



CONGRESO IBÉRICO

AGUA SUBTERRÁNEA, MEDIO AMBIENTE, SALUD Y PATRIMONIO

Construcción y clausura de pozos

Aspectos legales y constructivos

ALFREDO BARÓN PÉRIZ

Geólogo e hidrogeólogo

Colaborador Honorífico del Departamento de Geografía de la Universidad de las Islas Baleares (UIB)

Coordinador de actividades del Observatorio del Agua de la UIB

Salamanca, 12 a 15 noviembre 2018

LAS COSAS PUEDEN HACERSE BIEN, REGULAR, MAL ... O COMO AQUÍ !!

NORMATIVAS INTERNACIONALES

- En **1.946** la AWWA publicó los primeros “*Standards for deep wells*”. Los primeros estándares legales a los que se ha tenido acceso son los del estado de California, publicados en 1.968. La mayoría de las normas internacionales se derivan de uno u otro modo de estos primeros estándares.
- **Se han analizado las siguientes normas:**
- **Europa:** 13 países
- **América central y Sudamérica:** Colombia, Venezuela, Argentina, El Salvador, Nicaragua, México, Uruguay, Brasil, Bolivia, Costa Rica y Chile.
- **Estados Unidos de América:** 23 estados.
- **Canadá:** Alberta, Príncipe Albert, Ontario, British Columbia, Quebec.
- **Australia:** Australia y Nueva Zelanda.
- **África:** Nigeria, Sudáfrica, East African Community, Zimbabwe.

MARCO LEGAL EN ESPAÑA

1879 a 1985.- Vigencia exclusiva de la Ley de Aguas y el Código Civil.

- ✓ Real Decreto de 5 de junio de 1883. Instrucción para la tramitación de expedientes de Alumbramiento de Aguas Subterráneas en terrenos de dominio público.
- ✓ Real Decreto de 23 de agosto de 1934, que declara obligatoria la inscripción de manantiales y alumbramientos en el Registro de la Jefatura de Minas correspondiente.
- ✓ Decreto de 23 de octubre de 1941. Delimita las funciones entre el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Industria y Energía.

Ley de Aguas de 1985 – actualidad.-

- ✓ Real Decreto 863/1985, de aprobación del Reglamento General de normas básicas de seguridad minera. Los trabajos de perforación de sondeos para prospección de aguas subterráneas, requieren aprobación previa del Ministerio de Industria.
- ✓ **Ley 29/1985 de Aguas.** Establece el **carácter público de las aguas subterráneas.**
- ✓ Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, de aprobación del Reglamento de Dominio Público Hidráulico. Para los territorios con régimen especial, se mantiene la necesidad de autorización para volúmenes anuales de menos de 7.000 m³/año.
- ✓ Real Decreto 927/1988, de aprobación del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica. Regula el procedimiento para la elaboración y aprobación de los planes hidrológicos: se desarrolla en dos fases (artículo 99); en la primera fase, se establecen las directrices del Plan y en la segunda, la redacción del Plan propiamente dicho.

- **DIRECTIVA MARCO DEL AGUA (Directiva 2000/60/CE de 23 octubre 2000)**
 - Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), modificado por la Ley 62/2003 de 30 de diciembre (Art. 127).
 - Ley 11/2005 de 22 de junio, de modificación de la Ley 10/2001 de 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.
 - Real Decreto 907/2007 de 6 de junio; Reglamento de Planificación Hidrológica.
 - Orden ARM/2656/2008 de 10 de septiembre; Instrucción de Planificación Hidrológica, modificada por la Orden ARM/1195/2011.
 - Ley 11/2012 de 19 de diciembre (Art. 1º,14). Añade Disposición adicional decimoquinta al TRLA.
- **DIRECTIVA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (*Directiva hija*), Directiva 2006/118/CE.**
 - Real Decreto 1514/2009 de 2 de octubre. Incorpora los Apartados 2.3, 2.4 y 2.5 del Anejo V de la Directiva Marco del Agua.
- **DIRECTIVA DE INUNDACIONES (Directiva 2007/60/CE de 27 de octubre)**
 - Real Decreto 903/2010 de 9 de julio.
- **DIRECTIVA 2001/42/CE de 27 de junio de 2001**, de Evaluación de los efectos de determinados Planes y Programas... y Directiva de Nitratos y Directiva de Depuración de Aguas Residuales....

MARCO LEGAL: PROFUSO, CONFUSO Y DIFUSO,

A RÍO REVUELTO, GANANCIA DE PESCADORES ...

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.

Pero *“para la interpretación de una norma no basta con tomar en consideración únicamente el significado común de las palabras, como señala el título preliminar del Código civil, la interpretación de cualquier norma debe realizarse «según el sentido propio de sus palabras, en relación con el contexto, los antecedentes históricos y legislativos, y la realidad social del tiempo en que han de ser aplicadas, atendiendo fundamentalmente al espíritu y finalidad de aquellas»* ([artículo 3](#) del Código Civil).

- *Hemos de considerar que la interpretación contextual y teleológica de la intervención pública a través del citado sistema autorizatorio es la protección del dominio público hidráulico conforme establece la Ley (artículos 1.2, 14.3, 40.1, 90 y [92. bis.b.a'](#) del Real Decreto Legislativo 1/2001) y ello debe condicionar necesariamente la interpretación correcta del transcrito texto.*
- *Así pues conforme a dicho contexto y finalidad si se otorgaran autorizaciones sin establecer normas técnicas de ejecución se estaría incumpliendo la finalidad principal de sistema autorizatorio ya que dichas normas son de forma clara una garantía necesaria para que no se produzcan contaminaciones superficiales directas a través del sondeo o intercambios de aguas entre distintas capas de acuíferos u otros deterioros ambientales indeseables”.*

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 ...”.

- “Además hay que recordar que conforme al Derecho comunitario «los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para evitar o limitar la entrada de contaminantes en las aguas subterráneas y evitar el deterioro del estado de todas las masas de agua subterránea» (artículo 4.1.b.i) de la [Directiva 2000/60/CE](#)) y que «siempre que sea técnicamente posible, se tendrán en cuenta las entradas de contaminantes procedentes de fuentes de contaminación difusas que tengan un impacto en el estado químico de las aguas subterráneas» (artículo 6.2 de la [Directiva 2006/118/CE](#)). Téngase en cuenta que como señala la adaptación española de esta última Directiva la adopción de medidas de prevención es importante en las «obras subterráneas y construcción de pozos, que puedan facilitar la entrada de contaminantes en el acuífero» ([artículo 6.1.b del Real Decreto 1514/2009](#)).

- *Igualmente es relevante considerar que según la jurisprudencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea al aplicar el Derecho interno y, en particular, las disposiciones de una normativa específicamente adoptada para ejecutar lo exigido por una directiva, los órganos jurisdiccionales nacionales están obligados a interpretar ese Derecho, en la medida de lo posible, a la luz de la letra y de la finalidad de esta directiva para alcanzar el resultado que ésta persigue y, por lo tanto, atenerse al artículo 249 CE, párrafo tercero» (sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea de 10 de abril de 1984, [C-14/83](#), Colson y Kamann, EU:C:1984:153, apartado 26).*
- *Conforme a la citada jurisprudencia las Autoridades españolas están obligadas a interpretar al [artículo 180.2](#) del Real Decreto 849/1986 conforme al artículo 4.1.b.i) de la [Directiva 2000/60/CE](#) y artículo 6.2 de la [Directiva 2006/118/CE](#), y por lo tanto, aplicar las medidas necesarias para evitar o limitar la entrada de contaminantes en las aguas subterráneas y evitar el deterioro del estado de todas las masas de agua subterránea, lo que comprende necesariamente establecer y exigir el cumplimiento de las normas técnicas de ejecución a las que se refiere dicha norma nacional”.*

(Fundación Nueva Cultura del Agua, Abel La Calle, Alfredo Barón, 2017)

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 que está elaborando 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.

Es 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. **En caso contrario, se está haciendo una irresponsable dejación de funciones.**

Si se analizan las distintas confederaciones hidrográficas, se observa que no existe una norma técnica de construcción de pozos que fije unas condiciones técnicas para la construcción de pozos de agua.

Todo queda al libre albedrío de los funcionarios responsables o a la buena voluntad de los sondistas y directores facultativos.

La falta de normativa, la falta de personal especializado y en muchos casos la sobrecarga de trabajo, hace todavía más necesario la fijación de dichas normas de mínimos, que facilitarían enormemente el trabajo de unos y otros.

Debería exigirse asimismo, cualificación profesional para el personal que realiza las captaciones de agua subterránea, al igual que sucede en todos los países civilizados y en muchos de los que consideramos, en nuestra soberbia, tercer mundo.

El caso de las Islas Baleares

Régimen especial: 1969 a 1985.-

- ✓ Ley 59/1969, sobre Régimen Jurídico de los alumbramientos de aguas subterráneas en la Isla de Mallorca. Se prohíben nuevas captaciones, se crea el Comité de Coordinación para el Estudio Regional de los Recursos Hidráulicos Totales de la Isla de Mallorca y se establece un plazo máximo para la realización del mismo. Al final del estudio y a propuesta de los tres ministerios (oída la Organización Sindical), el gobierno aprobará por decreto las normas que regirán en el futuro. Se prevé la extensión a otras zonas de Baleares.
- ✓ Decreto 192/1970, de zonación de características de nuevos alumbramientos.
- ✓ Decreto 632/1972, que extiende a Ibiza el ámbito de aplicación de la Ley.
- ✓ **Decreto 3382/1973**, sobre normas de aprovechamiento de las aguas subterráneas en la provincia de Baleares.
- ✓ 1996, Plan Hidrológico de las Islas Baleares. Directrices del Plan.
- ✓ Real Decreto 378/2001, de aprobación del Plan Hidrológico de las Islas Baleares. Mantiene las condiciones del régimen especial y crea la figura de “unidades clasificadas”.
- ✓ Ley 10/2003, de medidas tributarias y administrativas. En su artículo 22.1, consolida la aplicación del régimen especial para Baleares.
- ✓ **Decreto 108/2005**, por el cual se regulan las **condiciones técnicas** de autorización y concesiones de aguas subterráneas y **de ejecución y abandono de sondeos**, en el ámbito de las Islas Baleares.

El Decreto 3382/1973 de 21 de diciembre sobre **normas de aprovechamiento de las aguas subterráneas en la provincia de Baleares** (que puede considerarse como el primer “Plan Hidrológico” de las islas, establecía, en su artículo 6:

“A partir de estos datos el IGME, de acuerdo con el balance actualizado, impondrá a través de informe vinculante, las Normas Técnicas de ejecución (filtros, sellado de acuíferos, cementación, volúmenes a explotar) que permitan la normal conservación de los acuíferos y que servirá de base a la autorización que concede el SHB”.

La tramitación independiente del “permiso de obra subterránea” a través de la jefatura de Minas de la Delegación de Industria al amparo de la legislación de Minas (Reglamento de Seguridad Minera) **hizo totalmente inoperante las anteriores prescripciones** e impidió la imposición de normas técnicas de construcción de captaciones de aguas que permitieran garantizar la protección de los acuíferos.

Para solventar el problema planteado y unificar en un solo expediente administrativo tanto los aspectos del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera como la correcta tramitación de concesiones planteadas en la Ley de Aguas, en nuestra Comunidad se han desarrollado sucesivas medidas normativas y organizativas.

El Real Decreto 1465/1984, de 28 de marzo, **transfiere** a la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares las funciones que ejerce el Ministerio de Industria y Energía en relación con las aguas subterráneas, las cuales se atribuyen en el ámbito de la administración autonómica a la Conselleria de Comercio e Industria.

El Real Decreto 475/1985, de 6 de marzo, traspasa a la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares las funciones y servicios del Estado en materia de obras hidráulicas, las cuales se atribuyen, en el ámbito autonómico, a la Conselleria de Obras Públicas y Ordenación del Territorio.

Ya en el marco legislativo de la Comunidad Balear, por **Decreto 106/1990**, se crea como organismo autónomo **la Junta de Aguas de Baleares**, organismo de cuenca intraautonómico, al que se atribuyen, en el Artículo 5 de este decreto, **todas las competencias** que la Comunidad Autónoma tenga asumidas en materia de aguas, salvo las correspondientes a la administración sanitaria.

La Orden de 12 de marzo de **1993**, en desarrollo del citado Decreto 106/1990, unifica en la Junta de Aguas, la tramitación de expedientes de captación de aguas subterráneas.

Para adaptarse a la transferencia de competencias efectuada por el **R. D. 115/1995**, se crea **la Dirección General de Recursos Hídricos**, por Orden del Presidente de la Comunidad Autónoma, de 18 junio de 1.996, que asume todas las competencias de la Comunidad Autónoma en materia de Aguas.

A partir de esa fecha, a pesar de estar ya unificados los trámites, la dinámica ha seguido siendo la misma. Los Directores Facultativos no consideraron en ningún caso, establecer en sus “proyectos” criterios específicos de aislamiento de acuíferos mediante cementación, ni sobre el entubado, ni sobre verticalidad para proteger el Dominio Público Hidráulico y la salud de las personas, ni vigilar ni controlar la calidad de la ejecución de los sondeos, de acuerdo con los estándares internacionalmente aceptados y las mínimas buenas prácticas profesionales y la Administración Hidráulica, en lo que se refiere a tramitación de pozos, se ha limitado a aplicar la filosofía de **“que entre un papel y salga un papel que no cree problemas, aunque ninguno de los dos tenga nada que ver con la realidad”** tal como se denunció en un informe interno en el año 1990.

Para revertir esta situación, las directrices del Plan Hidrológico de las Islas Baleares (1.996), elaboradas conjuntamente por el Ministerio de Obras Públicas y la Administración Hidráulica Balear, establecían:

A partir de esa fecha, a pesar de estar ya unificados los trámites, la dinámica ha seguido siendo la misma. Los Directores Facultativos no consideraron en ningún caso, establecer en sus “proyectos” criterios específicos de aislamiento de acuíferos mediante cementación, ni sobre el entubado, ni sobre verticalidad para proteger el Dominio Público Hidráulico y la salud de las personas, ni vigilar ni controlar la calidad de la ejecución de los sondeos, de acuerdo con los estándares internacionalmente aceptados y las mínimas buenas prácticas profesionales y la Administración Hidráulica, en lo que se refiere a tramitación de pozos, se ha limitado a aplicar la filosofía de **“que entre un papel y salga un papel que no cree problemas, aunque ninguno de los dos tenga nada que ver con la realidad”** tal como se denunció en un informe interno en el año 1990.

Para revertir esta situación, las directrices del Plan Hidrológico de las Islas Baleares (1.996), elaboradas conjuntamente por el Ministerio de Obras Públicas y la Administración Hidráulica Balear, establecían:

A partir de esa fecha, a pesar de estar ya unificados los trámites, la dinámica ha seguido siendo la misma. Los Directores Facultativos no consideraron en ningún caso, establecer en sus “proyectos” criterios específicos de aislamiento de acuíferos mediante cementación, ni sobre el entubado, ni sobre verticalidad para proteger el Dominio Público Hidráulico y la salud de las personas, ni vigilar ni controlar la calidad de la ejecución de los sondeos, de acuerdo con los estándares internacionalmente aceptados y las mínimas buenas prácticas profesionales y la Administración Hidráulica, en lo que se refiere a tramitación de pozos, se ha limitado a aplicar la filosofía de **“que entre un papel y salga un papel que no cree problemas, aunque ninguno de los dos tenga nada que ver con la realidad”** tal como se denunció en un informe interno en el año 1990.

Para revertir esta situación, las directrices del Plan Hidrológico de las Islas Baleares (1.996), elaboradas conjuntamente por el Ministerio de Obras Públicas y la Administración Hidráulica Balear, establecían:

Directriz 11.6:

El Plan Hidrológico **propondrá normas técnicas** para el diseño y ejecución de perforaciones (pozos, sondeos o galerías) destinadas a proteger de la contaminación las distintas capas acuíferas, sea por agentes procedentes del exterior o por conexión hidráulica entre las mismas.

