Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español

Guía de buenas prácticas para el diseño, construcción, sellado y clausura de pozos de captación de agua subterránea

Sergio Martos Rosillo
IGME-CSIC

Índice

Objetivos
Autores
Estructura
Contenidos
Futuro de la Guía

Objetivos

Objetivos

Ayudar a todas las partes que intervienen en la construcción de un sondeo (incluidos propiedad, dirección de obra, técnicos, empresas y operarios) a hacer que este tipo de obra cumpla con unos mínimos de calidad con los que aumentar su durabilidad y su relación coste-eficiencia y con los que evitar que los pozos constituyan tanto una vía de contaminación preferencial de los acuíferos como una trampa mortal debido al inadecuado sellado tras su abandono

Autores

Autores

Editores y coordinadores:

Sergio Martos-Rosillo, Alfredo Barón Périz y Carolina Guardiola-Albert

Autores:

Sergio Martos-Rosillo (Instituto Geológico y Minero de España, CSIC)
Alfredo Barón Périz (Colaborador honorífico del Dep. de Geografía de la Univ. de las Islas Baleares)
Carolina Guardiola-Albert (Instituto Geológico y Minero de España, CSIC)
Marc Martínez Parra (Confederación Hidrográfica del Tajo)
Tomás García Ruíz (Compañía General de Soporte a la Ingeniería)
José Antonio Domínguez Sánchez (Instituto Geológico y Minero de España, CSIC)
Ángel Cantudo Muñoz (AQUATEC)
Juan Antonio Hernández Bravo (Diputación de Alicante)
Alfredo Iglesias López (Real Academia de Doctores de España)
José David Comino Martínez (Agencia Catalana del Agua)
Mireia Iglesias Carreras (Agencia Catalana del Agua)
Teresa Carceller Layel (Confederación Hidrográfica del Ebro)
Antonio Nicolás Martínez Sánchez de la Nieta (Instituto Geológico y Minero de España, CSIC)
Alfredo Pérez-Paricio (Agencia Catalana del Agua)
Jordi Pujadas Ferrer (JPF Consultores)
Andrés Sahuquillo

Autores

Portada:

Rocío Espín Piñar y Patricia Rodríguez Romero

Ilustraciones:

Julia Lillo García, Rocío Espín Piñar y Sergio Martos-Rosillo

Diseño y maquetación:

Patricia Rodríguez Romero

Estructura

Memoria

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y FINALIDADES DE ESTA GUÍA
(Sergio Martos-Rosillo, Alfredo Barón Périz y Carolina Guardiola-Albert)

CAPÍTULO 2. PLANIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UN POZO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA
(Sergio Martos-Rosillo)

2.1. Aspectos generales

2.2. Estudio hidrogeológico

2.3. Diseño de la captación

2.4. Elaboración del proyecto constructivo

2.5. Gestión de permisos y tramitación de la obra

2.6. Ejecución de la obra

2.7. Ensayo de bombeo y evaluación del caudal y de la calidad del agua

2.8. Informe final

2.9. Equipamiento electromecánico

2.10. Protección sanitaria y desinfección final

2.11. Sellado y clausura

CAPÍTULO 3. CONTENIDOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO
(Sergio Martos-Rosillo)

3.1. ¿Qué debe contener el estudio hidrogeológico previo a un sondeo?

3.2. ¿Qué resultados se deben conseguir con el estudio hidrogeológico?

CAPÍTULO 4. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE SONDEOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA
(Sergio Martos-Rosillo)

4.1. Introducción

4.2. Aspectos a considerar antes del diseño de un sondeo

4.3. Diámetro

4.4. Diseño de sondeos en rocas cristalinas o rocas duras

4.5. Diseño de sondeos en rocas consolidadas

4.6. Diseño de sondeos en formaciones no consolidadas

CAPÍTULO 5. TRAMITACIÓN LEGAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

(Carolina Guardiola-Albert, Alfredo Barón, José Antonio Domínguez, Juan Antonio Hernández Bravo, Tomás García Ruíz, José David Comino Martínez, Alfredo Pérez, Mireia Iglesias, Teresa Carceller)

5.1. Introducción

5.2. Marco legal

5.3. Trámites

5.4. Ejemplos de tramitación administrativa

5.5. Reflexiones sobre la tramitación

CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE CONTENIDOS DEL PROYECTO TÉCNICO DE UN SONDEO

(José Antonio Domínguez y Carolina Guardiola-Albert)

CAPÍTULO 7. CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DEL POZO

7.1. Condicionantes a considerar en la ubicación de un sondeo (Alfredo Barón Périz y Carolina Guardiola-Albert)

7.2. Control de perforación, testificación y auscultación de sondeos (Ángel Cantudo Muñoz, Sergio Martos-Rosillo y Alfredo Barón)

7.3. Entubado (Sergio Martos-Rosillo, Juan Antonio Hernández Bravo, Alfredo Barón Périz y Jordi Pujadas)

7.4. Macizos de grava (Sergio Martos-Rosillo)

7.5. Cementación y productos sellantes (Sergio Martos-Rosillo, Alfredo Barón Périz y Marc Martínez)

7.6. Ensayos de bombeo (Sergio Martos-Rosillo y Alfredo Iglesias)

7.7. Protección sanitaria del pozo (Sergio Martos-Rosillo y Ángel Cantudo Muñoz)

7.8. Desinfección (Sergio Martos-Rosillo y Alfredo Barón Périz)

CAPÍTULO 8. INFORME FINAL

(Sergio Martos-Rosillo)

8.1. Introducción

8.2. Contenido del informe final de un sondeo

8.3. Fichas de inventario de pozos

CAPÍTULO 9. ABANDONO Y CLAUSURA DE CAPTACIONES

(Marc Martínez Parra, Sergio Martos-Rosillo, Alfredo Barón Périz y Tomas García Ruiz)

9.1. Introducción

9.2. Clausura temporal de una captación

9.3. Material y procedimientos de relleno para el sellado de captaciones

9.4. Operaciones de sellado

9.5. Resumen de operaciones de sellado y de materiales de relleno

9.6. Informe final de sellado

Anexos

1 | Normativa internacional

(Alfredo Barón Périz y Carolina Guardiola-Albert)

2 | Cualificación requerida para las empresas y el personal dedicado a la construcción de sondeos

(Alfredo Barón Périz, Antonio N. Martínez Sánchez de la Nieta y Carolina Guardiola-Albert)

3 Propuesta de Instrucción Técnica para la construcción y abandono de captaciones de aguas subterráneas

(Alfredo Barón Périz, Andrés Sahuquillo, Carolina Guardiola-Albert y Sergio Martos-Rosillo)

ANEXOS

1. Normativa internacional (Alfredo Barón Périz y Carolina Guardiola-Albert)

2. Cualificación requerida para las empresas y el personal dedicado a la construcción de sondeos
(Alfredo Barón Périz, Antonio N. Martínez Sánchez de la Nieta y Carolina Guardiola-Albert)

3. Propuesta de Instrucción Técnica para la construcción y abandono de captaciones de aguas subterráneas
(Alfredo Barón Périz, Andrés Sahuquillo, Carolina Guardiola-Albert y Sergio Martos-Rosillo)

4. Parte de bombeo

5. Ficha de Inventario de Puntos de Agua del IGME

Contenido

Contenido

1 INTRODUCCIÓN Y FINALIDADES DE ESTA GUÍA

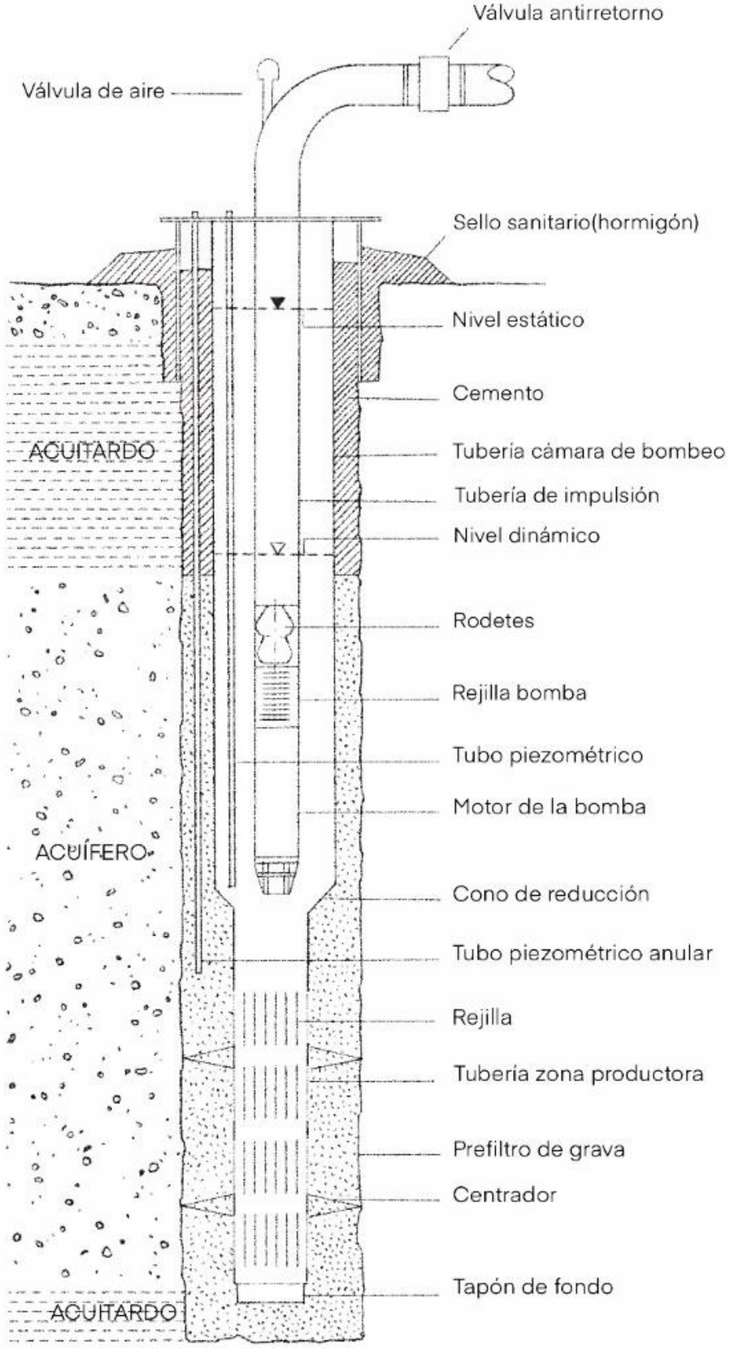
En esta guía se ha pretendido aunar en un solo volumen una serie de estándares mínimos necesarios para construir y/o clausurar un pozo o sondeo de captación de aguas subterráneas.

