como mínimo una muestra de agua al cabo de 1 h del inicio y otra al finalizar el bombeo. En los pozos que vayan a destinarse a consumo humano se deberá realizar el correspondiente análisis sanitario.

Abandono y clausura

En primer lugar es preciso diferenciar entre pozo inactivo y pozo abandonado. En el primer caso se trata de un pozo que, reuniendo las condiciones de cantidad y calidad de agua y unas adecuadas condiciones constructivas, no se explota temporalmente por diversos motivos. En este caso, solamente sería necesario garantizar un correcto mantenimiento del cierre sanitario y también sería conveniente la extracción y almacenamiento en condiciones adecuadas de la bomba.

Se entiende por pozo abandonado aquel en el que se renuncia a su uso antes de su instalación, por falta de caudal o por mala calidad del agua, o después de un tiempo de uso, por abandono de actividad, deterioro de la calidad o descenso excesivo del nivel o agotamiento del acuífero o deterioro de la construcción por corrosión, efectos mecánicos u otros.

Los pozos abandonados son una vía potencial de contaminación y debe procederse a su sellado o clausura, para evitar dicha contaminación y para reponer en lo posible el dominio público hidráulico a su situación anterior.

Inicialmente se realizará una revisión visual y una comprobación como mínimo de la profundidad del nivel freático y de la captación y los materiales de entubación; se identificarán las posibles obstrucciones u objetos que ocupen el interior del sondeo. Con esta información se propondrá a la Administración un plan de clausura que deberá aprobarlo. Siempre que sea posible se realizará un registro videográfico del sondeo que permitirá definir con mayor garantía dicho plan de clausura. Con carácter previo al inicio de las operaciones de clausura se eliminarán todos los objetos y obstrucciones existentes, para lo cual se utilizarán las diferentes herramientas de pesca existentes. Tras retirar los objetos existentes dentro de la captación se procederá a su desinfección y se tratará de recuperar la entubación o revestimiento (como en pozos, sondeos de hinca y sondeos).

Para la clausura de una captación no entubada o en la que se haya podido extraer la tubería y de la que se tenga conocimiento de la columna litológica, se procederá al relleno por capas con materiales lo más similares posibles desde el punto de vista hidráulico a las capas del terreno existentes en la captación. Dicho material debe estar limpio y sin presencia de materia o restos orgánicos. En perforaciones con más de un acuífero, y siempre que sea técnicamente posibles, podrán separarse los horizontes acuíferos y los materiales permeables de relleno asociados mediante horizontes de cemento y/o bentonita que los mantendrán aislados entre sí.

En la parte superior, se recomienda en un tramo máximo de hasta un metro de profundidad, rellenar con material sellante como bentonita compactada, formando un montículo superficial con material del suelo, con una suave pendiente para el drenaje. Es recomendable que en este tramo se extraiga la entubación o revestimiento, para que el sellante entre en contacto con la litología del entorno.

Si se desconoce la litología pero existe nivel freático, se rellenará con grava desinfectada hasta 1 m por encima del mismo y el resto, con lechada, salvo el último metro, que debe rellenarse con terreno natural.

En el caso de sondeos negativos, carentes de agua, se rellenará toda la columna con lechada de cemento, arcilla-cemento o bentonita-cemento, salvo el último metro.

En los sondeos entubados deberán extraerse preferentemente todos los elementos, como tubería, rejilla, empaques de grava, restos de cementación, etc. La tubería puede extraerse mediante grúas, gatos, etc., siempre que los restos de cementación no sean de más de 3 m o no existan materiales muy expansivos y siempre que la tubería tenga el espesor y resistencia conveniente y no se encuentre excesivamente corroída. En el caso de entubados en PVC o en chapa naval de menos de 6 mm de espesor esta operación es difícilmente viable.

Para sondeos entubados con PVC o acero de menos de 350 mm de diámetro, podrá procederse a la reperforación, con batería o martillo de mayor diámetro, con corte previo de la tubería por tramos y extracción de la misma, o bien a la perforación a destroza de la tubería y en su caso, del empaque de grava y las cementaciones. Cuando no exista viabilidad de reperforación, por cuestiones técnicas o económicas, se procederá a la perforación o rajado del entubado y la inyección de lechada de cemento a presión. Para la perforación del entubado se puede utilizar el sistema de disparos de carga hueca (suficiente 4 perforaciones radiales cada 30 cm), que deberá realizarse siempre por personal muy experto, o el ranurado con cuchillas.

La inyección se puede realizar con tubería auxiliar interna y cierre de cabeza o utilizando dispositivos de cementación con doble obturador si se pretende inyectar determinados tramos, rellenando con arena, por ejemplo, los otros.

Al concluir los trabajos el concesionario entregará a la Administración una documentación de final de obra en la que se quedará detallada gráficamente y por escrito el estado final del pozo en el que se incluirán los diámetros de reperforación en su caso, los terrenos atravesados, las entubaciones eliminadas o perforadas, indicando el material y método empleado, tipología de los materiales de relleno y cementación utilizados, volúmenes de los mismos y métodos de cementación.