En cumplimiento de lo previsto en dichas Directrices, el Plan Hidrológico de 2001 establecía en su Artículo 42, los criterios y requisitos a tener en cuenta para la tramitación administrativa de autorizaciones y concesiones.

Los proyectos a presentar debían caracterizar suficientemente los acuíferos a explotar, los niveles de los mismos, la profundidad total de la obra, el diámetro de perforación y de entubación; las características de las tuberías de revestimiento y de los tramos filtrantes previstos y las características de la cabecera de pozo: cementación superficial y cierre, así como el método de perforación y operaciones de cementación en su caso.

También se debía incluir el procedimiento de desinfección y, si fuese necesario, las prescripciones para el sellado de acuíferos, el abandono de sondeos negativos y salinizados y los métodos de desarrollo que se fueran a utilizar.

Basándose en dicha documentación, la Administración Hidráulica debía imponer las correspondientes medidas **que garantizaran la protección de los acuíferos**, evitando tanto contaminaciones externas como interconexiones indeseadas entre los mismos.

Como puede observarse, **se obliga a la AH a imponer las medidas que garanticen la protección de los acuíferos**, tanto de contaminaciones externas como de interconexiones indeseadas entre los mismos. Sin embargo, no se conoce un sólo caso en que se hayan analizado mínimamente las condiciones de ejecución del “proyecto” presentado, ni se hayan impuesto condiciones más allá de las inexistentes en dichos “proyectos”.

En 2003 se produjo un episodio de contaminación de acuíferos en Santa Gertrudis (Ibiza), por derrame de hidrocarburos por rotura de un tanque de la gasolinera. Este episodio puso de manifiesto las graves consecuencias y costes sociales provocados por la mala construcción de los pozos de agua.

A la vista de todo ello y para concretar las normas, ya implícitas en el PHIB de 2001 pero no aplicadas por los Directores Facultativos ni por la Administración, se decidió por la superioridad la elaboración de un decreto que regulase las normas técnicas de construcción de captaciones para la protección del DPH pero también para la protección de la salud de las personas (y la durabilidad de la captación y por tanto el interés del ciudadano).

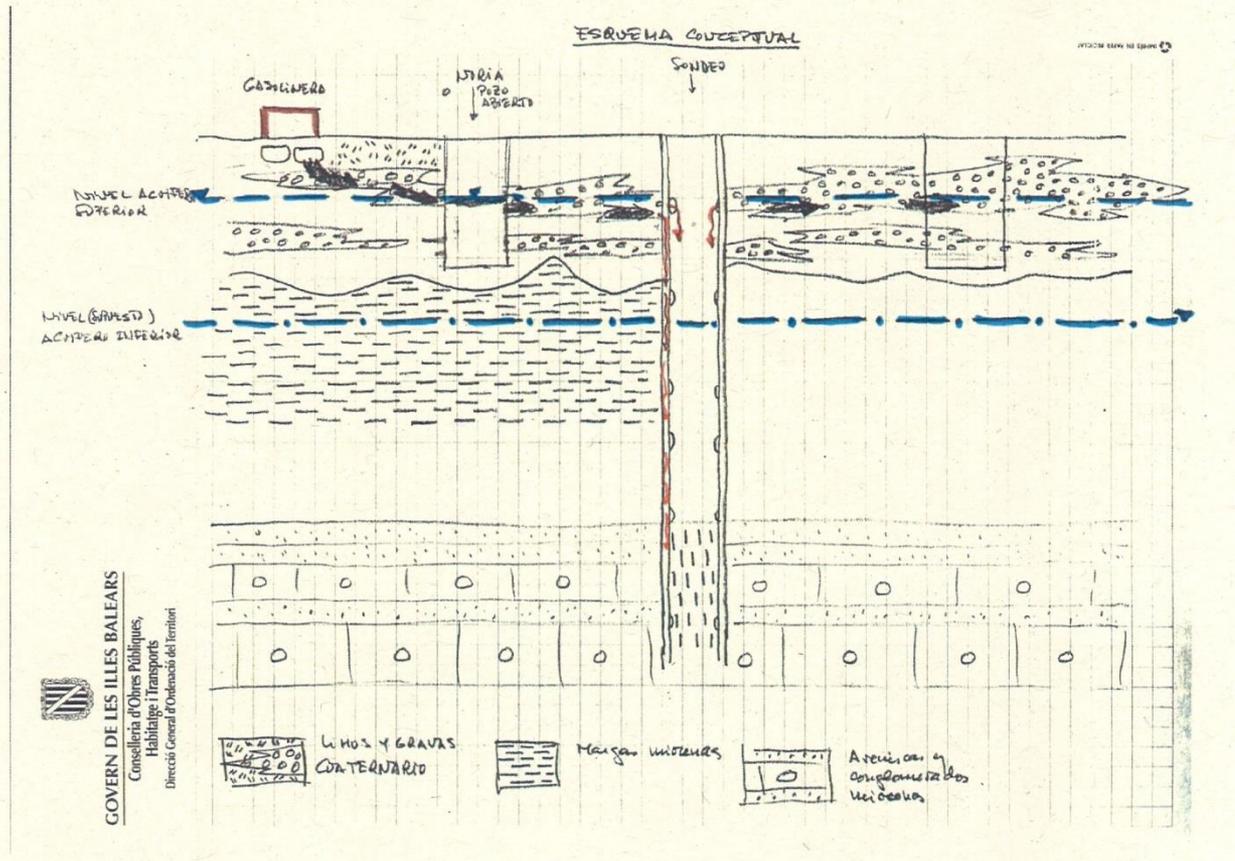
“Decreto **108/2005** de 21 de octubre por el cual se regulan las condiciones técnicas de autorizaciones y concesiones de aguas subterráneas y de ejecución y abandono de los sondeos en el ámbito de las Islas Baleares”

Para facilitar el cumplimiento de este decreto y a petición de la Asociación de Sondistas, **se impartieron unos seminarios o cursillos** y a los participantes se les expidió un certificado.

Asimismo, para que las empresas pudieran dotarse del equipo necesario, se dictó la Orden del Consejero de Medio Ambiente de 27 de junio de 2006 estableciendo las bases reguladoras para la concesión de subvenciones para las adquisiciones de material necesario para adecuar la maquinaria necesaria destinada a realizar sondeos con las condiciones técnicas mínimas de ejecución y por resolución de día 20 de septiembre de 2006, del Consejero de Medio Ambiente, se aprueba la convocatoria de subvenciones para el fin citado.

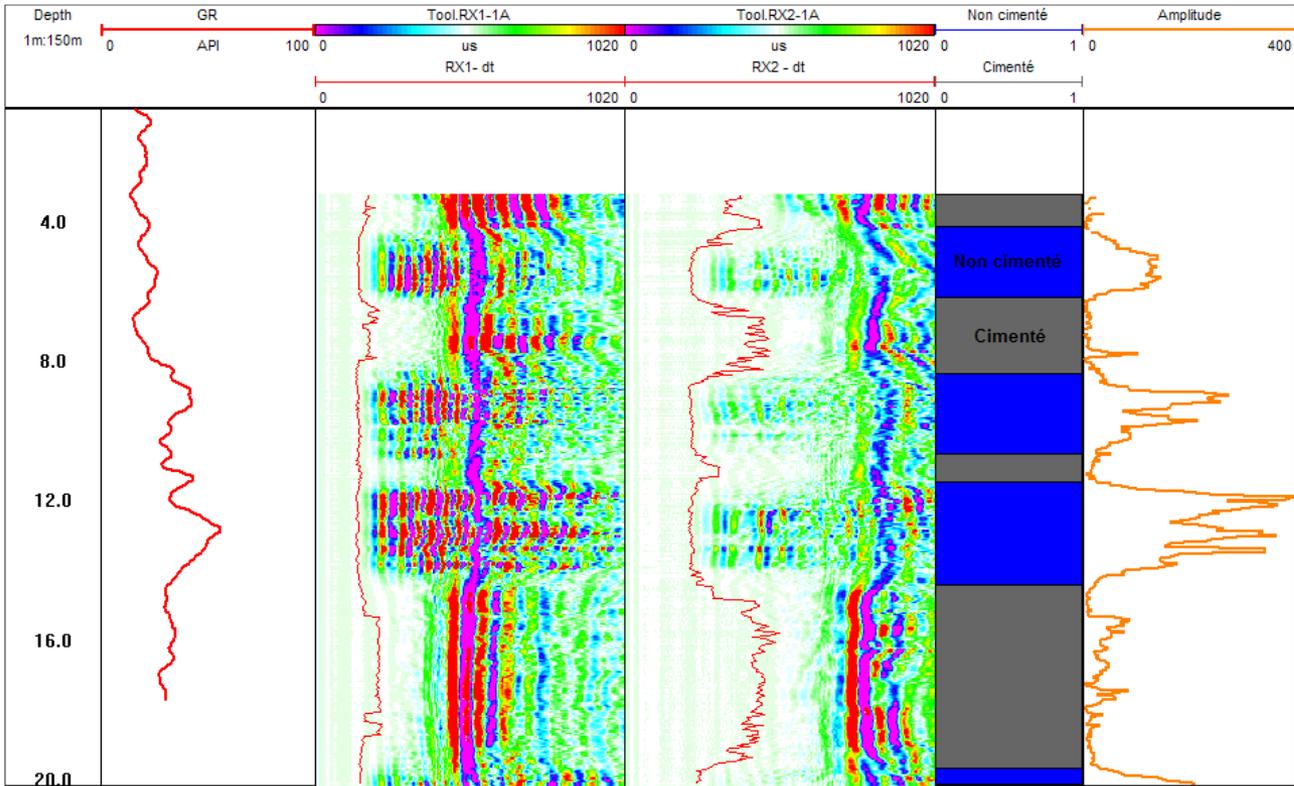
Con el fin de poder realizar estas comprobaciones y de acuerdo con el artículo 9 del citado decreto, la Dirección General de Recursos Hídricos se dotó de una furgoneta IVECO equipada con sondas de registro de rayos gamma, cámara de televisión, verticalidad y registro sónico.

Contaminación del acuífero de Santa Gertrudis (Eivissa)



Equipo de
testificación





Ses Sitjoles (Campos)

Sondeo cementado a intervalos

El Decreto 108/2005 establecía, en síntesis, las siguientes condiciones mínimas:

- **Comunes para todos los tipos de acuíferos:**

- Prohibición del descenso de tubería por el método de barra y perforaciones.
- Corona mínima de cementación, 5 cms.
- Utilización de centradores a 120° como mínimo cada 12 metros.
- Lechada de cementación con, entre un 2 y un 6% de bentonita.
- Desviación máxima 1°/50 m.

- **Específicas por tipos de acuíferos.**

Acuíferos libres:

- Depósitos detríticos.- Cementación entre 10 y 15 m desde la superficie.
- Calcarenitas “sensu stricto”.- Cementación entre 15 y 25 m.
- Calizas fisuradas (grava).- Cementación entre 20 y 30 m.
- Calcarenitas carstificadas.- Cementación entre 25 y 40 m.
- Calizas carstificadas.- Cementación entre 40 y 55 m.
- Si el nivel freático está a menor profundidad, cementación hasta el nivel freático.

Acuíferos cautivos:

- Con cobertura impermeable mayor de 5 m.- Se cementarán los 5 primeros metros. Si la cobertura tiene menor espesor, se cementará hasta el techo del acuífero.
- Acuíferos superpuestos (el primero libre y los siguientes, cautivos). - Sólo se explotará uno de los acuíferos, aislando adecuadamente el resto. Dicho aislamiento se efectuará mediante cementación de al menos, un espesor de 5 metros en el nivel o en los niveles confinantes. Si el espesor de los niveles confinantes es menor de 5 m, se sellarán en todo su espesor.

El decreto 108/2005 regulaba también para cada tipo de acuífero, las distancias a focos de contaminación, el cierre o cabeza de la captación, la desinfección y el abandono de sondeos.

Este decreto fue derogado en 2012 (Ley 7/2012, de 13 de junio), por el gobierno autonómico resultante de las elecciones de 2011 en las Islas Baleares.

A diferencia de la Propuesta de Plan Hidrológico de 2011, informada favorablemente por el Consejo Nacional del Agua, que consideraba como mínimos de obligado cumplimiento el Anejo correspondiente, tanto en la Normativa del Plan Hidrológico de 2013 como en el de 2015, actualmente vigente, vuelve a dejarse en manos de los directores facultativos, la aplicación o no, de unas mínimas buenas prácticas, ya que la administración sigue aplicando el criterio de: ***“que entre un papel y salga un papel que no cree problemas, aunque ninguno de los dos tenga nada que ver con la realidad”*** .

La revisión del Plan Hidrológico de 2015 mejora esta situación, aunque con una redacción intencionadamente confusa.

ASPECTOS TÉCNICOS

- Todas las normas se derivan, de uno u otro modo, de los estándares de la American Water Works Association (AWWA), con gran variabilidad en su adaptación. **La mayoría regulan, con más o menos detalle, los siguientes aspectos:**
- **Documentación** a presentar para la obtención de las autorizaciones.
- **Ubicación** del sondeo. Distancias a edificios u otras instalaciones, ubicación en zonas inundables.
- **Entubado**. Se regula la calidad de los materiales, los modos de instalación, la estanqueidad de los mismos, el tipo de rejillas, empaque de gravas, etc.
- **Cementación**. Se regulan los métodos de cementación y las profundidades de la misma en función del tipo de acuífero y la calidad de los materiales empleados.
- **Verticalidad**. Se regulan los límites de verticalidad y alineación así como los métodos de comprobación de la misma.
- **Cierre de la cabeza del pozo y protección sanitaria**. Se regulan los sistemas de cierre de la cabeza del pozo, a efectos de garantizar su estanqueidad y su protección sanitaria.
- **Acabado y desinfección**. Se regulan los métodos de desarrollo, las sustancias a utilizar, su dosificación y modos de aplicación y los ensayos de bombeo.
- **Clausura y abandono**.

Documentación exigible

- **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 perforadora y director facultativo.
- **Situación.**- Coordenadas y cota sobre el nivel del mar. Localización sobre cartografía 1:25.000, situación de detalle a escala 1:5.000. Polígono, parcela catastral y 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. Ensayos de bombeo.
 - 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.

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

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. Sistema de dispersión de residuales hasta 10 m ³ /d (50 hab-eq)	30	60	90
Depósitos de petróleo, agroquímicos, abono líquido y sustancias peligrosas, sobre impermeable. Estabulación de ganado de más de 20 UGM. Sistemas de dispersión de residuales entre 10 y 30 m ³ /d.	60	120	180
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.

- Boca mínimo 30 cms sobre el suelo.
- No ubicar en zona inundable o sobreelevar 50 cms sobre máximo nivel de las aguas.

ENTUBADO

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.).

- **METÁLICOS**

- Acero al carbono: resistencia mecánica, bajo coste. Sólo para menor de 500 ppm ión Cl⁻.
- Acero +/- inoxidable: resistente, caro. El 304 SS hasta 1.000 ppm de cloruros. El 316 SS, hasta 5.000 ppm cloruros. El AISI 904 L, para agua de mar.
- Tuberías roscadas, hasta 12". Por encima de 4" se dispara el coste.
- Tubería soldada, tramos refrendados al torno y soldados con cordón doble.
- Descenso de la columna de entubación con topes soldados y nunca, por el método de barra y perforaciones.