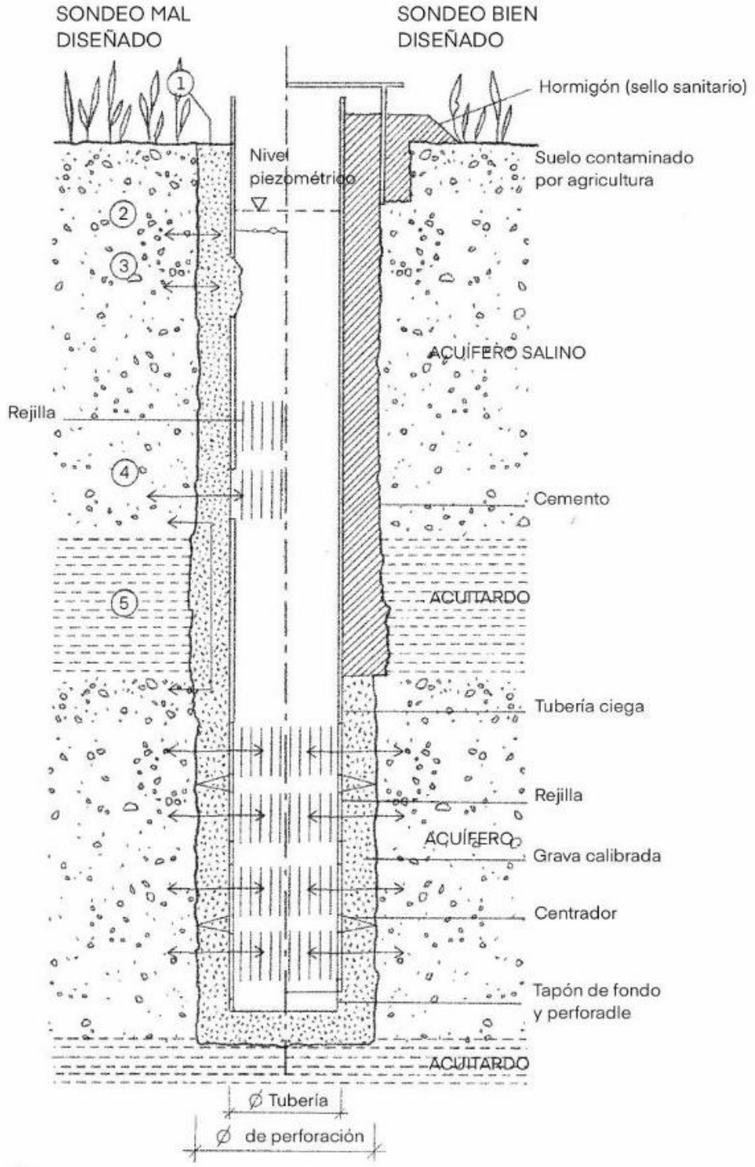
Muchos de los conceptos aquí recogidos ya están definidos en normativas autonómicas, en normativas específicas de las Demarcaciones Hidrográficas, o son conocidos por los constructores de sondeos. En consecuencia, algunos de los capítulos de esta guía no se desarrollarán exhaustivamente, si no que incorporan el contenido suficiente para saber cómo se debe realizar la obra y qué normativas o manuales se pueden consultar.

Comienzo de un pozo a cielo abierto en verano de 1951 *(Zaricejo, Villena, Alicante). Autor: Bernardo Conca; Fuente: Juan Antonio Hernández Bravo.*

En la guía se tratan distintos aspectos relativos a la construcción y clausura de pozos. Se describen, en los primeros capítulos, aspectos relacionados con la planificación a desarrollar para llevar cabo la construcción de un pozo y los contenidos mínimos que se deben exigir al estudio hidrogeológico previo, necesario para diseñar y poder construir una captación de agua subterránea. En el cuarto capítulo se dan una serie de recomendaciones para el diseño de un sondeo, en función del tipo de formación geológica a perforar. En el quinto se aborda la tramitación legal para la construcción de un pozo en España. Le siguen los contenidos mínimos que deben ser incluidos en el proyecto de este tipo de obra subterránea. El séptimo capítulo es el más extenso dado que en este se dan recomendaciones respecto a las distancias mínimas que se deben respetar entre el sondeo y posibles focos de contaminación, se indica como se debe realizar el control geológico e hidrogeológico a realizar durante la construcción de un sondeo, se tratan aspectos relativos al entubado, engravillado y cementación de los sondeos, a los ensayos de bombeo y a la protección sanitaria y la desinfección total del pozo una vez acabado. Se recomienda cómo y qué contenido debe tener el informe final de un pozo en el octavo capítulo. Por último, en el noveno, se abordan cuando y como se debe abandonar un pozo y como ha de clausurarse para evitar caídas en su interior y para impedir que el pozo sea una vía de contaminación del agua subterránea. La memoria de este libro está acompañada con una serie de anexos. En el primero se presenta una recopilación de la normativa internacional relacionada con la construcción, el diseño y el sellado y clausura de pozos. En el segundo se realiza otra recopilación de la cualificación requerida a las empresas y al personal dedicado a la construcción del pozos de captación de aguas subterráneas. Le sigue un tercer anexo donde se hace una propuesta de Instrucción Tecnica para la construcción y abandono de captaciones de aguas subterráneas y dos anexos más, con estadillos para la realización de ensayos de bombeo y una ficha tipo de inventario de puntos de agua.

Motilla del Azuer. *Vista aérea oblicua de la Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real), en la que se observa en primer término el pozo de captación de agua subterránea. Autor: Servicio de Tranbajos Aéreos del IGME.*





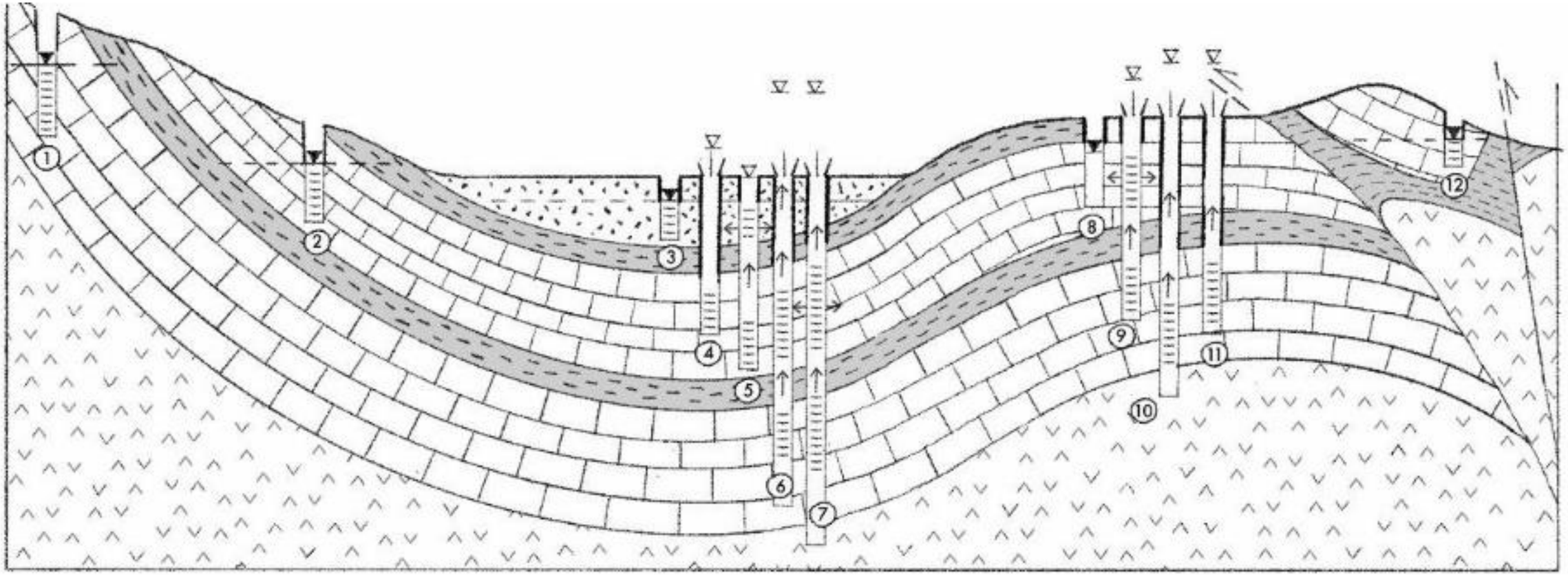
(1) Posible entrada de aguas superficiales, escorrentía o de aguas contaminadas por la actividad agrícola

(2) Zona de entrada o salida de agua por uniones de tuberías defectuosas o por orificios para pasadores mal soldados