CONSIDERACIONES FINALES

Las Administraciones hidráulicas, tanto estatal para las cuencas intracomunitarias como autonómica en las intracomunitarias, tienen atribuidas por ley la responsabilidad de la gestión, control y protección del dominio público hidráulico, así como la consecución de los objetivos de buen estado cuantitativo y cualitativo, fijados por la Directiva Marco del Agua y su trasposición a la legislación de aguas española.

El Real Decreto 849/1986 de 11 de abril (Reglamento del Dominio Público Hidráulico), fija en su artículo 179 la documentación a presentar para solicitar un permiso de investigación y en el artículo 180 se regula la actuación de la Administración, en el condicionado de la autorización y la documentación a entregar al final de la obra:

1.
2. *El Organismo de cuenca establecerá las condiciones que procedan en las autorizaciones de investigación que otorguen, que, en su caso, se ajustarán a las normas fijadas para cada acuífero o unidad hidrogeológica en el Plan Hidrológico de cuenca. En particular, podrá establecer*
 - a)
 - b)
 - c) *Normas técnicas de ejecución, como situación de zonas filtrantes, sellado de acuíferos, aislamientos y aquellas otras que resulten convenientes para la mejor conservación de los acuíferos.*
 - d) *Aforos, ensayos y análisis a realizar.*
 - e) *Para el caso de que la investigación resultase negativa o no interesase la explotación, las normas para el sellado de la perforación y la restitución del terreno a las condiciones iniciales.*

El punto 3 de este artículo establece también que el interesado debe entregar a la Administración: corte geológico de los terrenos atravesados, niveles piezométricos encontrados, profundidades, diámetros, entubación, zonas de filtros y demás características de orden técnico...

En el artículo 184.3 se dice que, para la obtención de una concesión, el procedimiento será análogo al indicado para las autorizaciones de investigación.

El R.D. 927/1988 de 29 de julio (RAPAPH) establece por su parte en el artículo 84, en sus puntos 3 y 4, que el Plan Hidrológico determinará los criterios básicos para la protección de las aguas subterráneas y establecerá para cada unidad hidrogeológica, en la medida en que sea posible, normas para el otorgamiento de autorizaciones de investigación o concesiones.

El R.D. 1514/2009 de 2 de octubre, en el que se regula la protección de aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro, en trasposición de la Directiva 2006/118/CE de 12 de octubre, en su artículo 6, *Medidas para prevenir o limitar las entradas de contaminantes en las aguas subterráneas*, establece en su punto 1b), que se deberán aplicar las mejores prácticas ambientales y las mejoras técnicas disponibles especificadas en la normativa que sea de aplicación, incluyendo en particular:

“.....

Las relativas a aquellas actividades, en particular obras subterráneas y construcción de pozos, que puedan facilitar la entrada de contaminantes en el acuífero ...”.

A partir de lo expuesto anteriormente se puede concluir que, aunque de forma inconexa y difusa, existen suficientes referentes legales para entender que las Administraciones están obligadas a establecer condiciones técnicas para la construcción de pozos, en aras de la necesaria protección de las aguas subterráneas.

La propuesta planteada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos, pretende proponer a las Administraciones hidráulicas responsables, de unos criterios técnicos mínimos, contrastados en base a los conocimientos teóricos y la experiencia práctica, para facilitarles el cumplimiento de sus obligaciones legales de protección del dominio público hidráulico y de cumplimiento de los objetivos ambientales.

Se considera imprescindible que las distintas Administraciones responsables se doten de una normativa de mínimos que puedan aplicarse en las diferentes demarcaciones, con las debidas adaptaciones en los diferentes Planes Hidrológicos. Es su responsabilidad, no solo para la protección del dominio público hidráulico, sino también de los intereses de los ciudadanos y su seguridad jurídica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS RECOMENDADAS

BOIB (2005). *Decreto 108/2005 de 21 de octubre, por el que se regulan las condiciones técnicas de autorizaciones y concesiones de aguas subterráneas y de ejecución y abandono de los sondeos en el ámbito de las Illes Balears*. BOIB núm. 163 de 29 octubre 2005, pág. 69-71.

GORLA, Maurizio (2010). *Pozzi per acqua. Manuale Tecnico di Progettazione*. Dario Flaccovio Editore.

HOUBEN, Georg & TRESKATIS, Christoph (2007). *Water well. Rehabilitation and reconstruction*. Mc Graw Hill.

LÓPEZ JIMENO, Carlos et al. *Manual de Sondeos. Tecnología de perforación*. E.T.S. de Ingenieros de Minas (distribución).

PLAN HIDROLÓGICO DE LAS ISLAS BALEARES (2015). *Normativa, Anejo 2: Condiciones técnicas para la ejecución y abandono de sondeos y/o pozos*.

ROSCOE MOSS COMPANY (1990). *Handbook of Ground Water Development*.

SERRET, Robert J. (2007). *Groundwater and Wells*. Third edition. Johnson Screens.

TAYLOR & FRANCIS Group (1997). *Drilling. The Manual of Methods, applications and Management*. Australian Drilling Industry Training Committee Limited. CRC Press.