- **PVC**

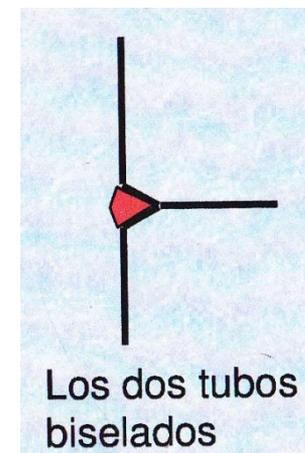
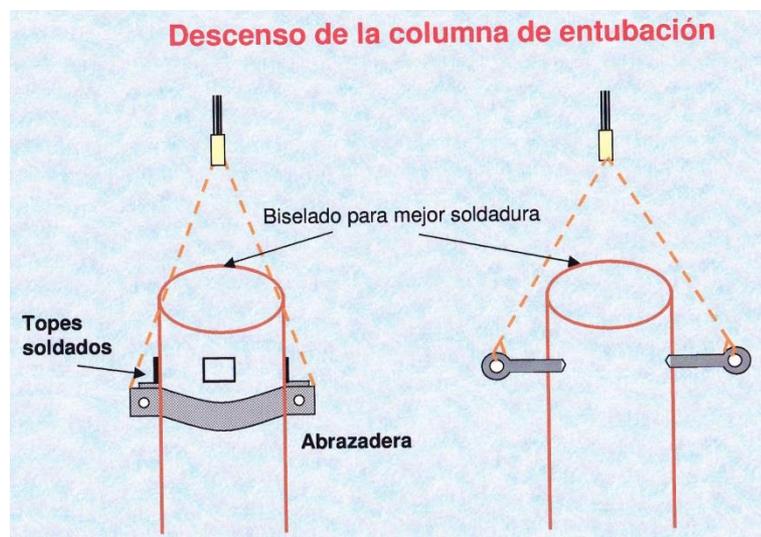
- Baja resistencia mecánica y a la temperatura (riesgo en la cementación).
- Alta resistencia a la corrosión.
- Debe utilizarse tubería roscada del tipo PVC-U.
- Debe proscribirse la unión mediante remaches.
- Emplazamiento de la tubería mediante cabezal roscado.

- **FIBRA DE VIDRIO**

- Mayor resistencia mecánica que el PVC; hasta temperaturas de 104°C.
- Diámetros entre 1-1/5" hasta 9-5/8" (200 mm).

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

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	-	-



"Sistema Balear"

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

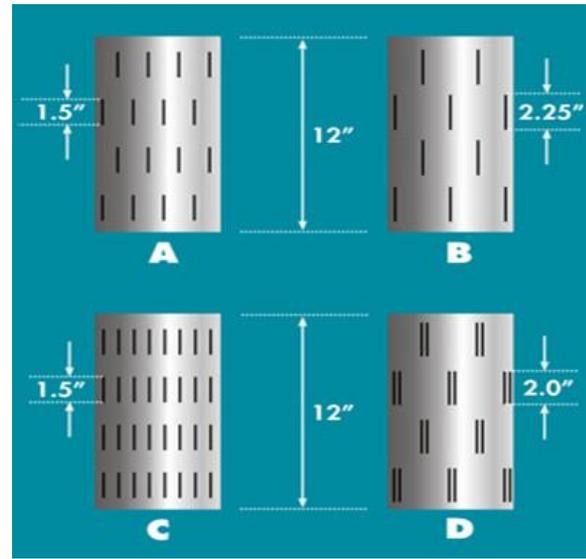
Pulgadas	Diámetro Ext. x Int. (mm)	Espesor Pared (mm)	Profundidad Recomendada (m) *	PN	SDR	Resistencia Colapso bar (Kp/cm ²)	Pulgadas	Diámetro Ext. x Int. (mm)	Espesor Pared (mm)	Profundidad Recomendada (m) *	PN	SDR	Resistencia Colapso bar (Kp/cm ²)
1"	32 x 28	2,0	100-200	12,5	16	20,3	6"	165 x 165	5,0	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

ZONA DE ADMISIÓN O REJILLA

- Aberturas preferentemente de fábrica. Si se efectúan *in situ*, preferir sierra radial a soplete.
- **Velocidades de entrada**
 - Criterio hidrogeológico: velocidad máxima 3 cms/seg.
 - Roscoe Moss: Hasta 150 cms/seg.
 - AWWA: Hasta 45 cms/seg.

Combinar criterios hidráulicos con criterios económicos. En acuíferos con problemas de intrusión hay que tener especial cuidado con los sobredescensos.

- **Tipos de rejillas**
 - Ranuradas *in situ*: Con soplete (a proscribir) o con sierra radial.
 - Troqueladas: Circulares, oblongas, rectangulares ...
 - Puentecillo.
 - Persiana.
 - Apertura continua.



Standard Flo

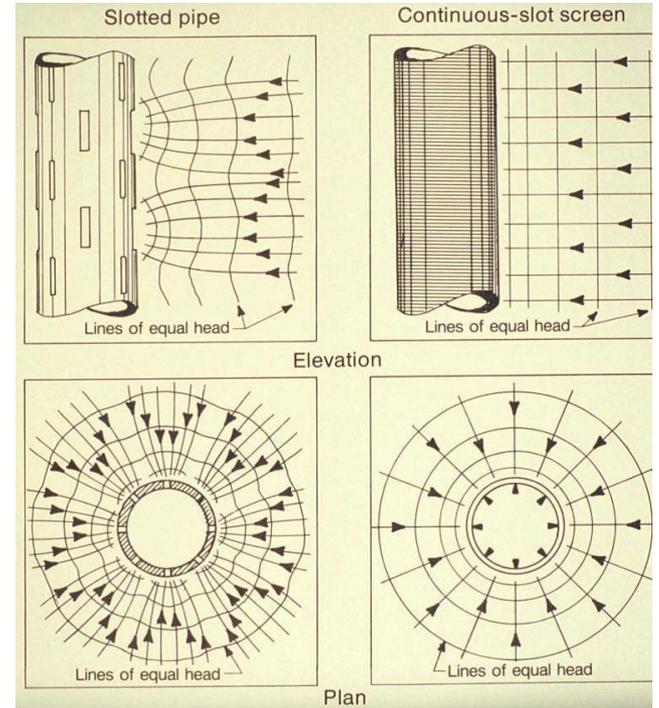
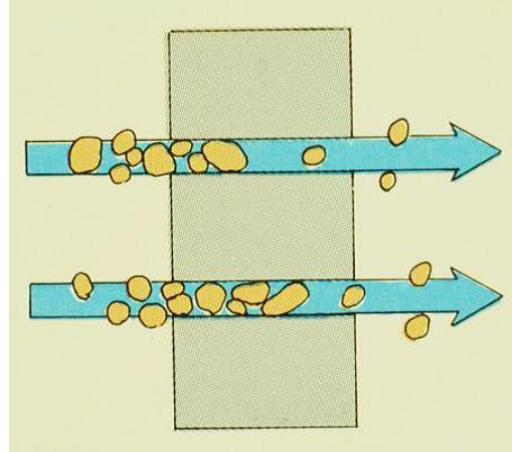
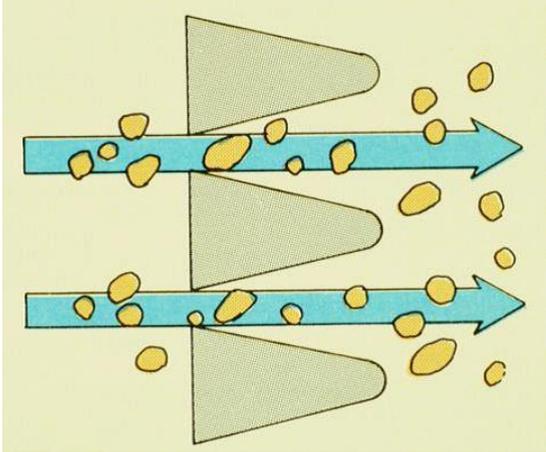


Ful Flo



Super Flo



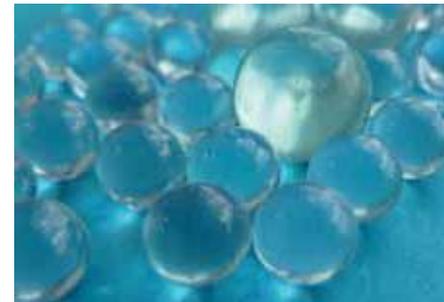


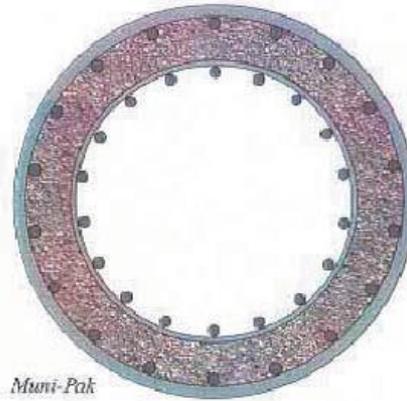
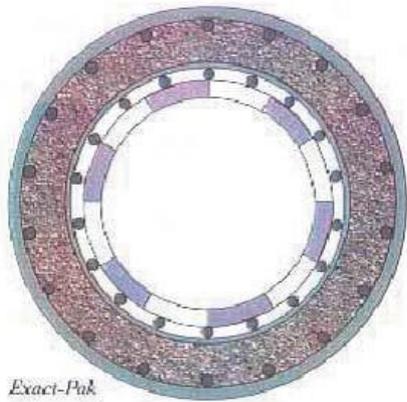
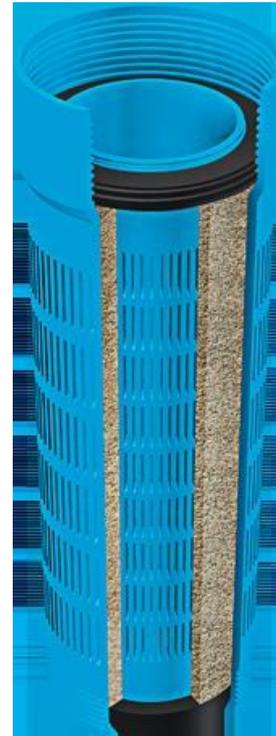
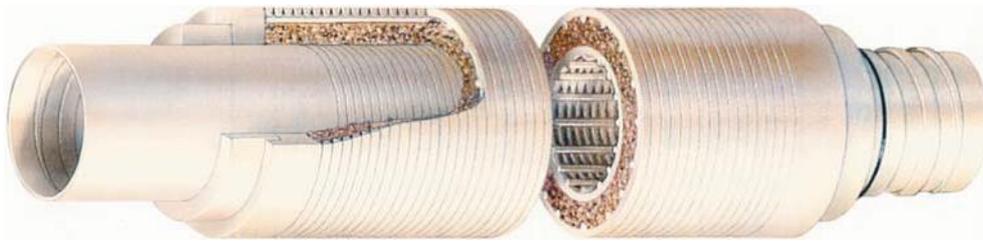
EMPAQUE DE GRAVA

- Su función es evitar la entrada de finos en el sondeo y dar estabilidad a la rejilla.
- Dimensionado en función de la granulometría y consolidación del terreno y de la apertura de la rejilla.

Selection chart

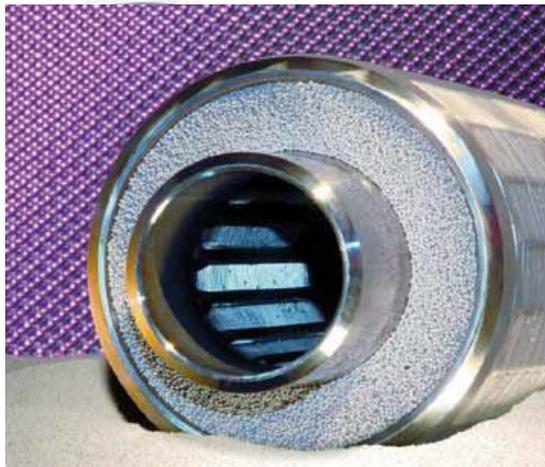
Soil analysis	Filter gravel	Slotwidth
 0.1 - 0.6	 0.6 - 1.2	 0.6 mm
 0.2 - 0.8	 1.0 - 1.8	 0.75 mm
 0.3 - 1.25	 1.6 - 2.5	 1 mm
 0.4 - 2	 2 - 3.5	 1.5 mm
 0.5 - 3	 3 - 5	 2 mm

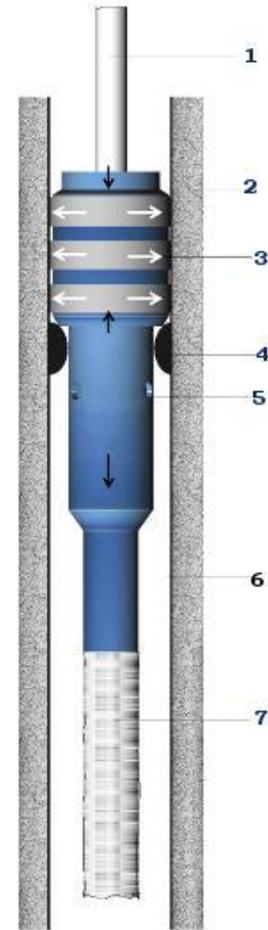
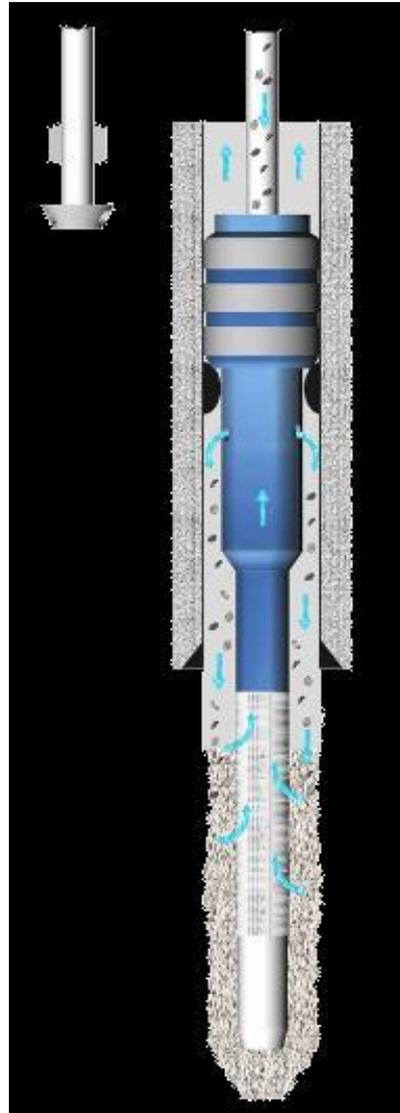
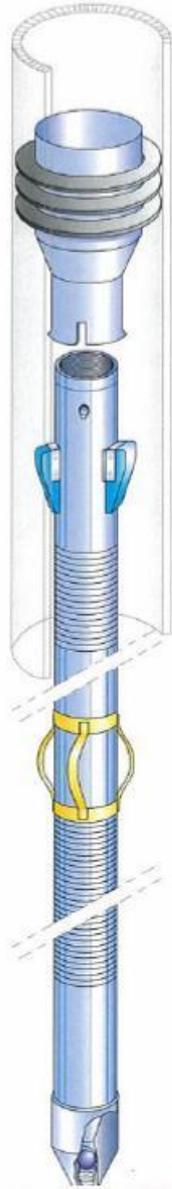
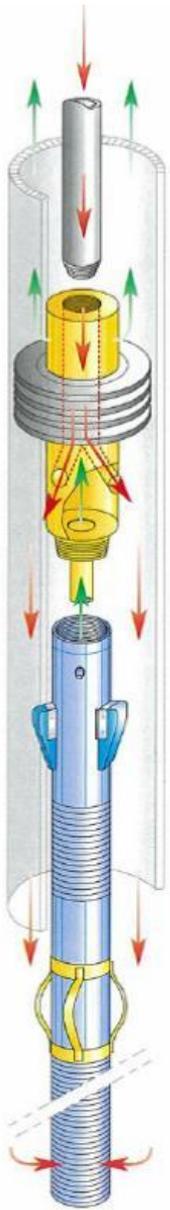




Exact-Pak

Muni-Pak





- 1. Setting Tool
- 2. Cement
- 3. Rubber Packer
- 4. Support
- 5. Gravel Port
- 6. Casing
- 7. Screen Liner