(3) Zona de entrada o salida de agua por corrosión de la tubería

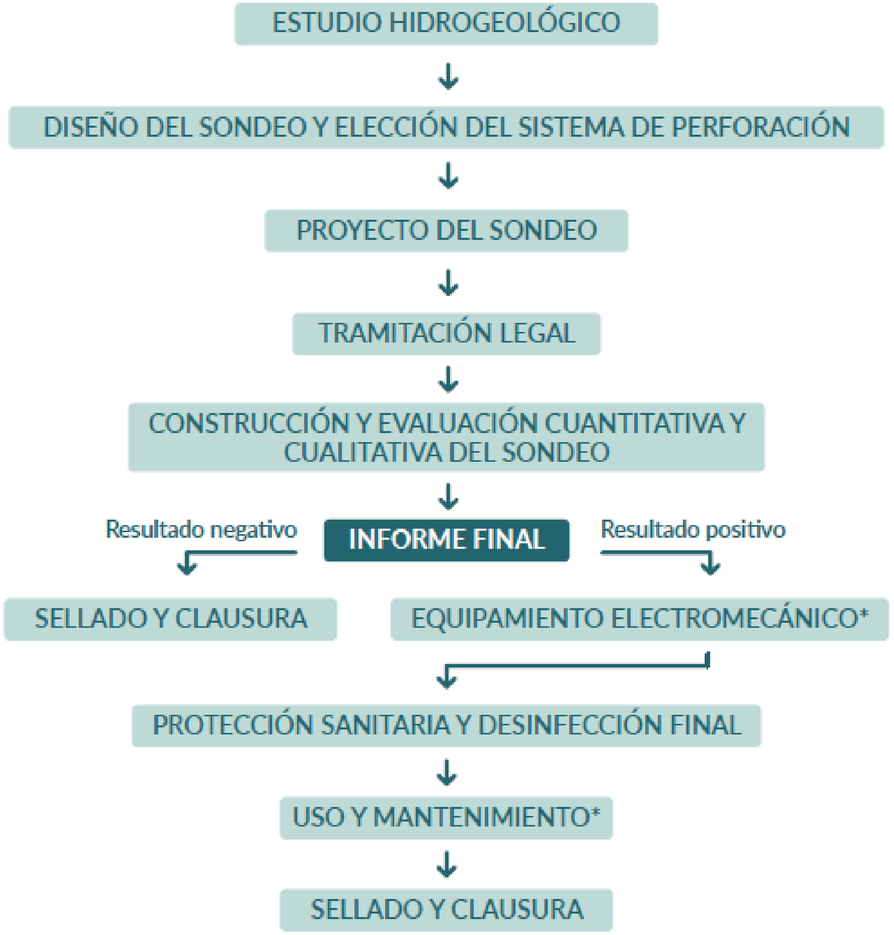
(4) (5) Posibles vías de entrada de agua salina en el sondeo

Contenido



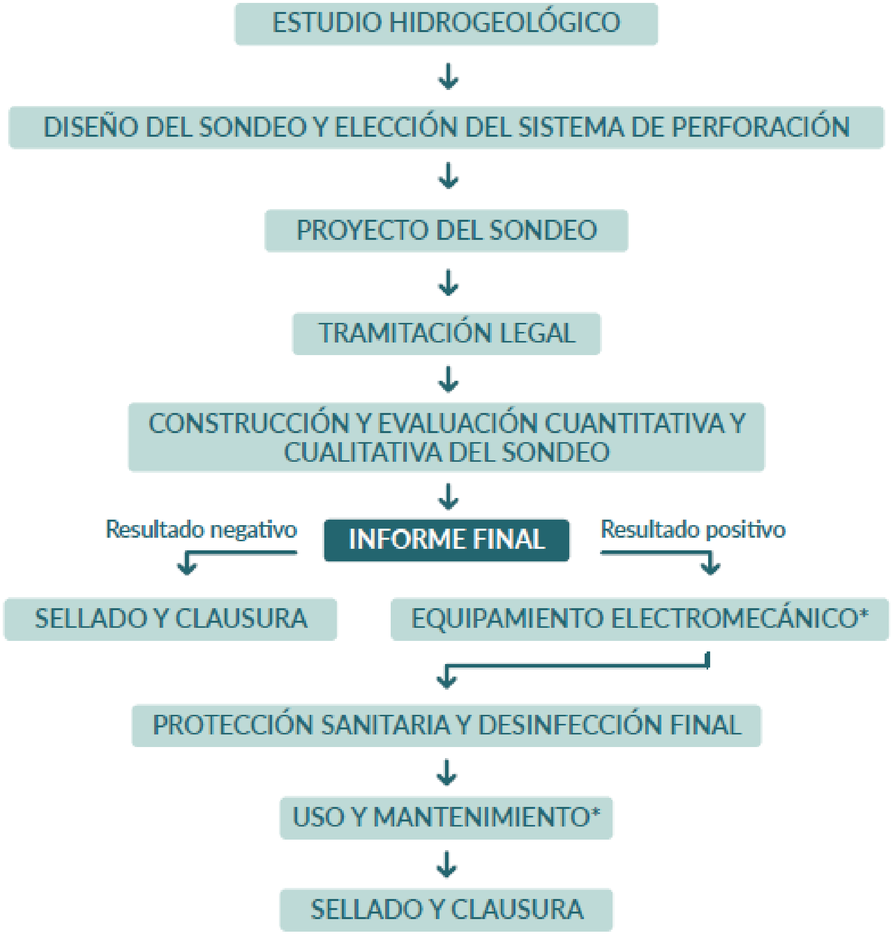
Contenido

2 PLANIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UN POZO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA



Contenido

2 PLANIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UN POZO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA



Contenido

3 CONTENIDOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

¿Qué debe contener el estudio hidrogeológico previo a un sondeo?

¿Qué resultados se deben conseguir con el estudio hidrogeológico?

Contenido

3 CONTENIDOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

¿Qué debe contener el estudio hidrogeológico previo a un sondeo?

¿Qué resultados se deben conseguir con el estudio hidrogeológico?

Contenido

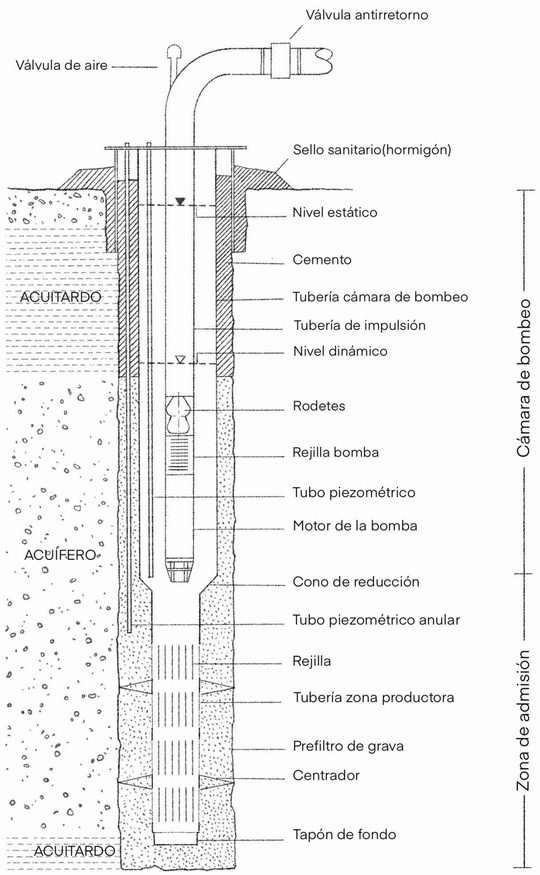
4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE SONDEOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Aspectos a considerar antes del diseño

Checklist	✓
Aspectos hidrogeológicos	
Tipo de acuífero y litología	☐
Profundidad del nivel piezométrico	☐
Tipo de acuífero (libre, confinado, semiconfinado)	☐
Parámetros hidráulicos	☐
Profundidad y espesor del acuífero o acuíferos	☐
Condiciones de contorno del acuífero (límites positivos/negativos, zonas de recarga...)	☐
Calidad del agua subterránea (uso, contaminación, incrustabilidad/corrosividad)	☐
Parámetros de diseño generales	
Objetivo de la captación: investigación/explotación	☐
Máximo caudal de explotación y régimen de explotación (abast., regadío, industrial)	☐
Tipo y diámetro de la bomba	☐
Profundidad del nivel dinámico	☐
Ubicación del sondeo (accesos, focos de contaminación, líneas eléctricas, conducciones, zonas inundables...)	☐
Litología, grado de consolidación de los materiales y tipo de acuíferos	☐
Esquema constructivo	
Diámetro y profundidad de la cámara de bombeo	☐
Diámetro y profundidad de la zona de admisión	☐
Entubado (total o parcial, solidario o no con la cámara de bombeo)	☐
Sondeo con rejilla u «open hole»	☐
¿Macizo de grava?	☐
¿Cementaciones?	☐
¿Desarrollos?	☐

Contenido

Diámetro



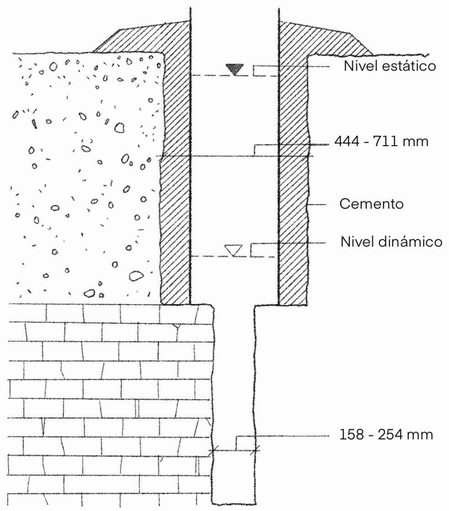
Diámetro de perforación				Diámetro de entubado				
Percusión con cable	Rotación directa o inversa		Rotoper. inversa	Tubos roscados				Tubos soldados
				Metálicos			PVC	Metálicos
				Diám. Ext.	Diám. API	Diám. Ext. Manguitos	Diám. Ext. (2)	Diám. Ext. (3)
mm	Pul.	mm	Pul.	Pul.	mm	mm	mm	mm
600 a 650	24"	609,6	(1)	20"	508	533,4	500	450-500
500 a 550	20"	508	(1)	16" a 18,62"	473 a 406	432 a 498	400	400
400 a 450	17,5"	444,5	17,5"	13,31"	340	365	315-330	350-300
300 a 350	12,25"	331,1	12,25"	9,62"	244,5	270	250	250
200 a 250	8,5"	215,9	8,5"	7"	178	194,5	180	180
****	6,25"	158,7	6,25"	5"	127	141	110-140	100-140
****	****	****	4"	3"	76	****	****	****