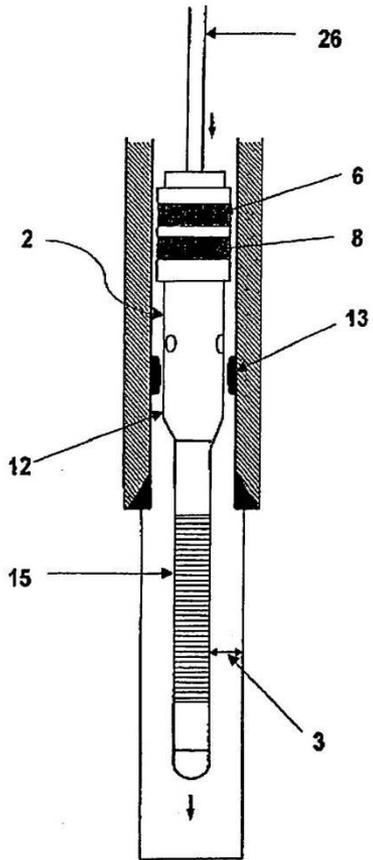


Fig. 1a

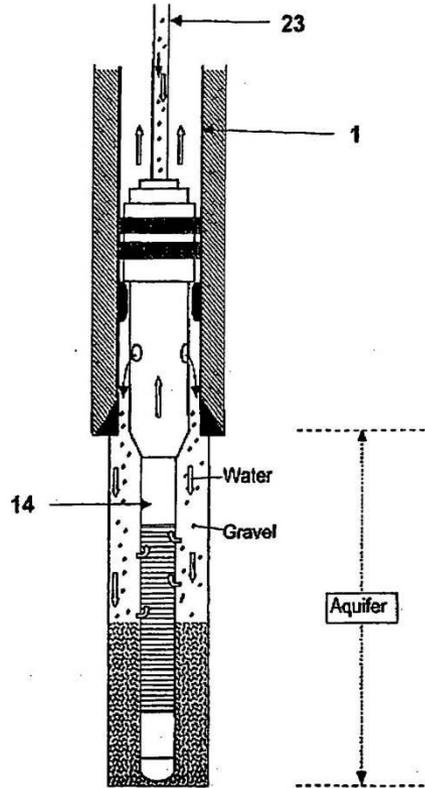


Fig. 1b

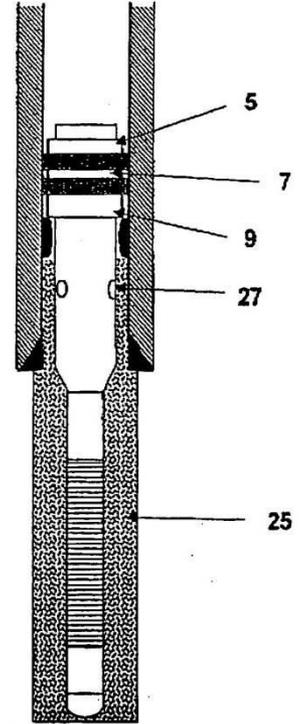
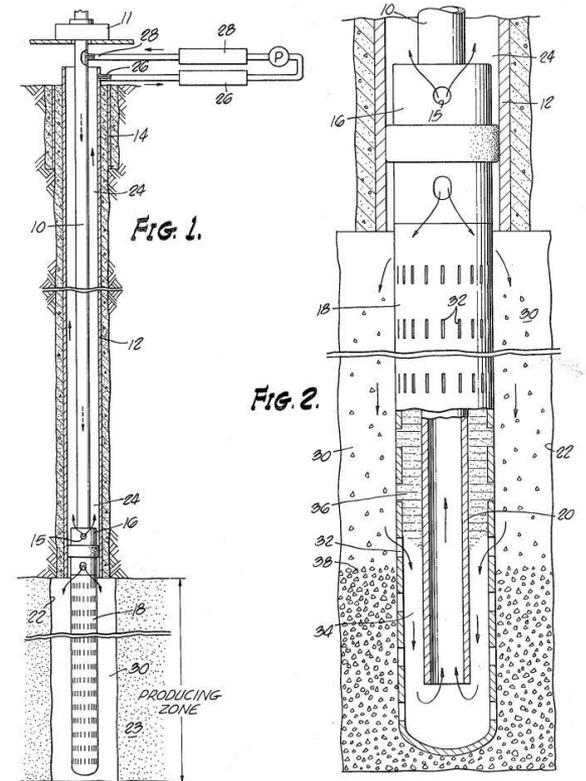


Fig. 1c

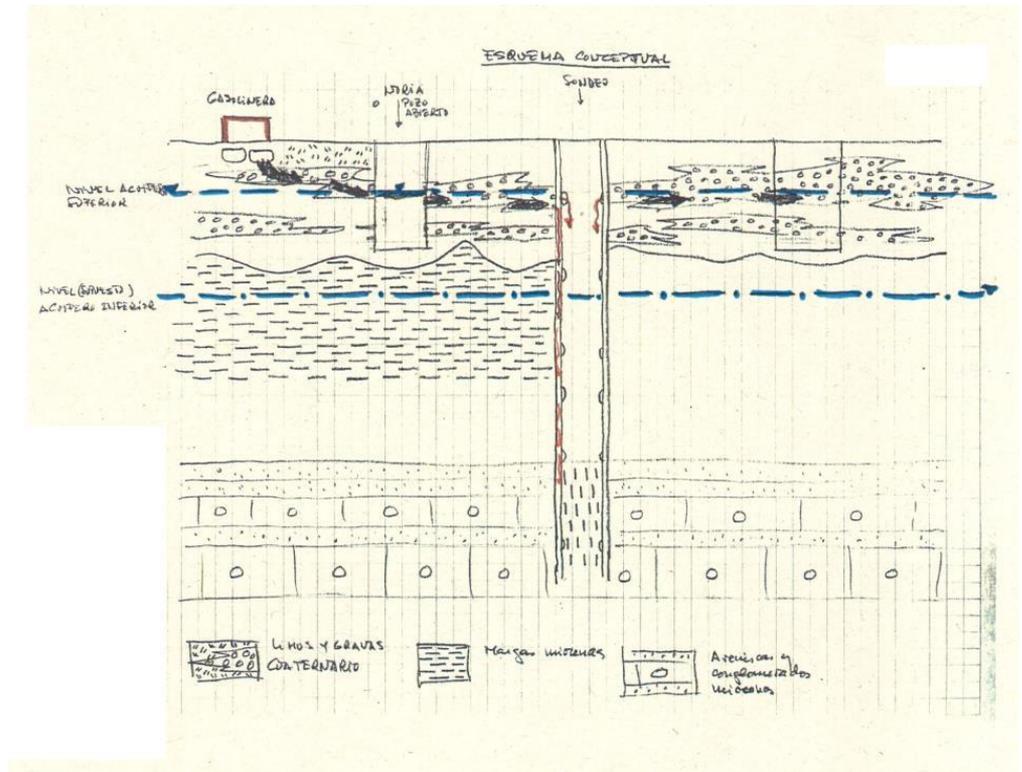
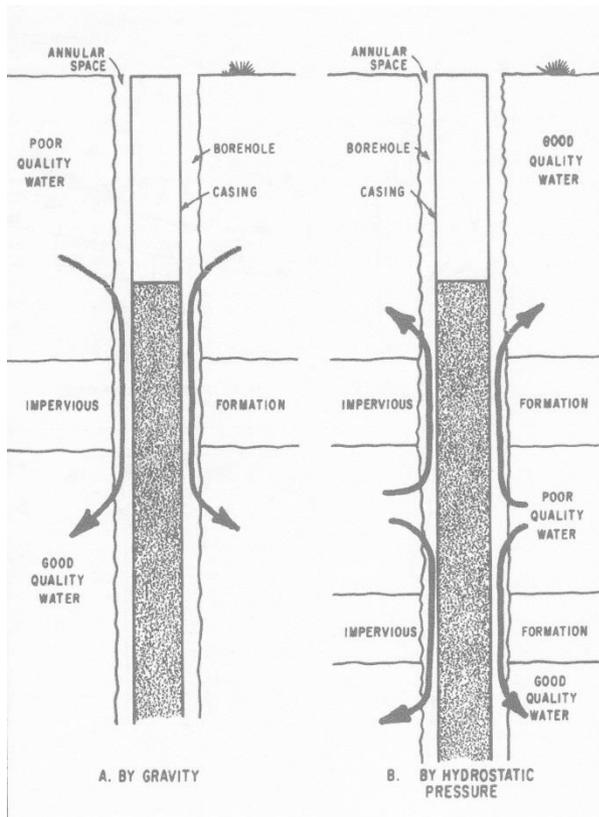


U.S. Patent 1976

¿Qué rejilla y empaque colocar?

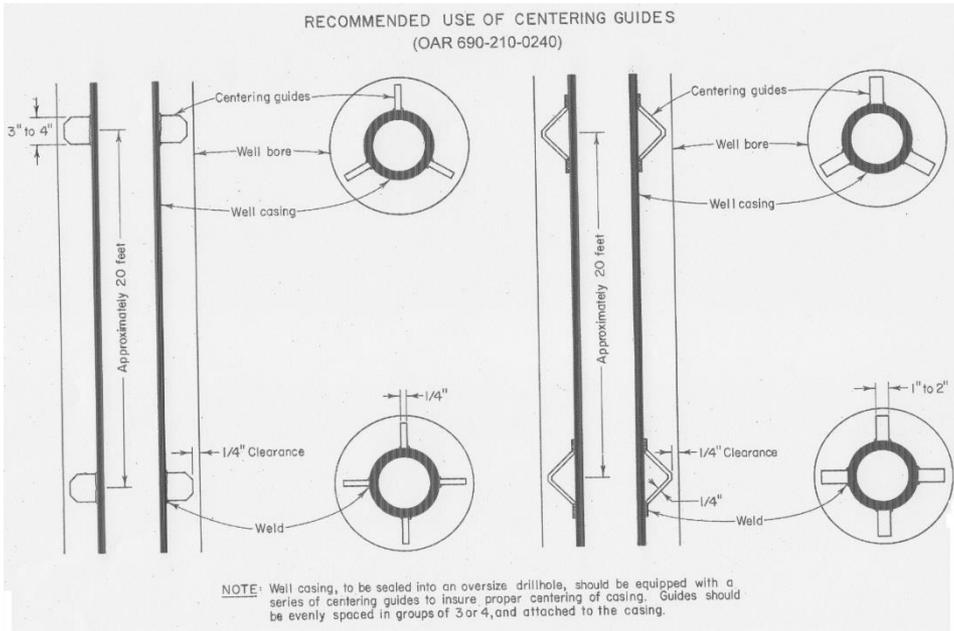
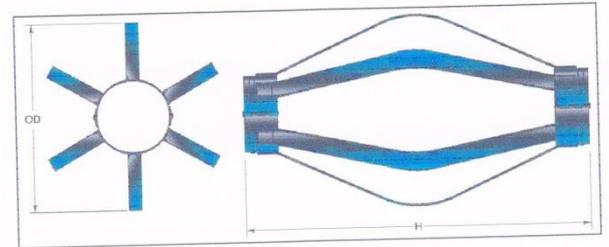
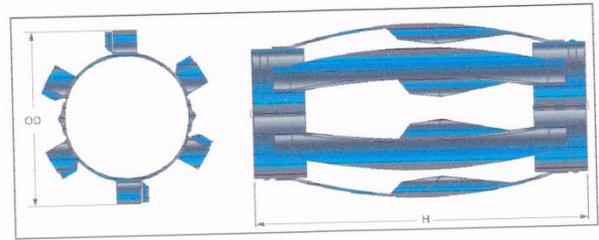
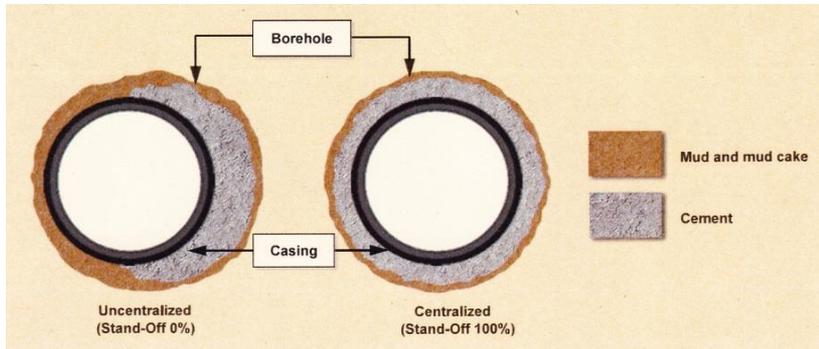
CEMENTACIÓN

- **Objeto:**
 - Aislar la zona superior, no productiva, evitando contaminación a través del espacio anular.
 - Evitar la intercomunicación de acuíferos de diferentes calidades o gradientes hidráulicos.
 - Liberación de presiones centrípetas sobre la tubería de revestimiento.
 - Protección contra la corrosión.
 - Taponado del fondo del pozo.



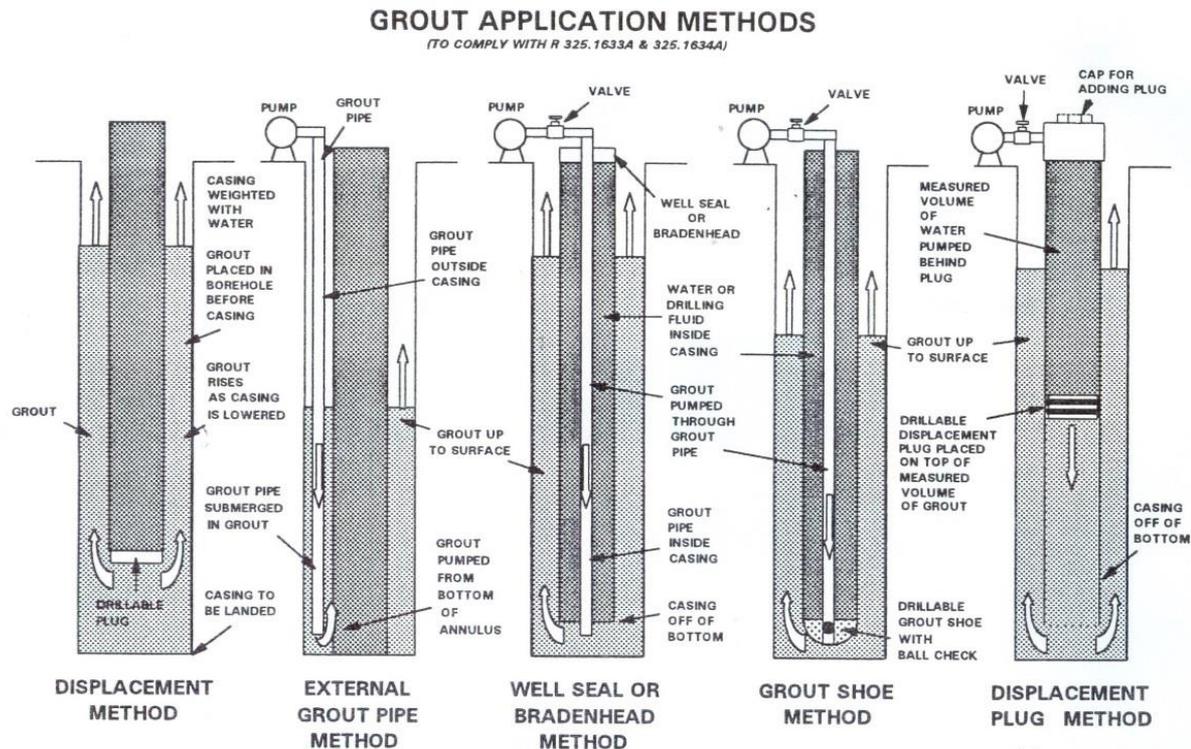
Contaminación del acuífero de Sta. Gertrudis (Ibiza)