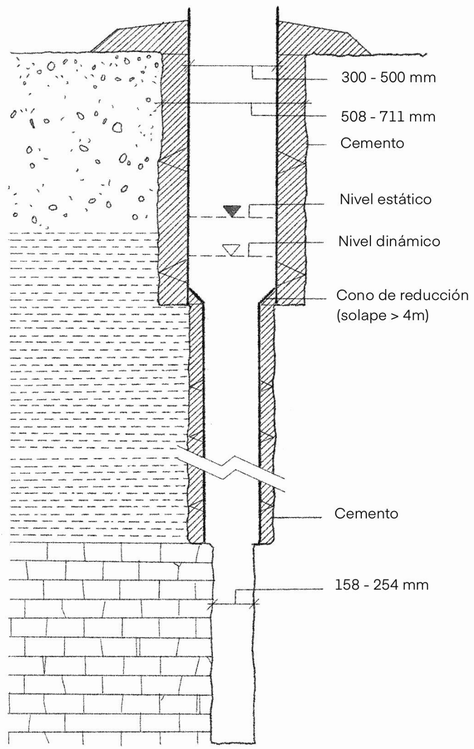
XRVS 455
renos

SEGOQUI - 1600
rends

Contenido

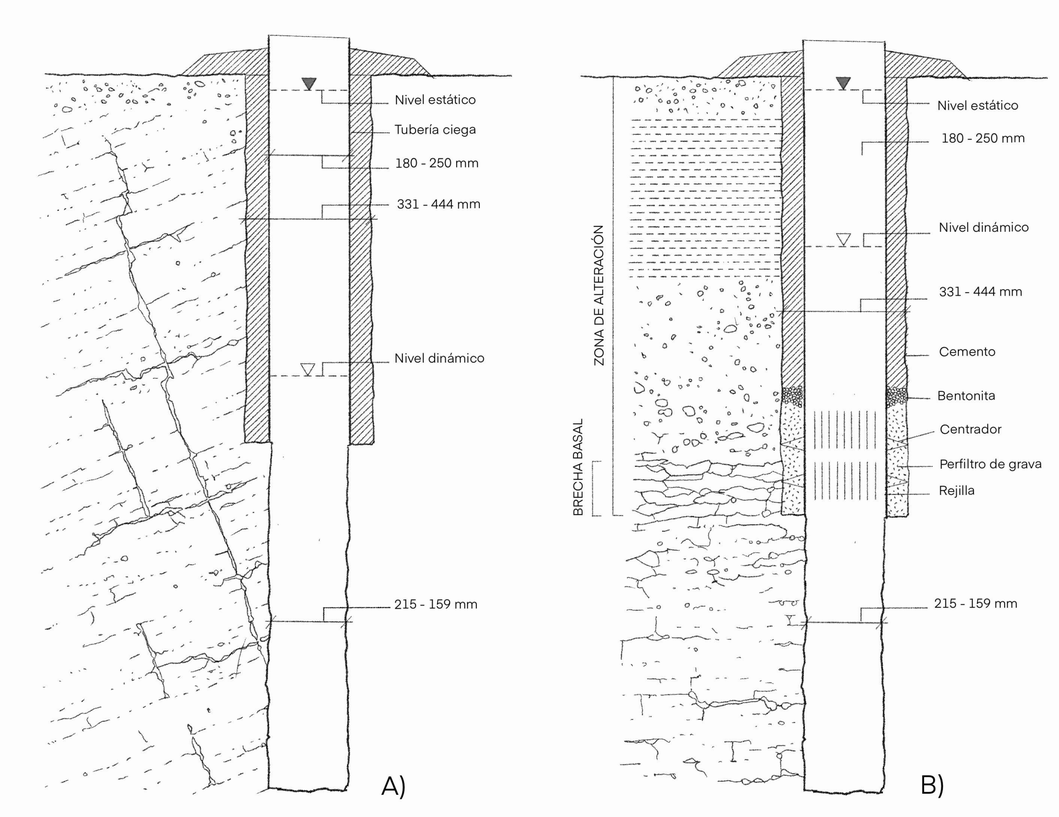
Diseño de sondeos en consolidadas





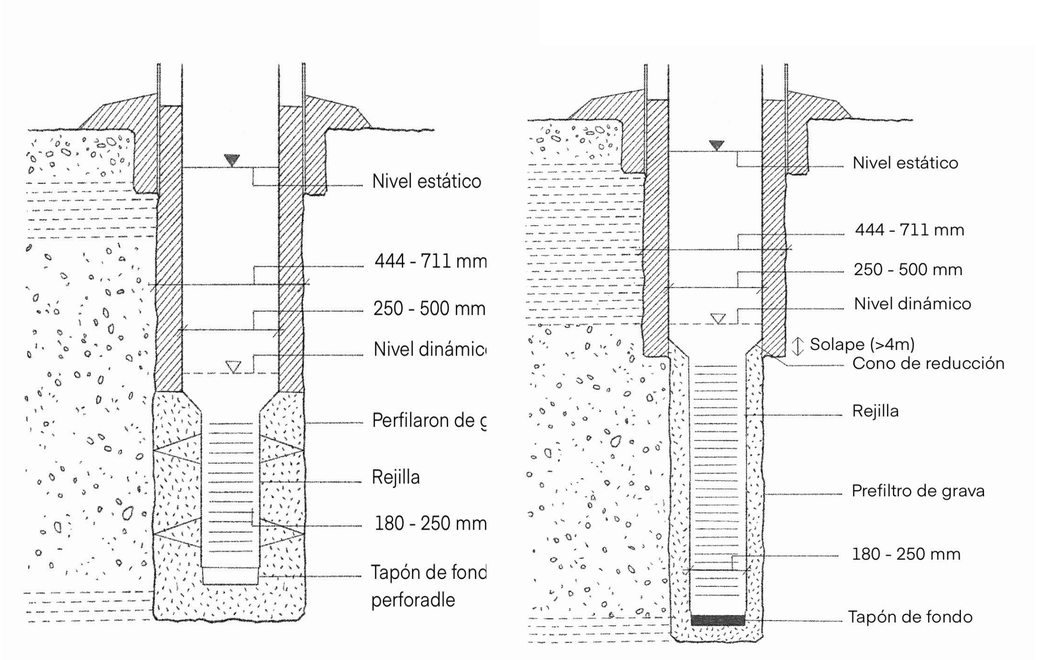
Contenido

Diseño de sondeos en rocas duras



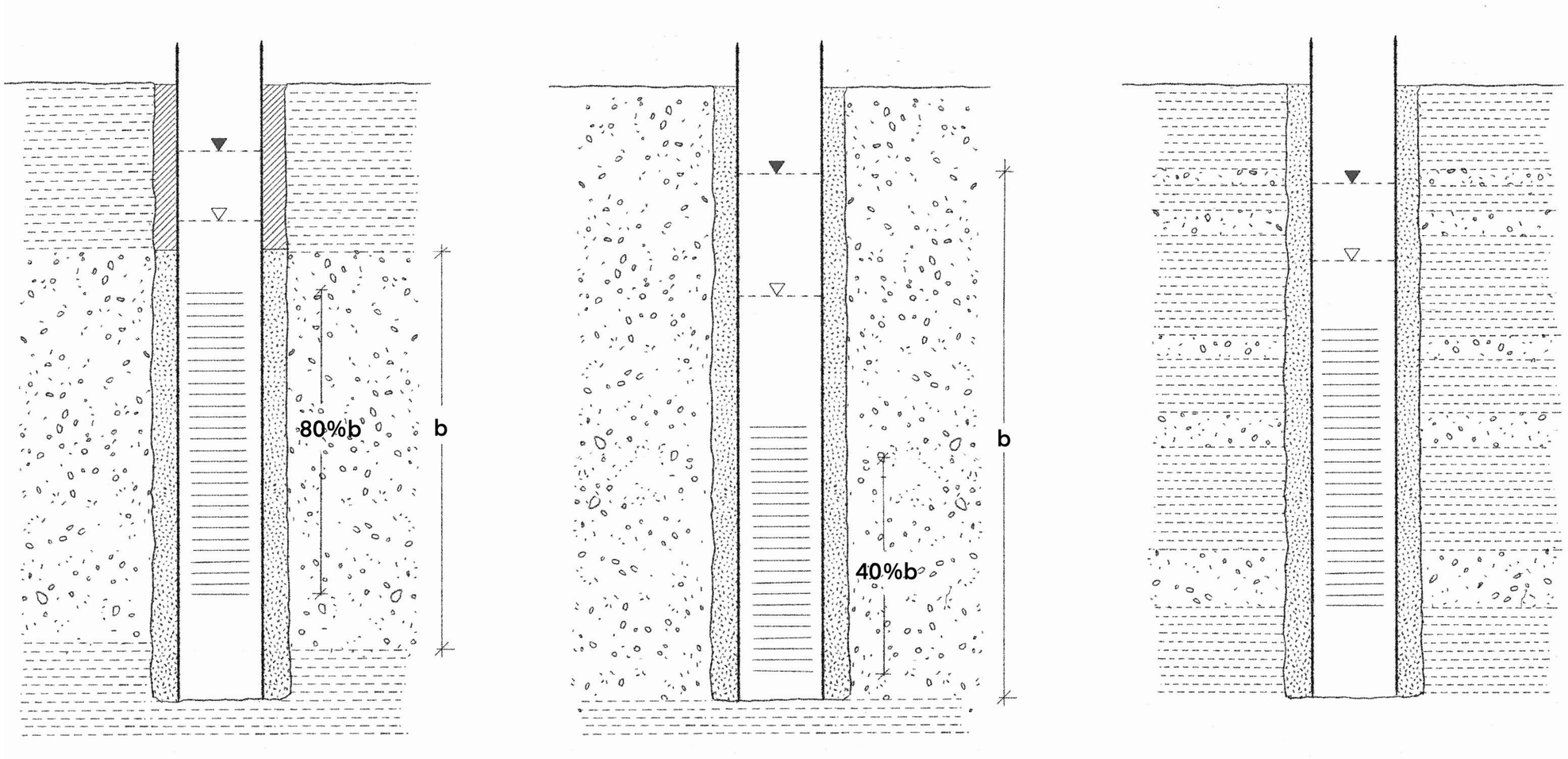
Contenido

Diseño de sondeos en rocas no consolidadas



Contenido

Diseño de sondeos en rocas no consolidadas



Contenido

5 TRAMITACIÓN LEGAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE UN POZO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Marco legal
Trámites
Ejemplos de tramitación
Islas Baleares
Cuencas Internas de Cataluña
Comunidad de Madrid
Comunidad Valenciana
Comunidad de Andalucía
Reflexiones sobre la tramitación
Posibles soluciones