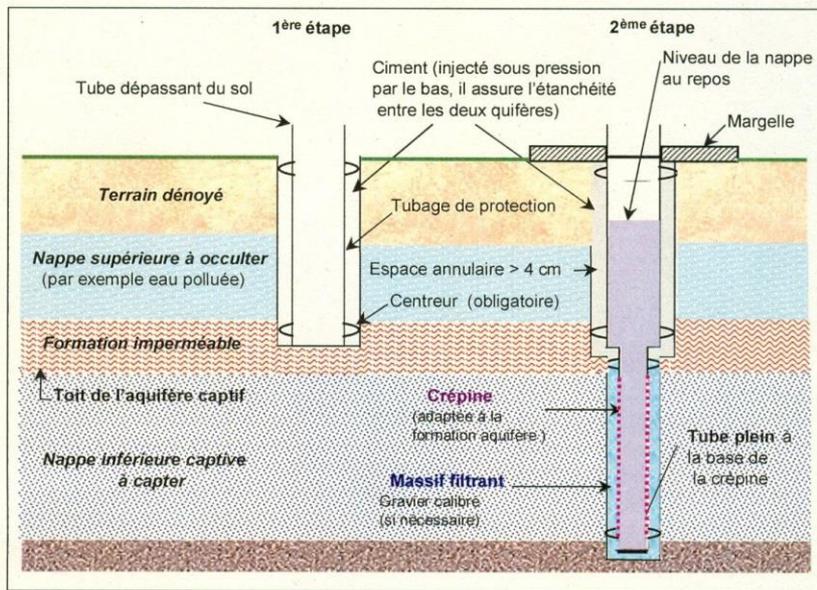
Descontaminación: 2,5 millones de euros



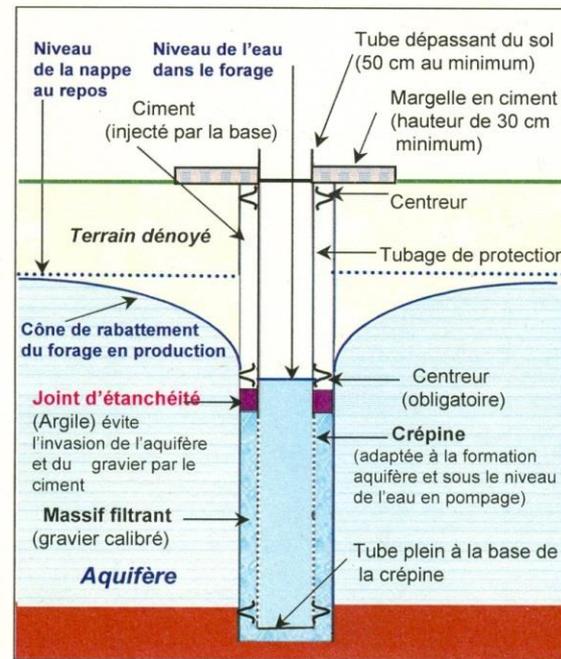
MÉTODOS DE CEMENTACIÓN

- Método de desplazamiento
- Inyección con tubería auxiliar externa
- Inyección con tubería auxiliar interna
- Sin válvula de pie; con válvula de pie
- Método de desplazamiento con tapones separadores
- Con packers externos y válvulas y packers de cementación





Forage traversant une nappe libre et captant une nappe captive
 Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »



Forage en nappe libre réalisé en une seule étape et en un seul diamètre
 Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »

Fuente: BRGM

packer anular



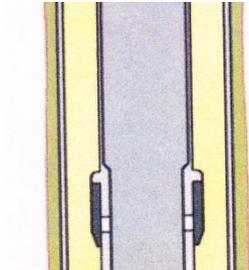
deslizante



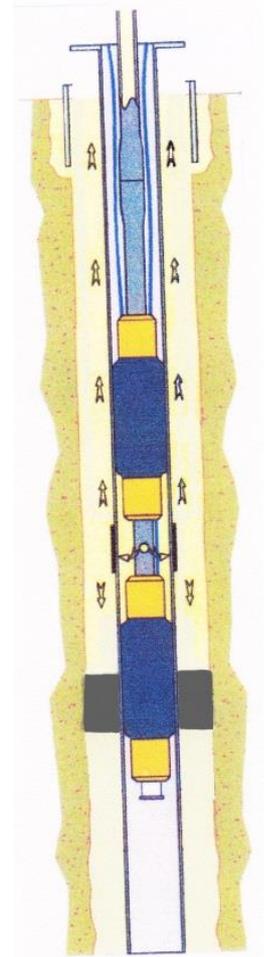
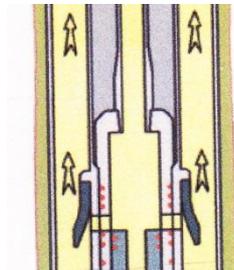
Válvula

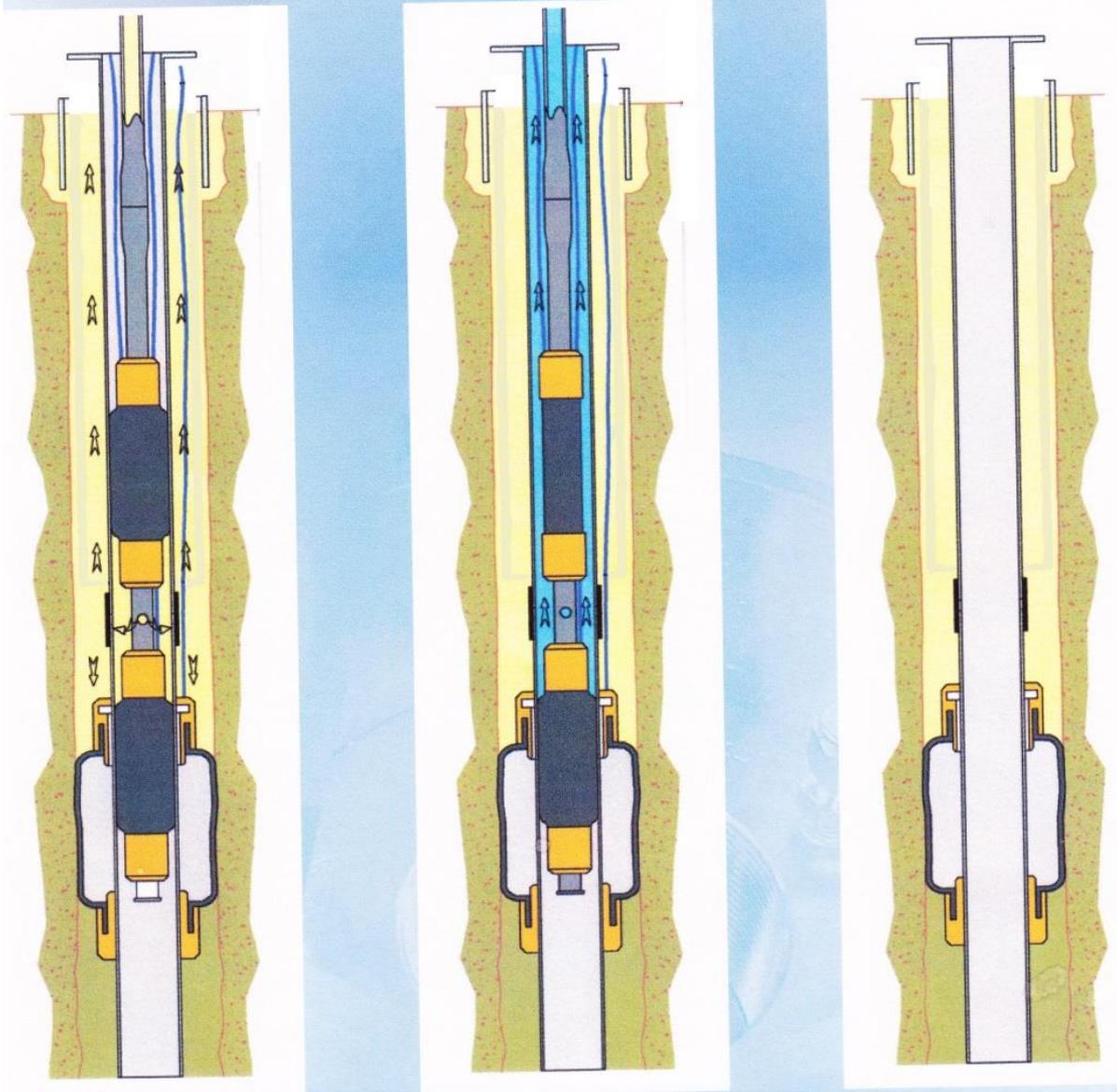


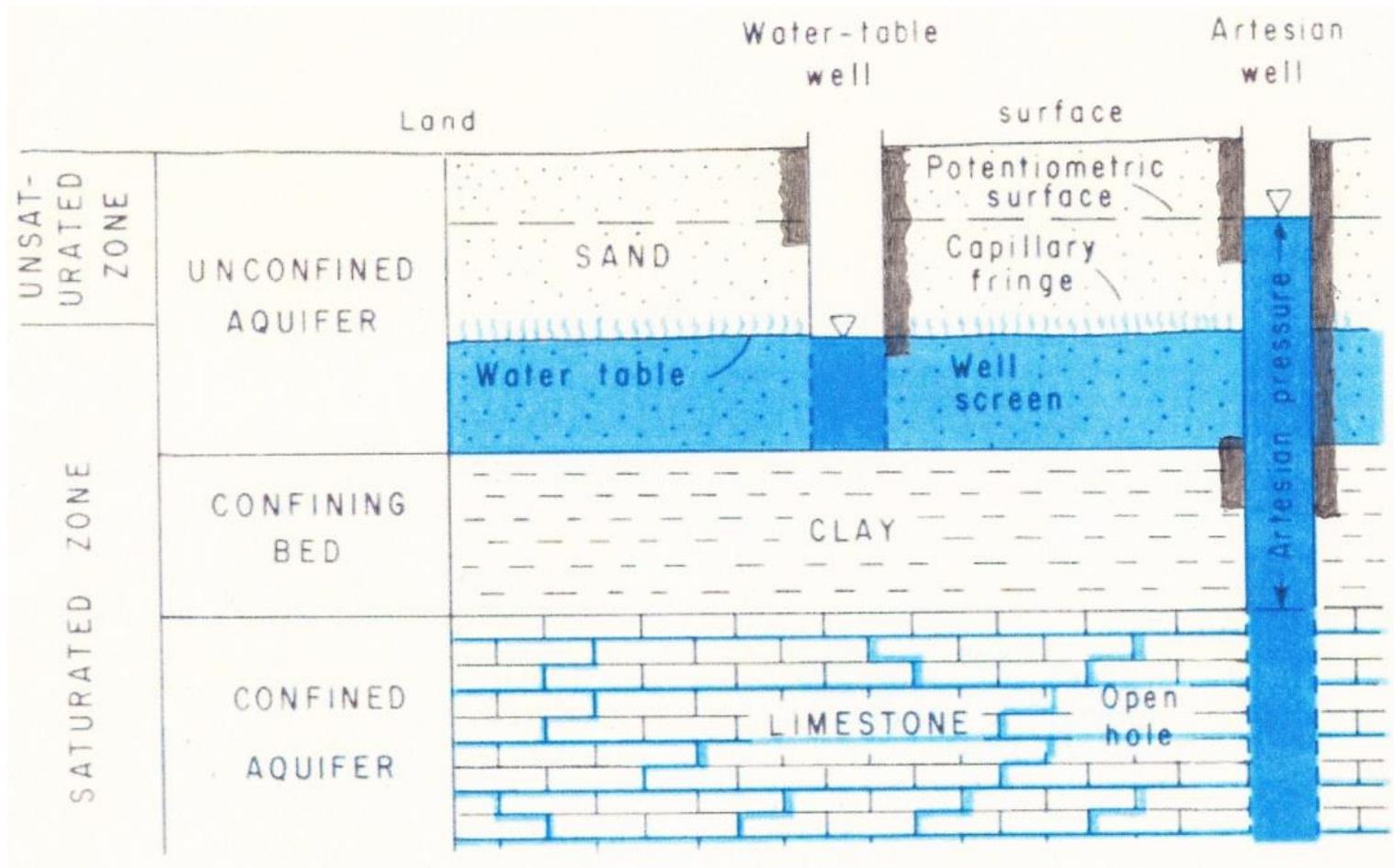
Cerrada



Abierta



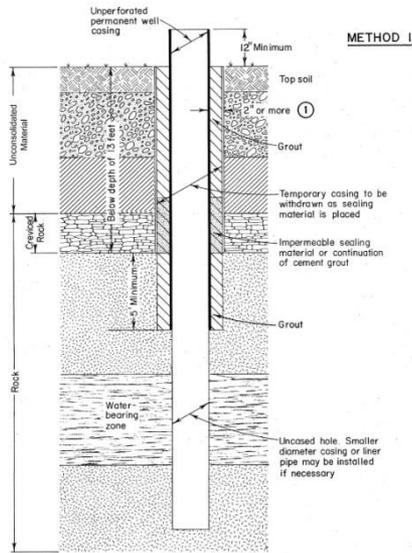




Fuente: U.S. Geological Survey (adaptado)

**SEALING OF WATER SUPPLY WELLS
IN CONSOLIDATED FORMATIONS
(OAR 690-210-0150)**

Overlying Material - Unconsolidated Material
Water-bearing Formation - Rock

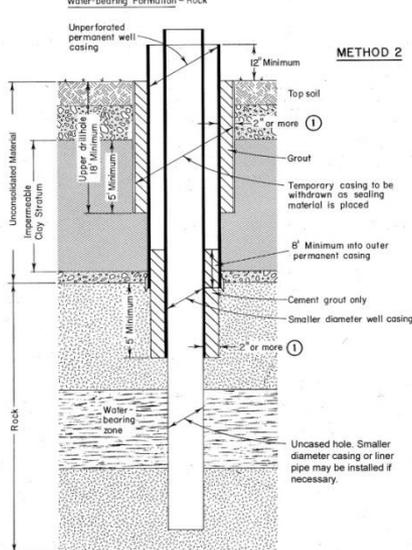


METHOD 1

① 1" or more if cement grout is placed by grouting method A, B, or D. Annular sealing space requirements are based on nominal casing sizes.

**SEALING OF WATER SUPPLY WELLS
IN CONSOLIDATED FORMATIONS
(OAR 690-210-0150)**

Overlying Material - Unconsolidated Material
Water-bearing Formation - Rock

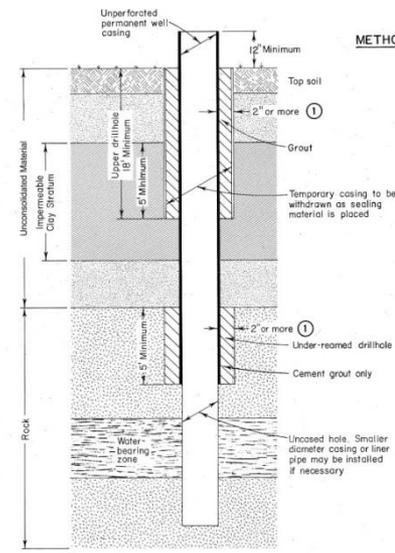


METHOD 2

① 1" or more if cement grout is placed by grouting method A, B, or D. Annular sealing space requirements are based on nominal casing sizes.

**SEALING OF WATER SUPPLY WELLS
IN CONSOLIDATED FORMATIONS
(OAR 690-210-0150)**

Overlying Material - Unconsolidated Material
Water-bearing Formation - Rock

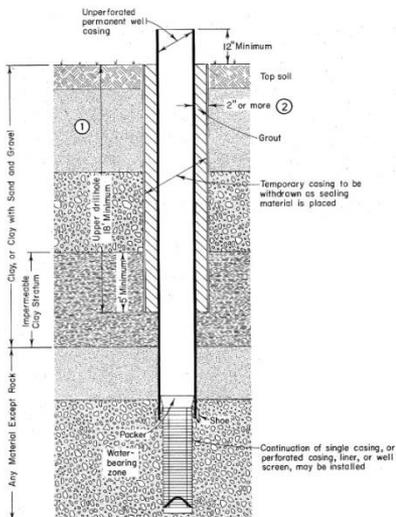


METHOD 3

① 1" or more if cement grout is placed by grouting method A, B, or D. Annular sealing space requirements are based on nominal casing sizes.

**SEALING OF WATER SUPPLY WELLS IN UNCONSOLIDATED FORMATIONS WITH SIGNIFICANT CLAY BEDS
(OAR 690-210-0140)**

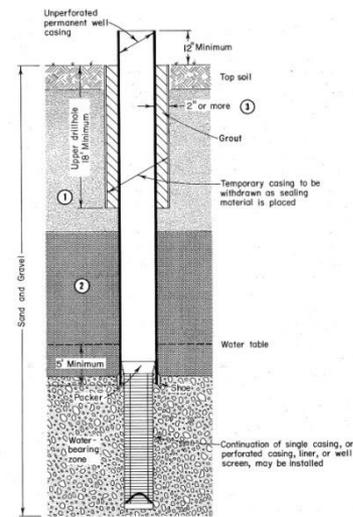
Overlying Material - Clay, or Sand and Gravel with Interbedded Clay
Water-bearing Formation - Any Material Except Rock



① Unperforated well casing and annular seal must extend at least 5 feet into impermeable stratum, and must extend at least 18 feet below land surface.
② 1" or more if cement grout is placed by grouting method A, B, or D. Annular sealing space requirements are based on nominal casing sizes.

**SEALING OF WATER SUPPLY WELLS IN UNCONSOLIDATED FORMATIONS WITHOUT SIGNIFICANT CLAY BEDS
(OAR 690-210-0130)**

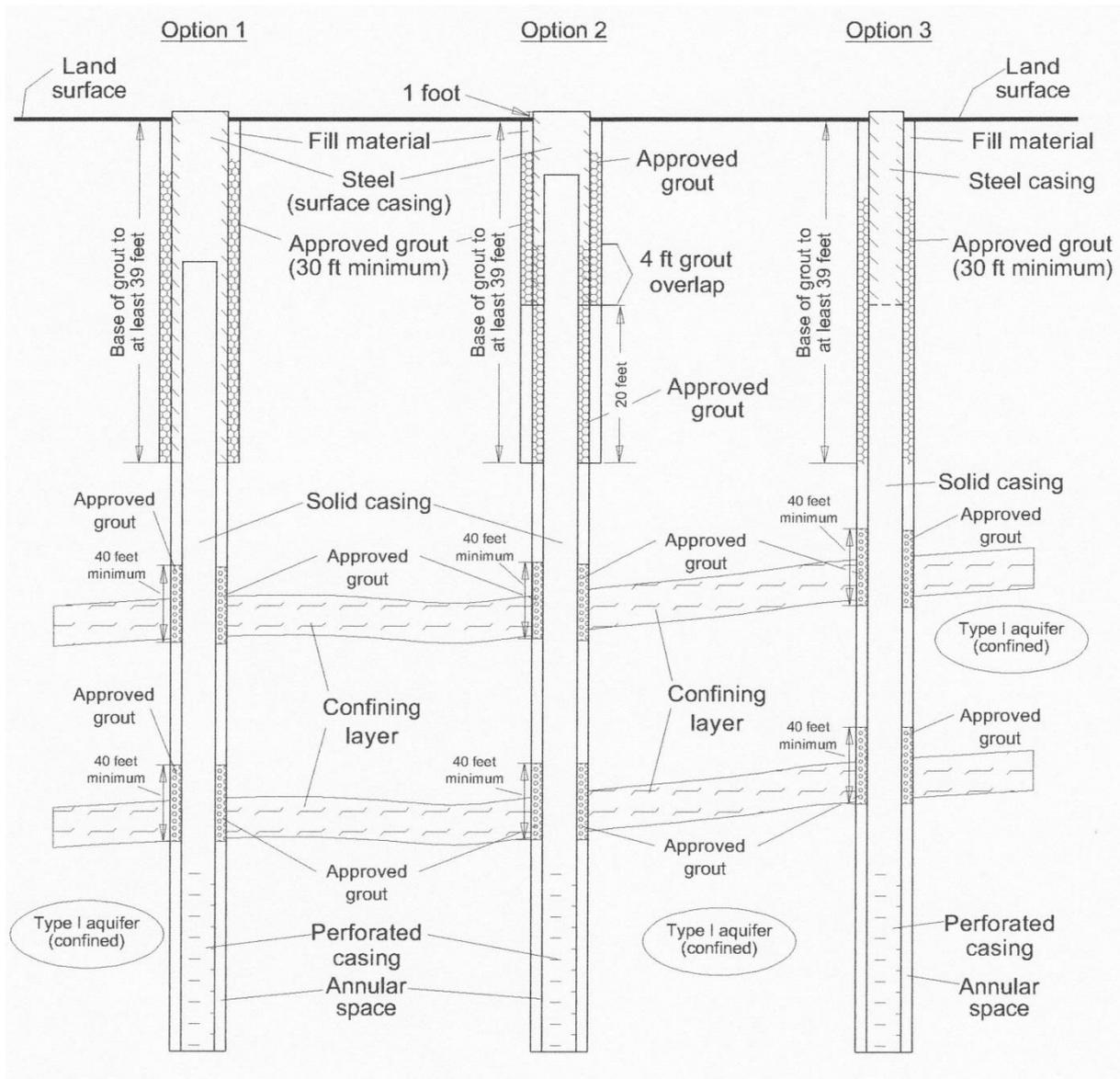
Overlying Material - Sand and Gravel without Clay
Water-bearing Formation - Sand and Gravel or Similar



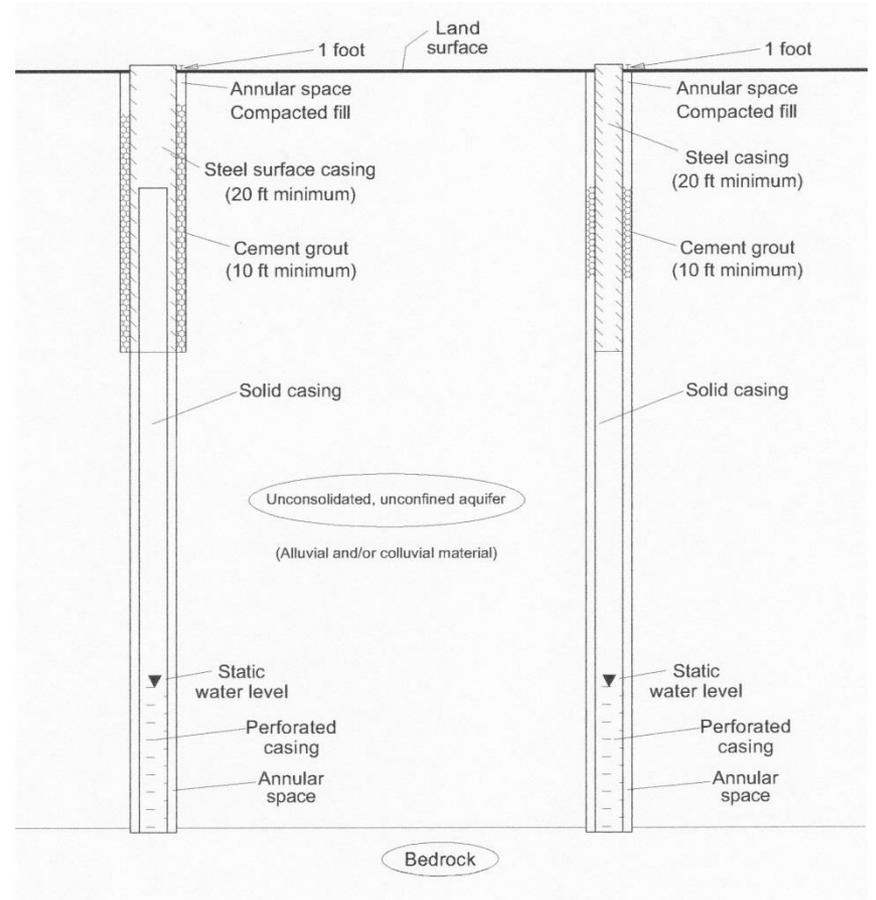
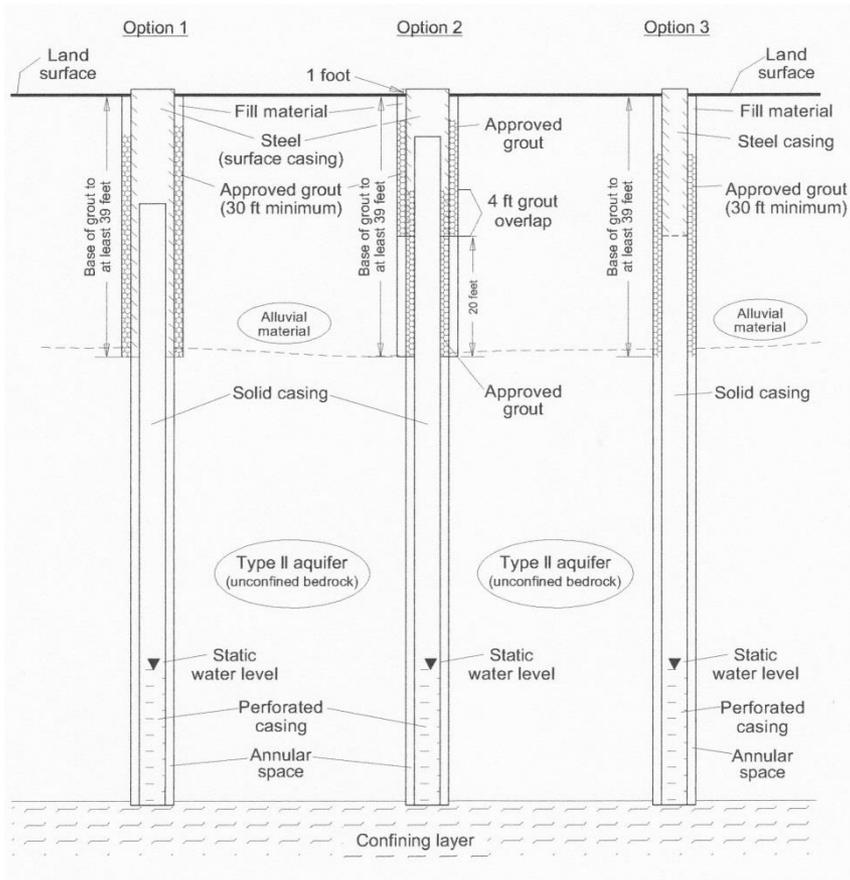
① Upper oversize drillhole and annular seal must extend to a depth of at least 18 feet.
② Unperforated watertight well casing must extend at least 5 feet below the water table and to a minimum depth of 18 feet.
③ Annular sealing space requirements are based on nominal casing sizes.

OREGÓN

COLORADO – acuífero cautivo

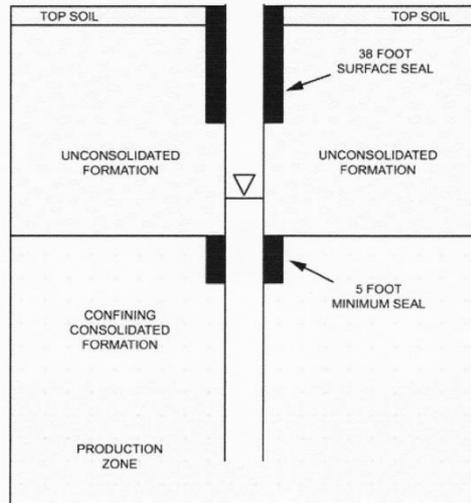


COLORADO –acuífero libre

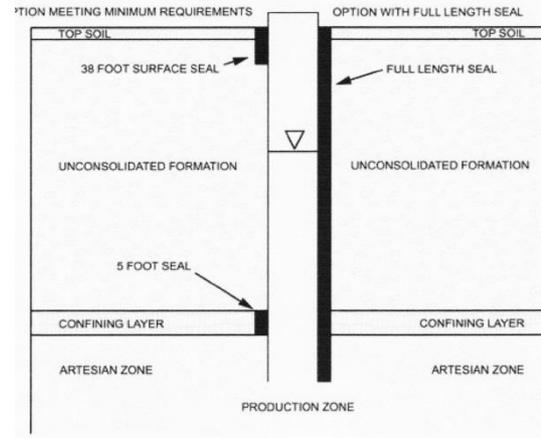


IDAHO – acuífero cautivo

Sealing Requirements for Artesian Wells in Consolidated Formations

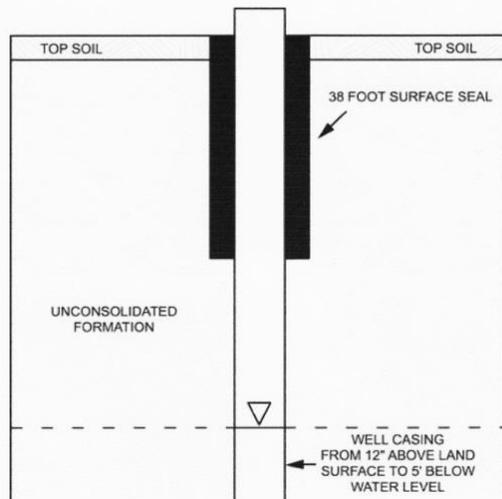


Sealing Requirements for Artesian Wells in Unconsolidated Formations

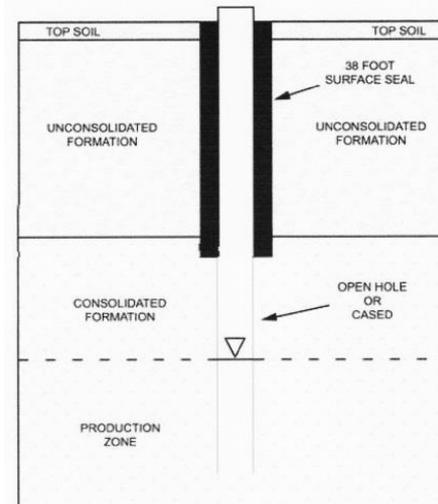


acuífero libre

Sealing Requirements in Unconsolidated Formation without Confining Layers



Sealing Requirements in Consolidated Formations



DESVIACIÓN

- **Verticalidad** (plumbness): Desviación (drift) en el plano horizontal.
- **Alineación** o rectitud (alignement): Mantenimiento del eje del sondeo como una línea recta.
- **Criterios de tolerancia:**
 - Máxima desviación en función de la profundidad del sondeo.
 - Máxima desviación en función del diámetro y la profundidad.

Entre las primeras se encuentran:

Norma venezolana7 cms cada 10 metros

Roscoe Moss6 pulgadas cada 100 pies

Unión Europea cámara de bombeo menor de 0,5 grados cada 50 metros
zona filtrante menor de 1 grado cada 50 metros

Dirección de geohidrología y zonas áridas de la ex Secretaría de Recursos Hidráulicos
(México) 0,5°/100 m.