Contenido

6 PROPUESTA DE CONTENIDOS DEL PROYECTO TÉCNICO DE UN SONDEO

PROYECTO TÉCNICO DE UN SONDEO			Opcionalidad
DOCUMENTO Nº 1	MEMORIA	1. Datos básicos	**Necesario.** Puede estar resumida en una tabla, ficha o documento sencillo.
		2. Objeto del proyecto	
		3. Necesidades hídricas	
		4. Características de la obra	4.1. Ubicación y acondicionamiento: Necesario. Simplificar (coordenadas).
			4.2. Sistemas y diámetros de perforación: Necesario. Formato ficha.
			4.3. Acondicionamiento: Opcional en pequeñas captaciones. La Administración informará de su necesidad.
			4.4. Ensayos de bombeo: Adaptar en función del volumen a extraer. La Administración informará de su necesidad.
			4.5. Desarrollo del sondeo: Opcional en pequeñas captaciones. La Administración informará de su necesidad.
		5. Procedimiento de cierre o clausura	**Necesario.**
		6. Plazo de ejecución y Empresa perforadora	**Necesario.**
		7. Presupuesto	Necesario para la autoridad minera.
		8. Clasificación del contratista	Opcional en pequeñas captaciones.
	ANEJOS	A1. Estudio geológico-hidrogeológico	**Necesario.**
		A2. Justificación de precios (costes directos e indirectos)	Opcional en pequeñas captaciones.
		A3. Plan de obra	**Necesario.**
		A4. Estudio básico de Seguridad y Salud	**Necesario.**

PROYECTO TÉCNICO DE UN SONDEO			Opcionalidad
DOCUMENTO Nº 2	PLANOS	M1. Mapa de situación	**Necesario.** Sencillo.
		M2. Mapa parcelario	**Necesario.** Hay que decir parcela y polígono, efectivamente para aportar títulos de propiedad o autorización de la propiedad.
		M3. Mapa geológico/hidrogeológico	**Necesario** (la Administración podría considerarlo opcional en función de los medios que disponga).
		M4. Esquema del sondeo	**Necesario.**
		M5. Columna litológica	**Necesario** (si no está incluida en el esquema del sondeo).
		M6. Esquema instalación electromecánica	Opcional, aunque hay Administraciones que si lo piden.
DOCUMENTO Nº 3	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	PT1. Definición y alcance del pliego	**Necesario** (la Administración podría considerarlo opcional en función del tamaño de la captación).
		PT2. Normativa	
		PT3. Descripción de la obra	
		PT4. Condiciones que deben cumplir los materiales	
		PT5. Condiciones que debe cumplir la maquinaria	
		PT6. Ejecución de las obras	
		PT7. Medición de las obras	
		PT8. Abono de las obras	
		PT9. Disposiciones generales	
DOCUMENTO Nº 3	PRESUPUESTO	PR1. Mediciones	**Necesario.**
		PR2. Cuadros de precios	
		PR3. Presupuesto general	

Contenido

7 CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DEL POZO

7.1. Condicionantes a considerar en la ubicación de un sondeo
7.2. Control de perforación, testificación y auscultación de sondeos
7.3. Entubado
7.4. Macizos de grava
7.5. Cementación y productos sellantes
7.6. Ensayos de bombeo
7.7. Protección sanitaria del pozo
7.8. Desinfección

7.1. Condicionantes a considerar en la ubicación de un sondeo

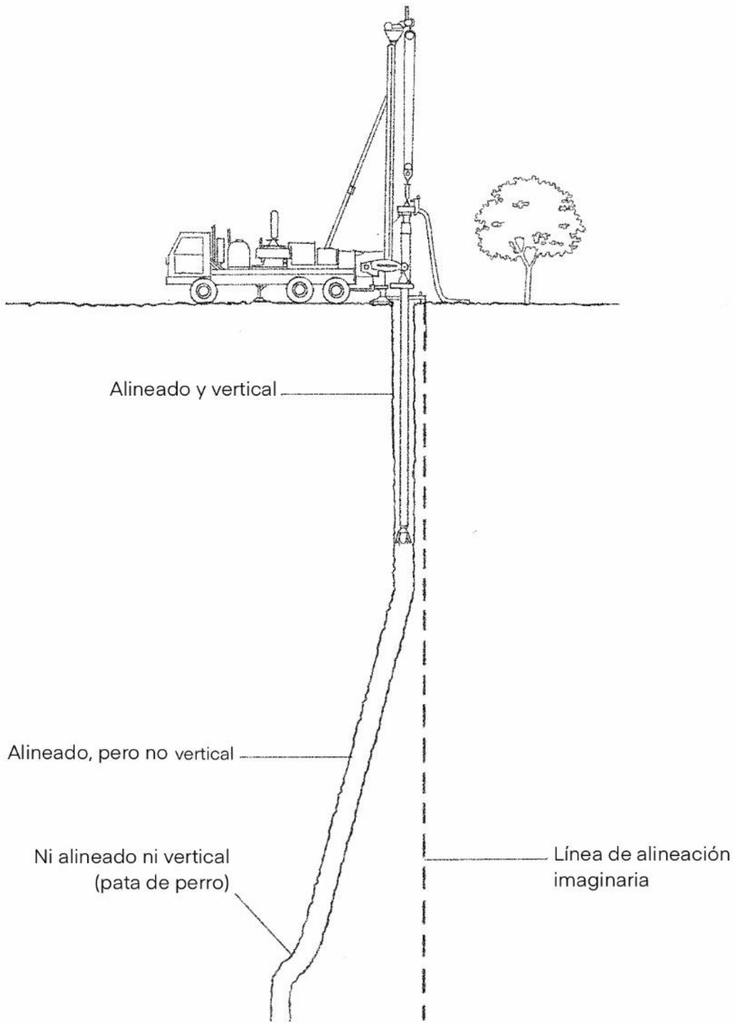
Actividad	Distancia (m)		
	A*	B*	C*
Edificios sin subterráneos y viviendas aisladas **	3	3	3
Tanques de propano, conducciones de gas y líneas eléctricas.	3	3	3
Recintos para animales (hasta 1 UGM). Tanques de combustible sobre impermeable (hasta 3 m^3). Tubería de aguas residuales, en plástico o acero 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

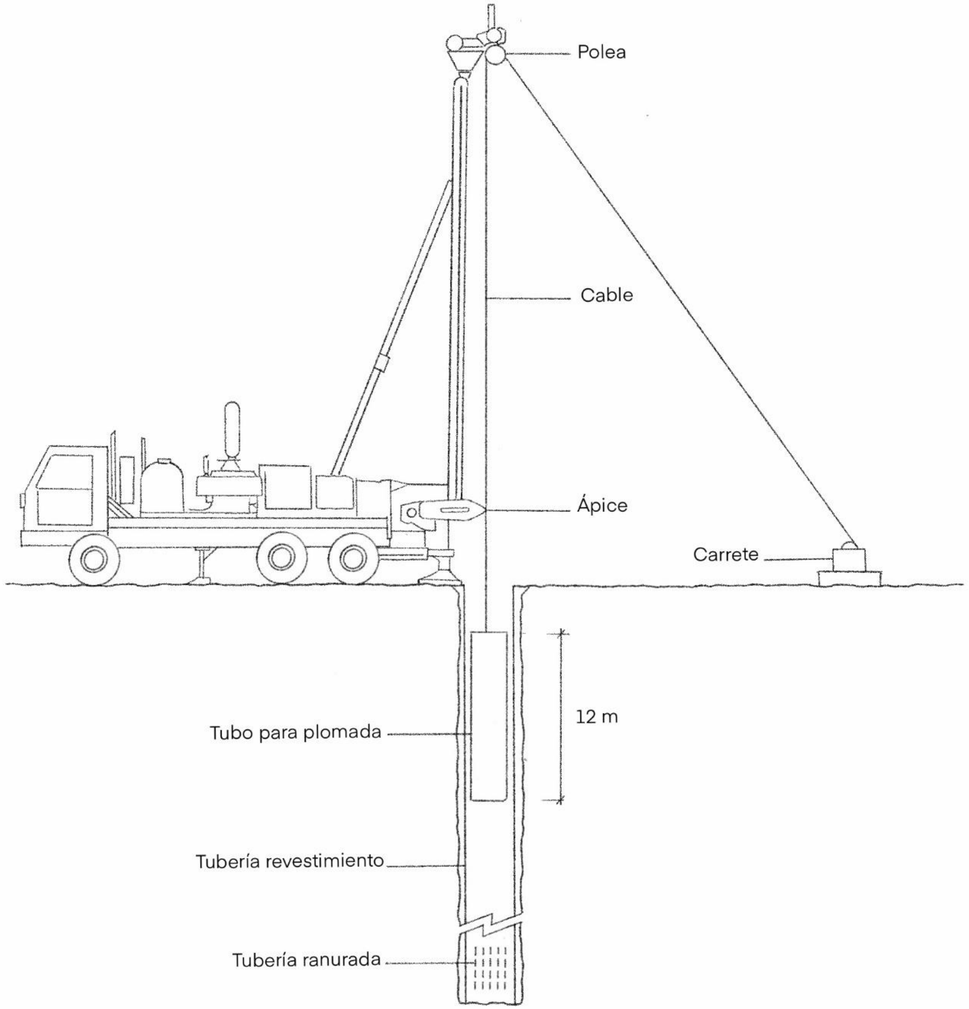
7.2. Control de perforación, testificación y auscultación de sondeos

7.2. Control de perforación, testificación y auscultación de sondeos

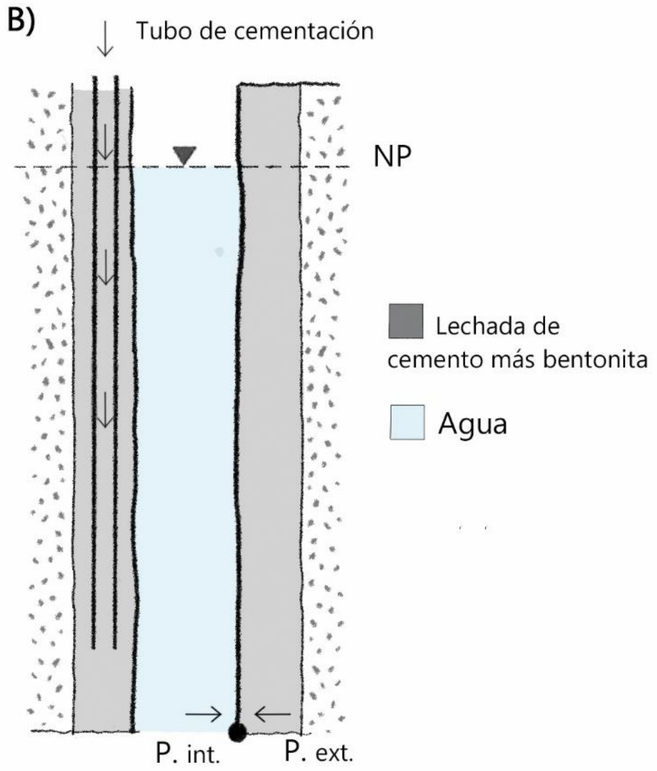
Información General	Tipo de registrostancia (m)	Diagrafía	Información detallada	Condicionante	Campo de Aplicación			
					Investigación	Construcción	Fin de Obra	Rehabilitación
Litología	Nuclear	Gamma Natural	Litología, contenido en arcilla, correlación	No requiere				
		Neutrón	Porosidad, fracturas, litología					
		Gamma - Gamma	Densidad aparente, porosidad litología					
	Eléctricas	Resistividad Normal corta 16"	Resistividad en zona invadida, litología, permeabilidad	Con fluido y pozo sin entubar				
		Resistividad Normal larga 64"	Resistividad en zona no invadida, litología					
		Potencial Espontáneo (SP)	Litología, identifica zonas acuíferas, anticipa calidad del agua					
		Resistencia Monoelectródica (SPR)	Litología, correlación					
	Acústicas	Acustic Televiewer	Litología de alta resolución, obtiene testigo continuo orientado, diámetro	Con fluido y pozo sin entubar				
		Sonda Sónica de Onda completa	Litología, porosidad, fracturas, constantes elásticas, etc					
Propiedades del Fluido	Calidad del Agua	Temperatura	Gradiente térmico, zonas permeables, nivel del agua	Con fluido y entubado indiferente				
		Conductividad eléctrica	Calidad del fluido, zonas permeables, nivel del agua					
		Toma de Muestras	2 litros de agua de un punto concreto para análisis químico					
	Hidrodinámica	Flowmeter	Flujo en pozo, zonas permeables	Con fluido y entubado indiferente				
Aspectos Constructivos	Estructural	Calibre	Diámetro en perforación o tubería	No requiere				
		Desviación	Desviación con la vertical, orientación de la desviación	No requiere para verticalidad, sin tubería metálica para orientación (Azimut)				
	Tubería	Cámara de TV sumergible	Inspección directa del estado interior del sondeo	No requiere				

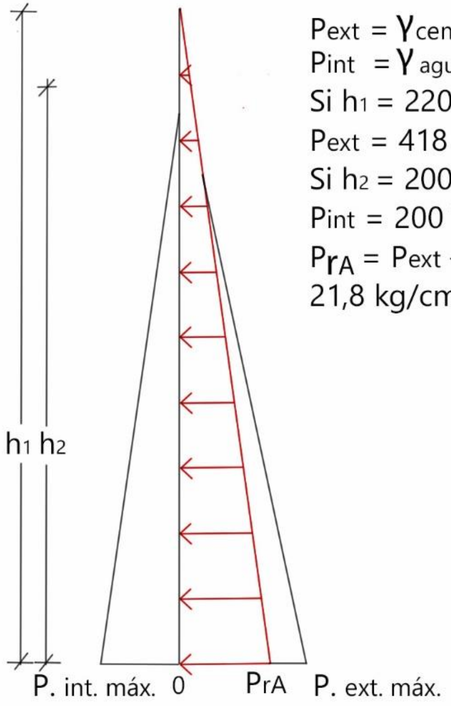
7.2. Control de perforación, testificación y auscultación de sondeos





7.3. Entubado





$P_{ext} = \gamma_{cem} \cdot h_1$

$P_{int} = \gamma_{agua} \cdot h_2$

Si h_1 = 220 m y γ_{cem} = 1,9 Tn/m^3

P_{ext} = 418 Tn/m^2 = 41,8 kg/cm^2

Si h_2 = 200 y γ_{agua} = 1 Tn/m^3

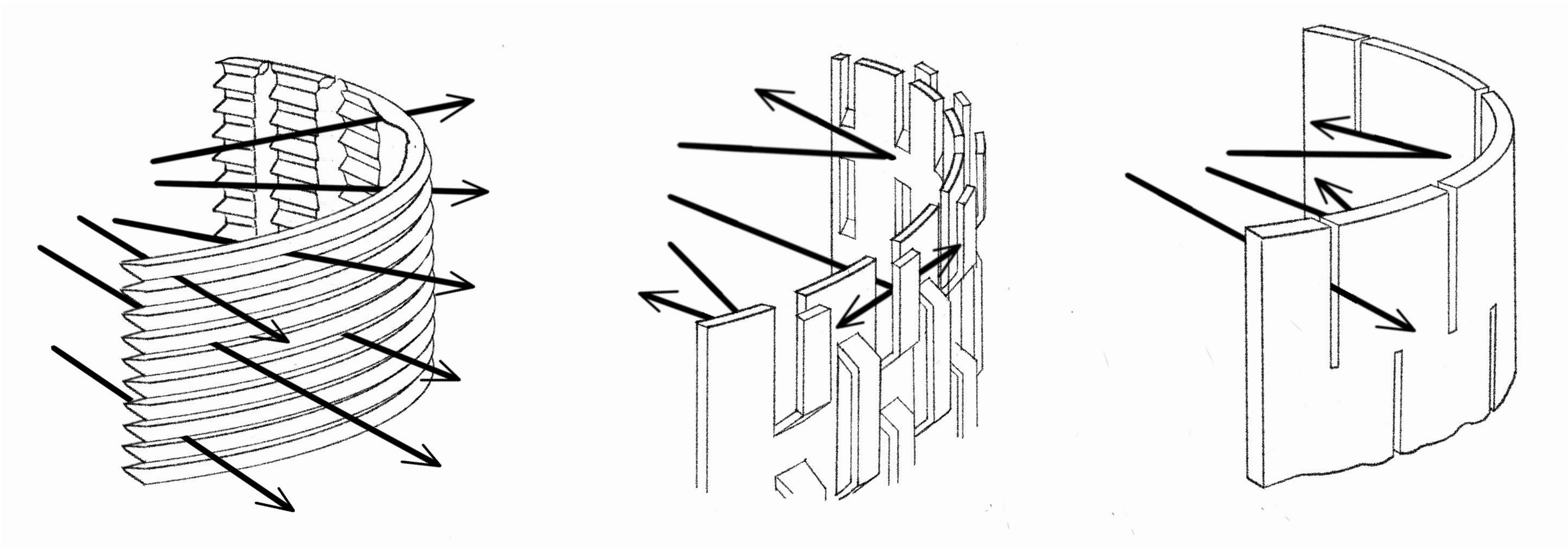
P_{int} = 200 Tn/m^2 = 20 kg/cm^2

$P_{rA} = P_{ext} - P_{int}$ = 41,8 -20 kg/m^2 = 21,8 kg/cm^2

7.3. Entubado

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	-	-

7.3. Entubado



Diámetro, espesor, resistencia, peso...

Ø Nominal		Ø Externo	Ø Interno	Espesor	Pernos de prueba	Resistencia presión externa	Peso aprox.	Longitudes	Opciones de conexión
DN	pulgadas (")	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bar)	(kg/m)	(m)	
100	4 1/2	114,3	108,3	3,0	101,0	66,8	8,4	1/2/3/4/6	1-7
125	5 1/2	139,7	133,7	3,0	139,7	36,6	10,3	1/2/3/4/6	1-7
150	6 5/8	168,3	162,3	3,0	154,0	20,9	12,5	1/2/3/4/6	1-7
175	7 5/8	193,7	187,7	3,0	193,7	13,7	14,4	1/2/3/4/7	2-7
200	8 5/8	219,1	213,1	3,0	205,0	9,5	16,3	1/2/3/4/6	1-7
250	10 3/4	273,0	265,0	4,0	256,0	1,6	27,0	1/2/3/4/6	1-7
300	12 3/4	323,9	315,9	4,0	307,0	7,0	32,2	1/2/3/4/6	1-7
350	14	355,6	347,6	4,0	339,0	5,3	35,3	1/2/3/4/6	1-7
400	16	406,4	396,4	5,0	386,0	6,9	50,4	1/2/3/4/6	1-7
500	20	508,0	496,0	6,0	483,0	6,1	75,7	1/2/3/4/6	2-7
600	24	609,6	597,6	6,0	586,0	3,5	91,0	1/2/3/4/6	2-7
800	32	812,8	796,8	8,0	786,0	3,5	161,8	1/2/3/4/6	3-7
1000	40	1016,0	1000,0	8,0	986,0	1,8	202,7	1/2/3/4/6	3-7