Entre las segundas se encuentran:

AWWA 2/3 del diámetro de la tubería cada 100 pies (30 metros)

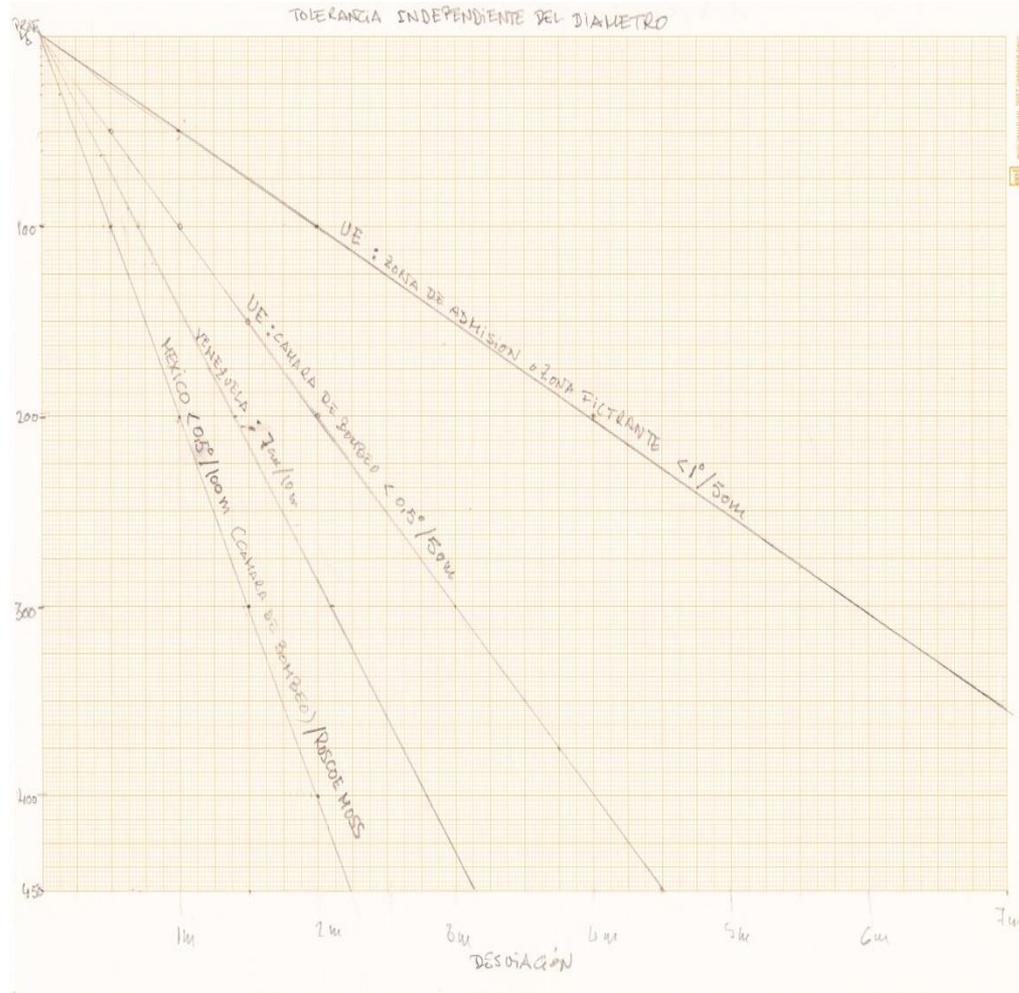
Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado de DDF

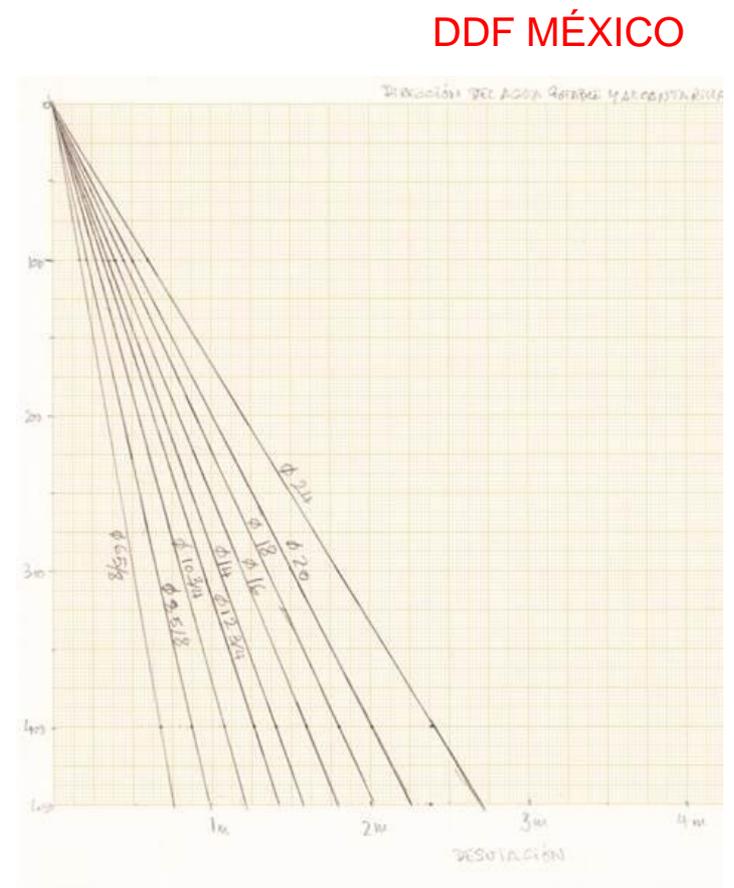
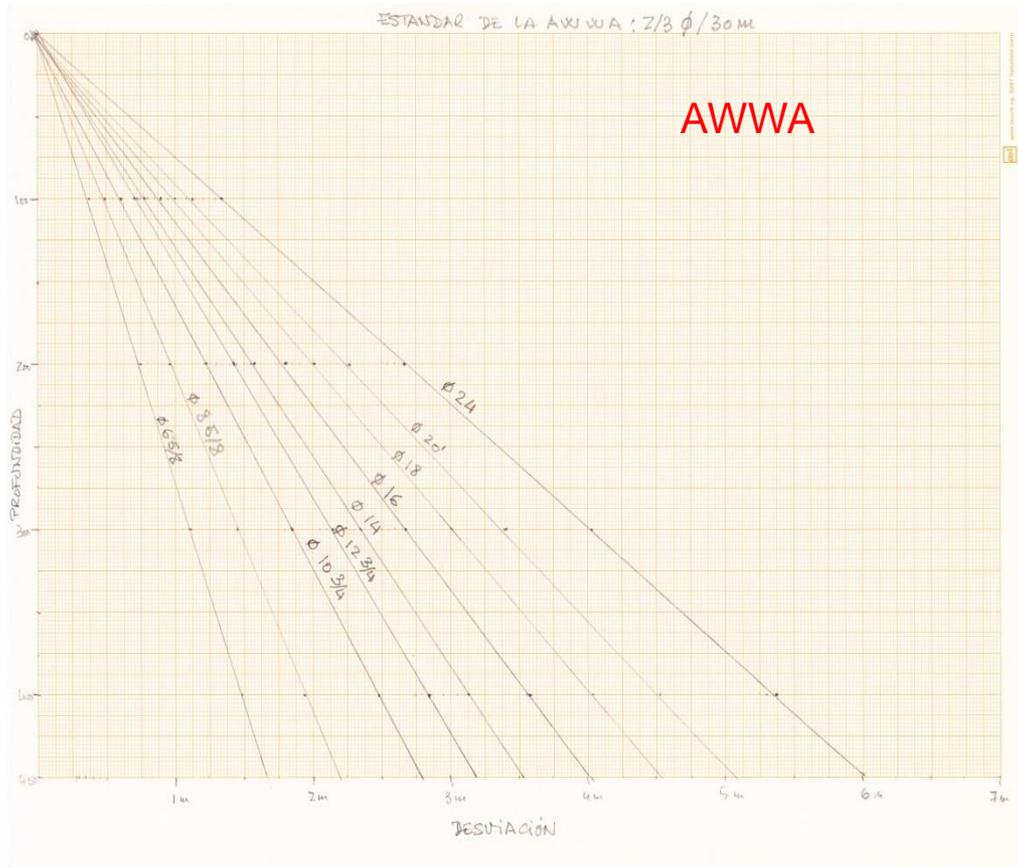
(México) 1 diámetro del entubado cada 100 metros (para la cámara de bombeo).

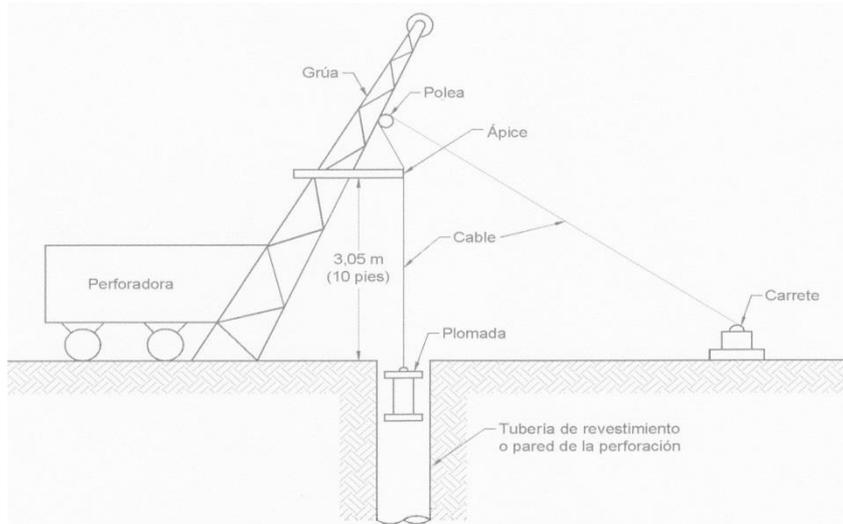
Para cámara de bombeo:

- Hasta 0,25%: desviación irrelevante
- 0,5%: sensible pero tolerable
- 1%: límite máximo;

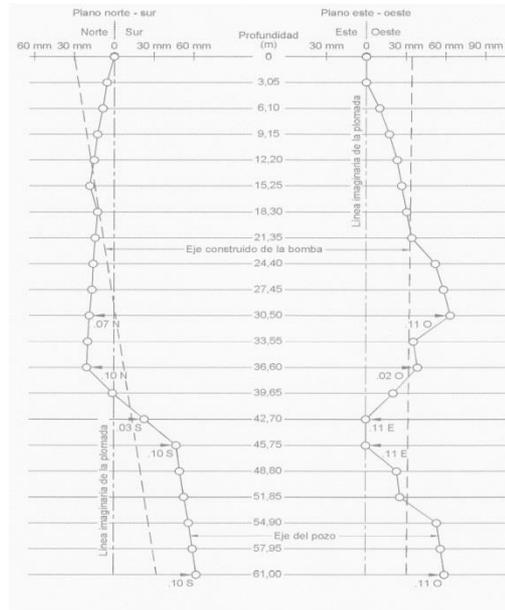
Tolerancia independiente del diámetro



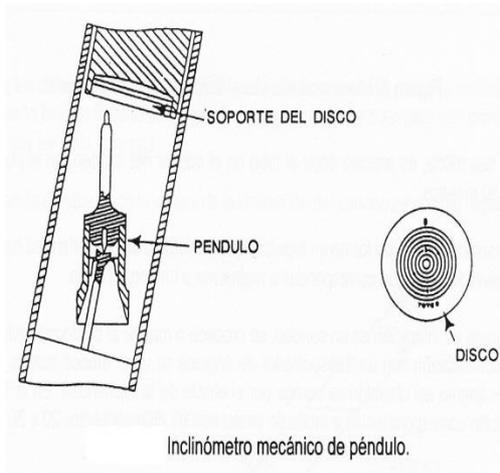
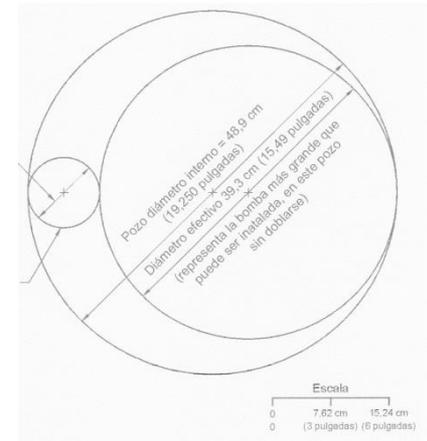




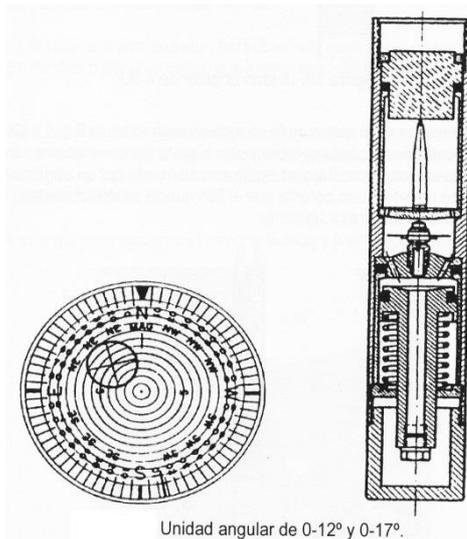
Suspensión de la plomada usando el equipo de perforación



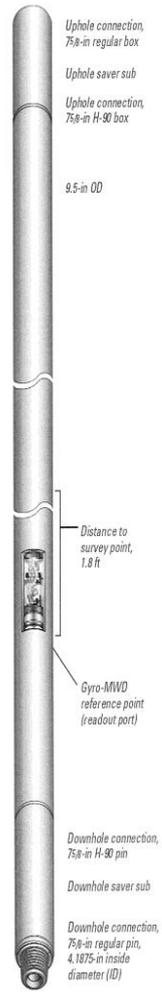
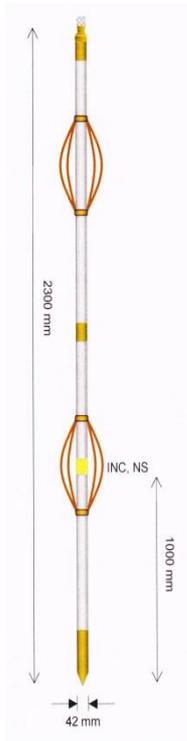
Proyecciones longitudinales de los ejes del pozo y la bomba construida en los planos verticales norte-sur y este-oeste



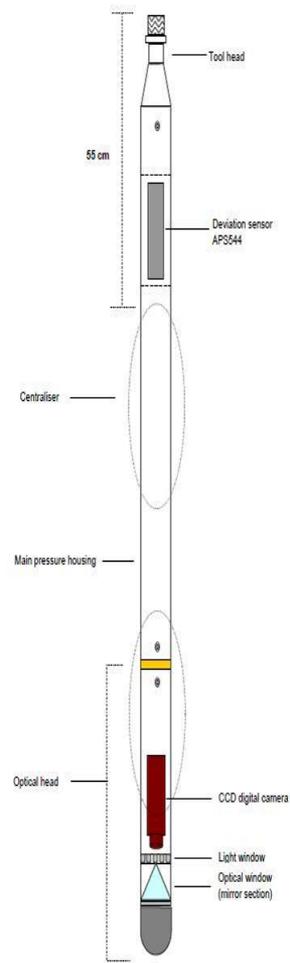
Inclinómetro mecánico de péndulo.

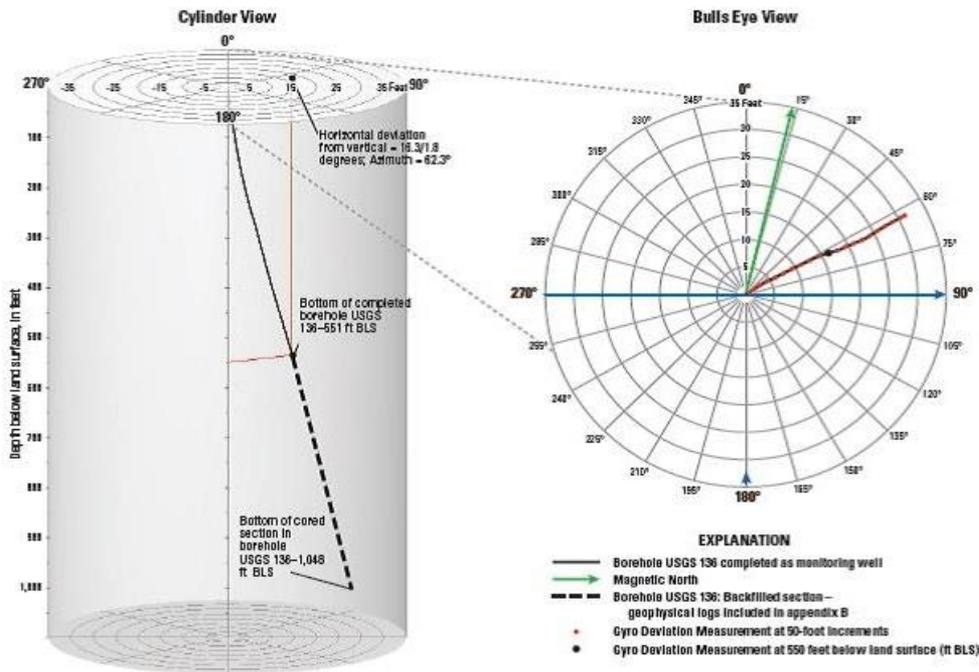


Unidad angular de 0-12° y 0-17°.