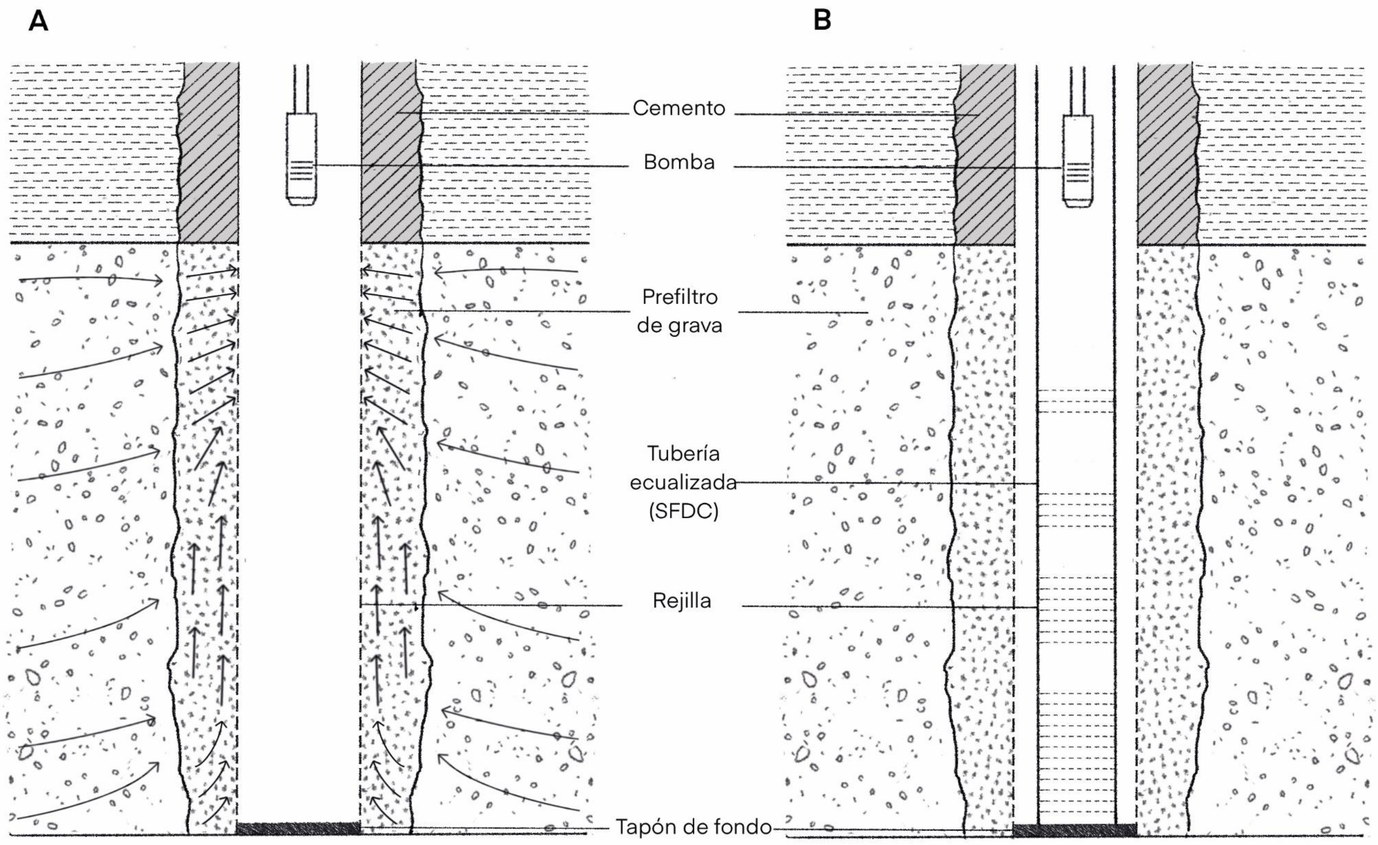
Tabla 7.3.7. Resistencia a la presión externa y peso metro lineal de rejilla de filtro puentecillo (Tomado de Catálogo Pesa Well Engineering, S.L.).

Caudal teórico por metro de rejilla

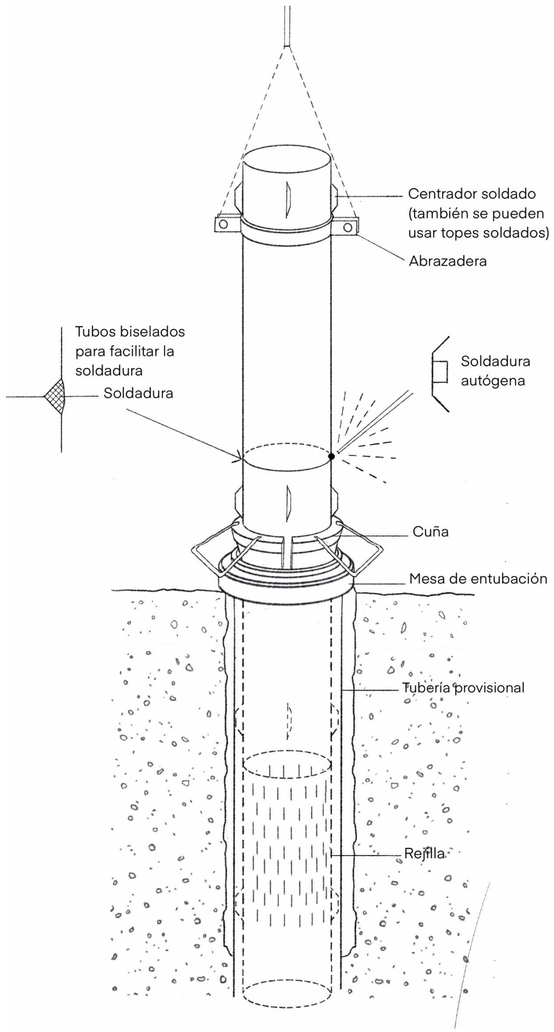
Ø Nominal		Ø Externo	Distancia Puente	Capacidad de filtración teórica (v=30mm/s) puente (mm)									
				h=1 ; L=23,5		h=1,5;L=24,25		h=2 ; L=25		h=2,5;L=25,75		h=3 ; L=26,5	
DN	pulgadas (")	(mm)	(mm)	Área ablerta	l/s x m	Área ablerta	l/s x m	Área ablerta	l/s x m	Área ablerta	l/s x m	Área ablerta	l/s x m
100	4 1/2	114,3	7,5	6,9%	0,7	10,6%	1,1	14,5%	1,5	18,7%	1,9	23,1%	2,4
125	5 1/2	139,7	7,5	6,9%	0,9	10,6%	1,3	14,5%	1,8	18,7%	2,4	23,1%	3,0
150	6 5/8	168,3	9,0	6,9%	1,0	10,6%	1,6	14,5%	2,2	18,7%	2,9	23,1%	3,6
175	7 5/8	193,7	8,0	6,9%	1,2	10,6%	1,9	14,5%	2,6	18,7%	3,3	23,1%	4,1
200	8 5/8	219,1	7,5	6,9%	1,4	10,6%	2,1	14,5%	2,9	18,7%	3,8	23,1%	4,7
250	10 3/4	273,0	8,5	6,9%	1,7	10,6%	2,7	14,5%	3,7	18,7%	4,7	23,1%	5,8
300	12 3/4	323,9	7,5	6,9%	2,0	10,6%	3,2	14,5%	4,3	18,7%	5,6	23,1%	6,9
350	14	355,6	9,0	6,9%	2,3	10,6%	3,5	14,5%	4,8	18,7%	6,2	23,1%	7,6
400	16	406,4	8,0	6,9%	2,6	10,6%	4,0	14,5%	5,5	18,7%	7,0	23,1%	8,7
500	20	508,0	9,0	6,9%	3,2	10,6%	5,0	14,5%	6,9	18,7%	8,9	23,1%	10,9
600	24	609,6	?	6,9%	3,9	10,6%	6,0	14,5%	8,2	18,7%	10,6	23,1%	13,1
800	32	812,6	?	6,9%	5,2	10,6%	8,0	14,5%	11,0	18,7%	14,1	23,1%	17,5
1000	40	1016,0	?	6,9%	6,5	10,6%	10,0	14,5%	13,8	18,7%	17,8	23,1%	21,9

Tabla 7.3.8. Caudal teórico de entrada por metro lineal de rejilla de filtro puentecillo con velocidades de 3 cm/s (Tomado de Catálogo Pesa Well Engineering, S.L.).