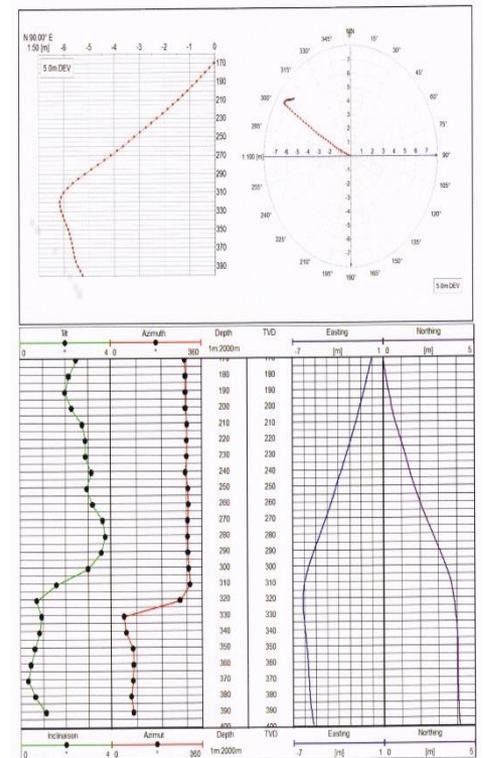


GyroPulse tool.



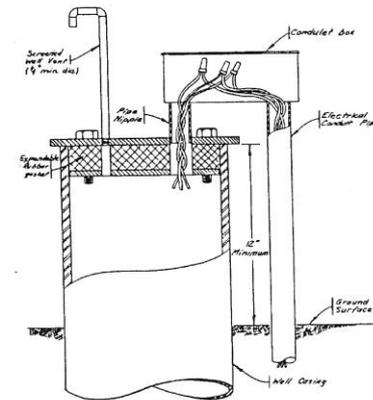
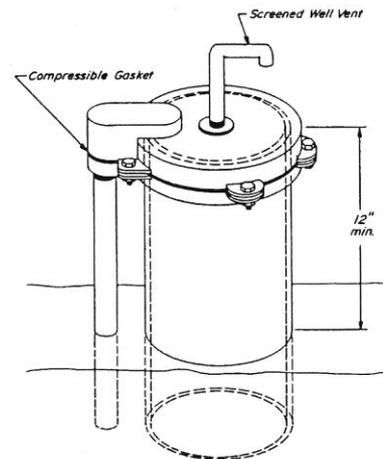
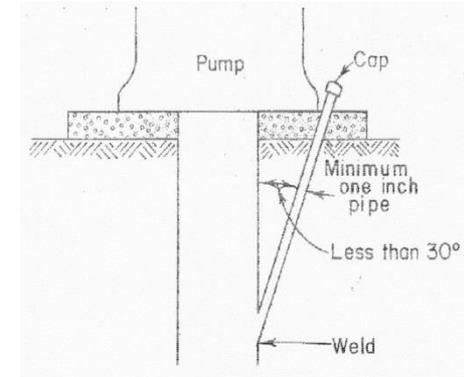
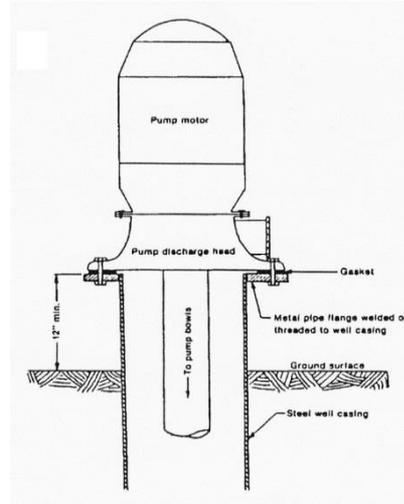
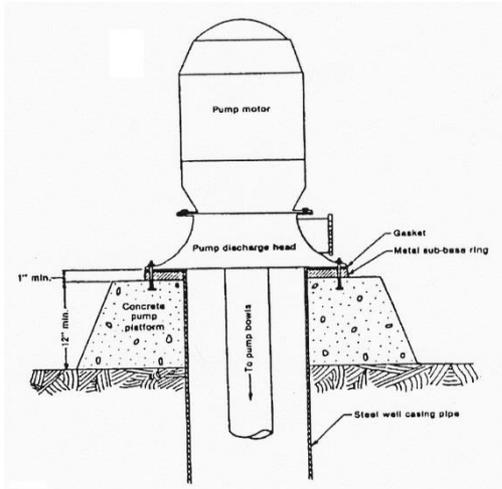


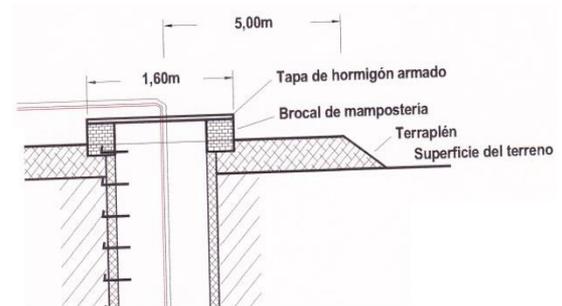
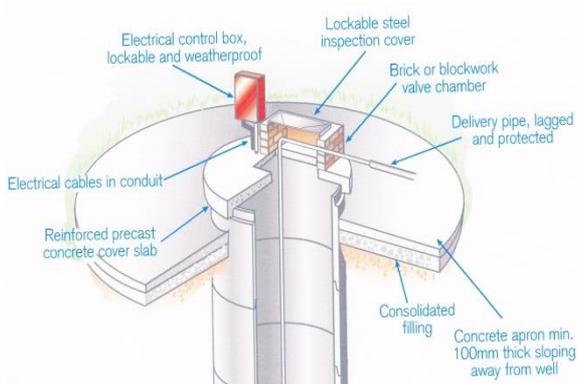
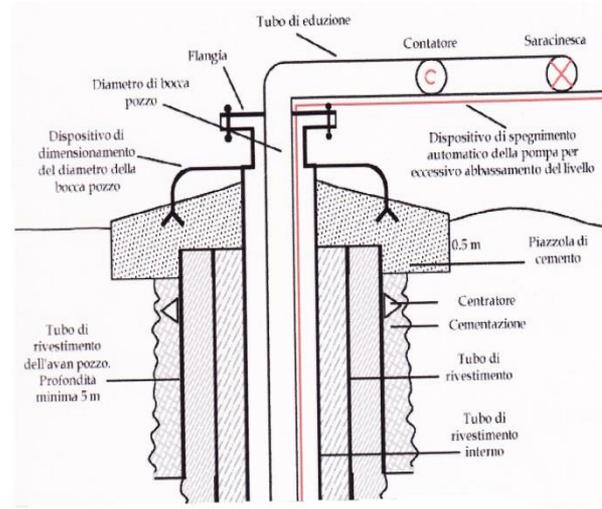
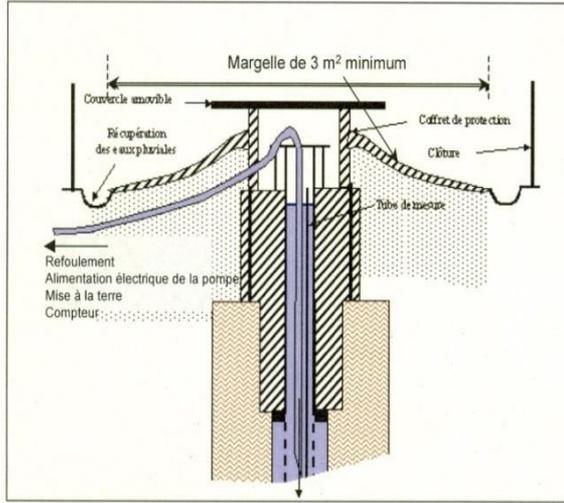
Gyroscopic deviation data collected for borehole USGS 136, Advanced Test Reactor Complex, Idaho National Laboratory, Idaho.

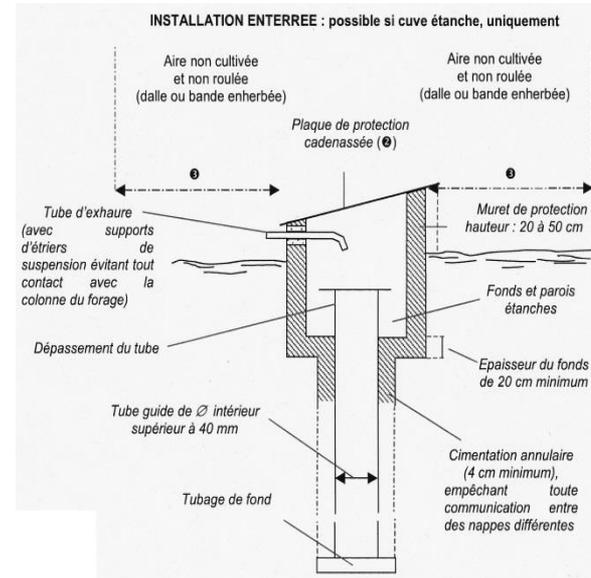
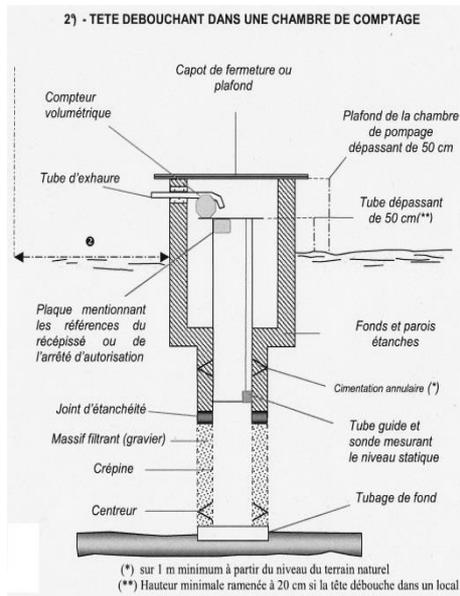


PROTECCIÓN SANITARIA

- Cierre de cabeza, sello sanitario y arqueta o caseta protectora.

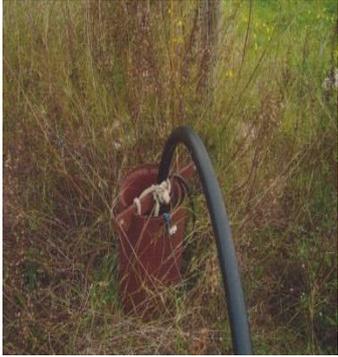






Realidad





ACABADO

- **Limpieza y desarrollo**
 - En pozo abierto: Explosivos; fracturación hidráulica; acidificación; air lift.
 - En pozo entubado: Air lift; hielo seco; pistoneo; bombeo alternado; acidificación; water jet.
- **Ensayo de bombeo**
 - Ensayo de pozo: Ensayo de bombeo escalonado; de 3 a 5 escalones, de 1 a 2 horas de duración, con 1 o 2 horas de recuperación. Permite establecer la curva característica del pozo y su caudal crítico. Puede utilizarse el sistema de escalones enlazados, sin recuperación entre ellos, con las correcciones de nivel pertinentes.
 - Ensayo de acuífero: Ensayo de larga duración. Entre 24 horas como mínimo y hasta 10 días (!!!) para caudales superiores a 500 m³/h (WAT-RTM). El tiempo máximo habitual es de 72 horas.

Para acuíferos cautivos: se recomienda un mínimo de 24 horas.

Para acuíferos libres: un mínimo de 48 horas, si el caudal supera los 40 m³/h.

En los ensayos de acuífero es recomendable, para explotar todo su potencial, disponer de entre 1 y 3 puntos de observación, en un radio que puede alcanzar hasta los 500 m, según el caudal a explotar.

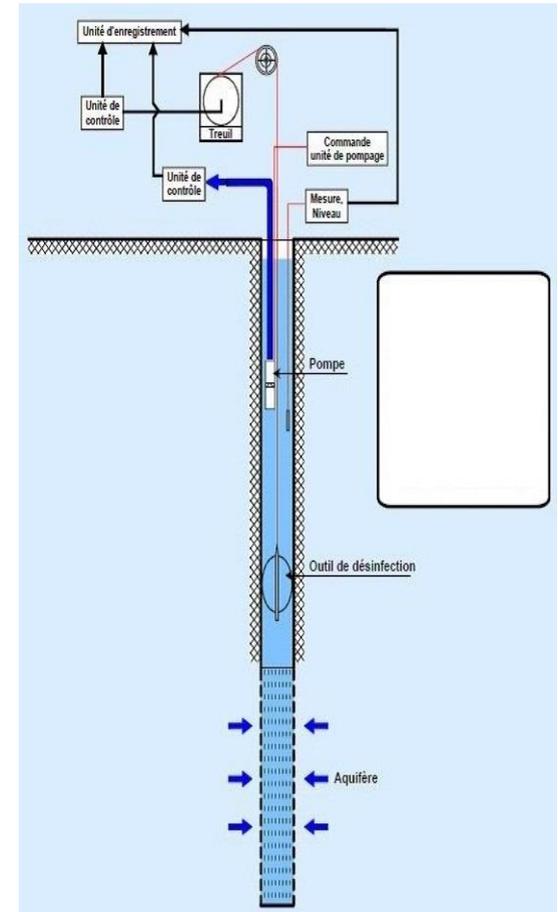
La obtención de los parámetros hidráulicos del acuífero mediante los ensayos de bombeo de larga duración, es esencial para el establecimiento de las normas de gestión de un acuífero y para la fijación de las distancias entre captaciones, en función de los caudales a autorizar.

- Desinfección

Amount (millilitres) of Bleach Required per 1 metre of Well Water Depth to Create 50, 100, 150 and 200 mg/L of Free Chlorine where Bleach has Available Chlorine of 5% by Weight (Metric Measurements)

Diameter of Well in Centimetres	Volume of Water per Metre of water depth in Litres	Volume of Bleach needed in Millilitres			
		to get 50 mg/L for each Metre of water depth	to get 100 mg/L for each Metre of water depth	to get 150 mg/L for each Metre of water depth	to get 200 mg/L for each Metre of water depth
6	3	3	5	8	10
11	9	9	18	27	37
13	14	14	28	42	56
16	20	20	40	59	79
18	27	27	53	80	106
21	34	34	69	103	138
61	292	292	583	875	1167
76	456	456	912	1367	1823
91	656	656	1313	1969	2625

Note: The formula in this table is based on the industry standard well casing diameter in inches for drilled wells and some dug wells. The formula calculates the metric equivalent for diameter, Litres per metre and then millilitres based on the initial industry standard diameter. The calculated numbers have then been rounded.



Amount (millilitres) of Bleach Required per 1 metre of Well Water Depth to Create 50, 100, 150 and 200 mg/L of Free Chlorine where Bleach has Available Chlorine of 12% by Weight (Metric Measurements)

Diameter of Well in Centimetres	Volume of Water per Metre of water depth in Litres	Volume of Bleach needed in Millilitres			
		to get 50 mg/L for each Metre of water depth	to get 100 mg/L for each Metre of water depth	to get 150 mg/L for each Metre of water depth	to get 200 mg/L for each Metre of water depth
6	3	1	2	3	4
11	9	4	8	11	15
13	14	6	12	17	23
16	20	8	16	25	33
18	27	11	22	33	44
21	34	14	29	43	57
61	292	122	243	365	486
76	456	190	380	570	760
91	656	273	547	820	1094

Note: The formula in this table is based on the industry standard well casing diameter in inches for drilled wells and some dug wells. The formula calculates the metric equivalent for diameter, Litres per metre and then millilitres based on the initial industry standard diameter. The calculated numbers have then been rounded.

¡ GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN!