Ecualización de pozos



Descenso de la tubería



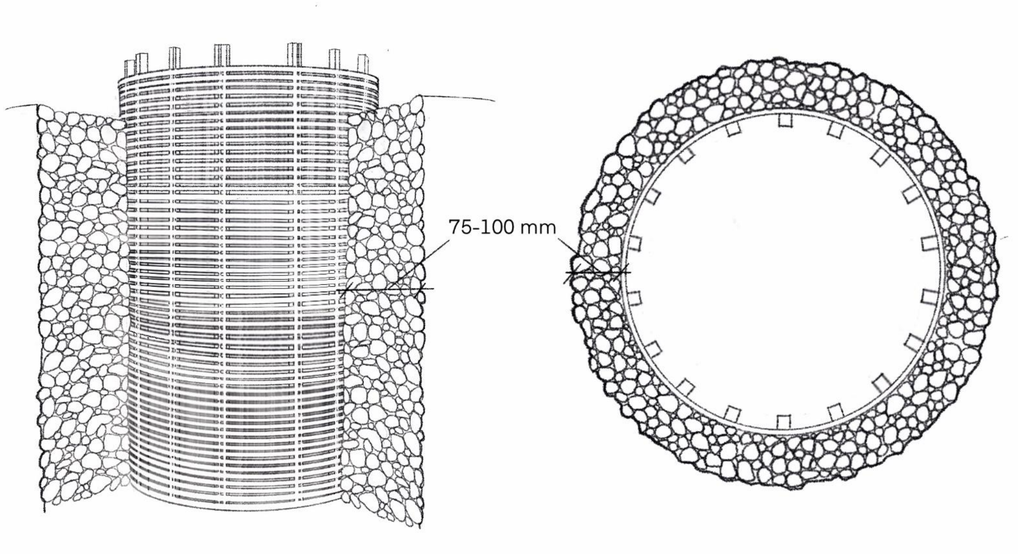
GRUINSA
TEREX DEMAG
SONDEOS
MAN

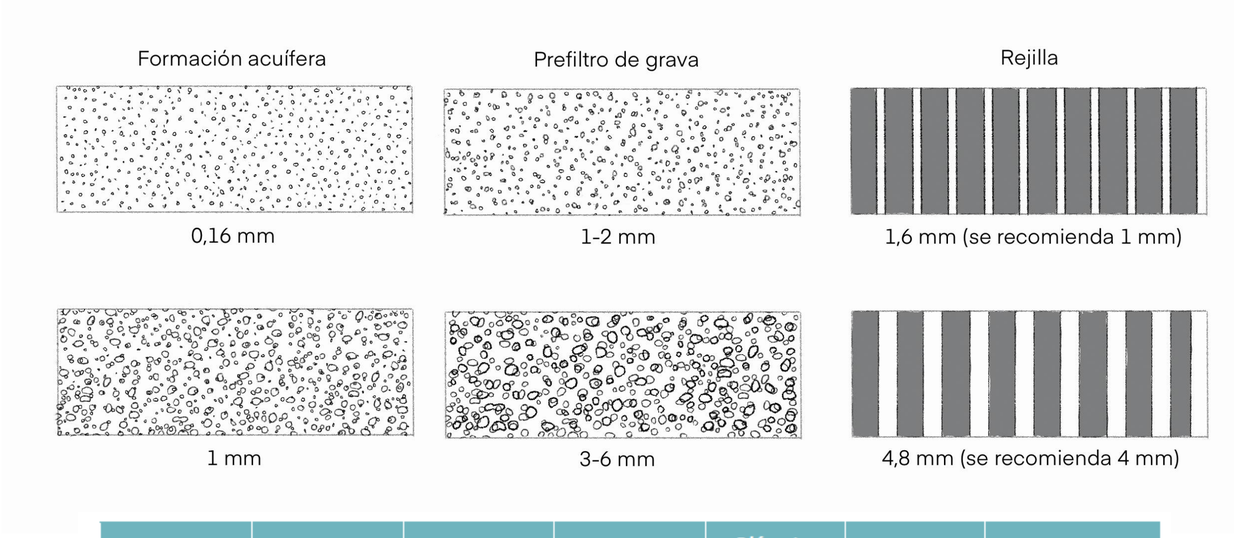
7.3. Entubado

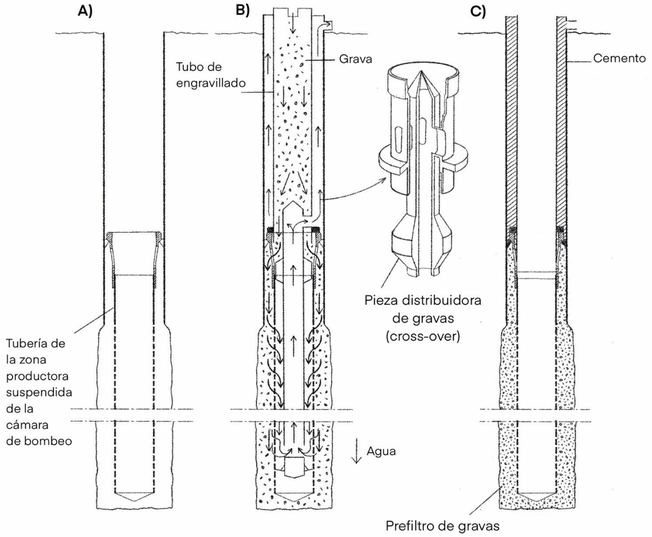
4,5m
sondeos
martínez

TARA 16095Kg.
M.M.A.32000Kg.
M
70

7.4. Macizos de grava





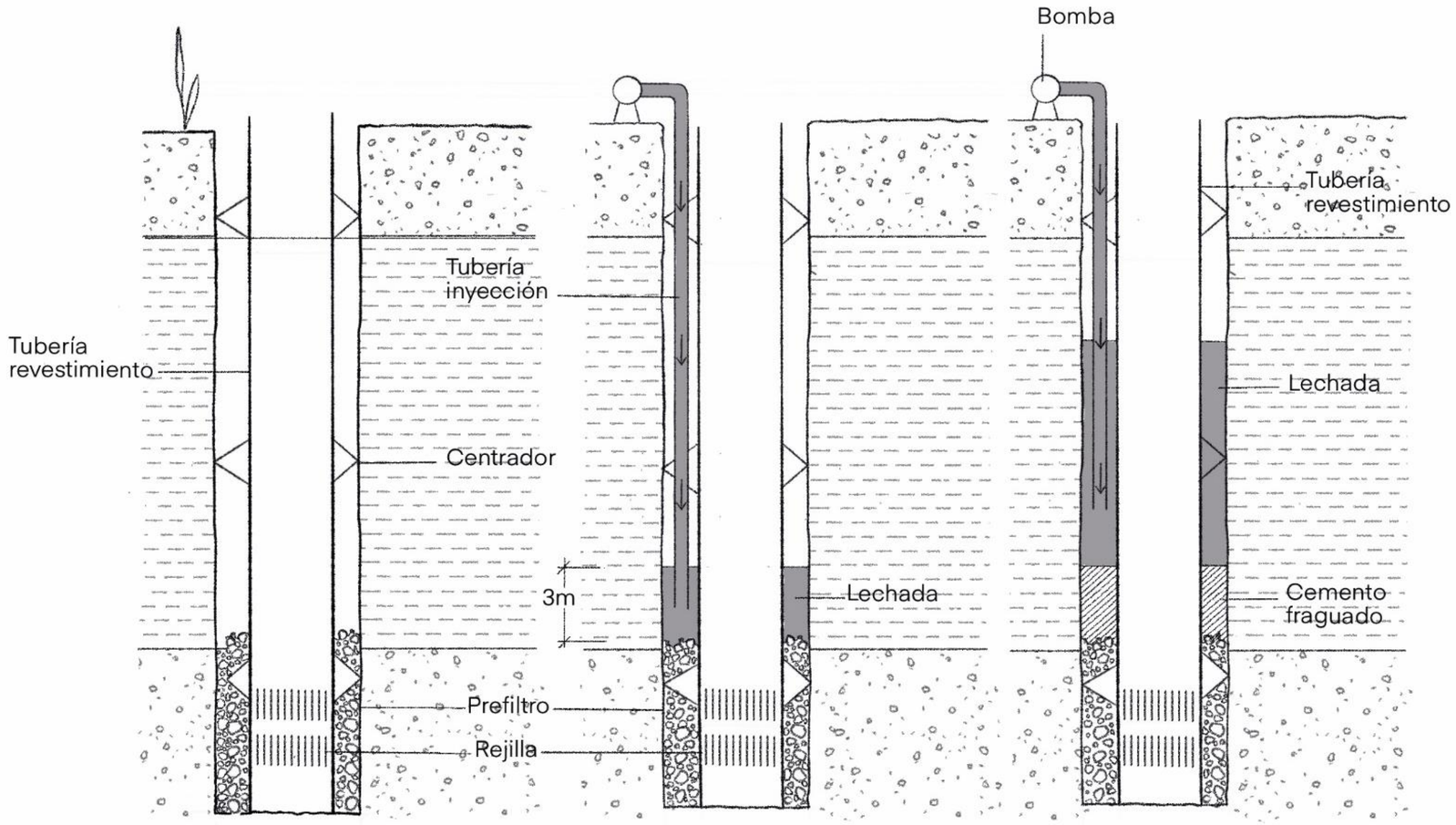


Granulometría del acuífero	Aspecto visual	Aspecto a la lupa	Espesor del prefiltro	Diámetro grano del prefiltro	Tipo de rejilla y paso	Observaciones
Arenas finas a medias 0,06 a 0,2 mm	Uniformes y homométricas. Vuelan al soplar	Redondeadas y suaves al tacto	Óptimo doble anillo 15-20 mm	1-2 mm	MAPR, AC, P, RD PR: 0,5-1 mm	Las rejillas con macizo de arena pegadas suelen ser la única solución No usar bentonita en la perforación en este tipo de medios y rejillas
		Angulosas y rugosas al tacto	80 mm granolumetría más gruesa	2-3 mm.		
Arenas gruesas 0,6 a 2 mm	Bastante uniformes, se distinguen los granos visualmente. Poco heterométricas	Redondeadas y suaves al tacto	80-100 mm	3-5 mm	R, AC, P PR: 1-2 mm	Si abundan las arenas finas dar espesor al prefiltro. Preferible el uso de los lodos no bentoníticos
		Angulosas y rugosas al tacto		5-8 mm	R, Ac, P PR: 3 mm	
Grava y gravillas mezclada con arena 6 a 60 mm de gravas con 0,2 a 2 mm de arenas	>1/3 en volumen tamaño gravilla o grava, moderadamente heterométricas	Fracción arenosa suave y redondeada	80 mm	6-12 mm	R, AC, P PR: 3 mm	Instalación del prefiltro con tubos engravadores y métodos de inyección. Evitar el puenteo y asegurarse del asentamiento del prefiltro.
		Fracción arenosa rugosa y angulosa		6-18 mm	R, AC,P PR: 3-5 mm	
Gravas medias y gruesas predominando sobre la fracción arenosa > 20 mm	> ½ volumen de tamaño grava o superior. Muestras heterométricas	Angulosas, aplanadas. Redondeadas o poco aplanadas	En general, no procede prefiltro	20–40 mm redondeada	R, AC, P PR: 5-10 mm	Medios ideales para desarrollo natural con sistemas bidireccionales
			Desarrollo natural	Sólo relleno espacio si el espacio anular es excesivo		

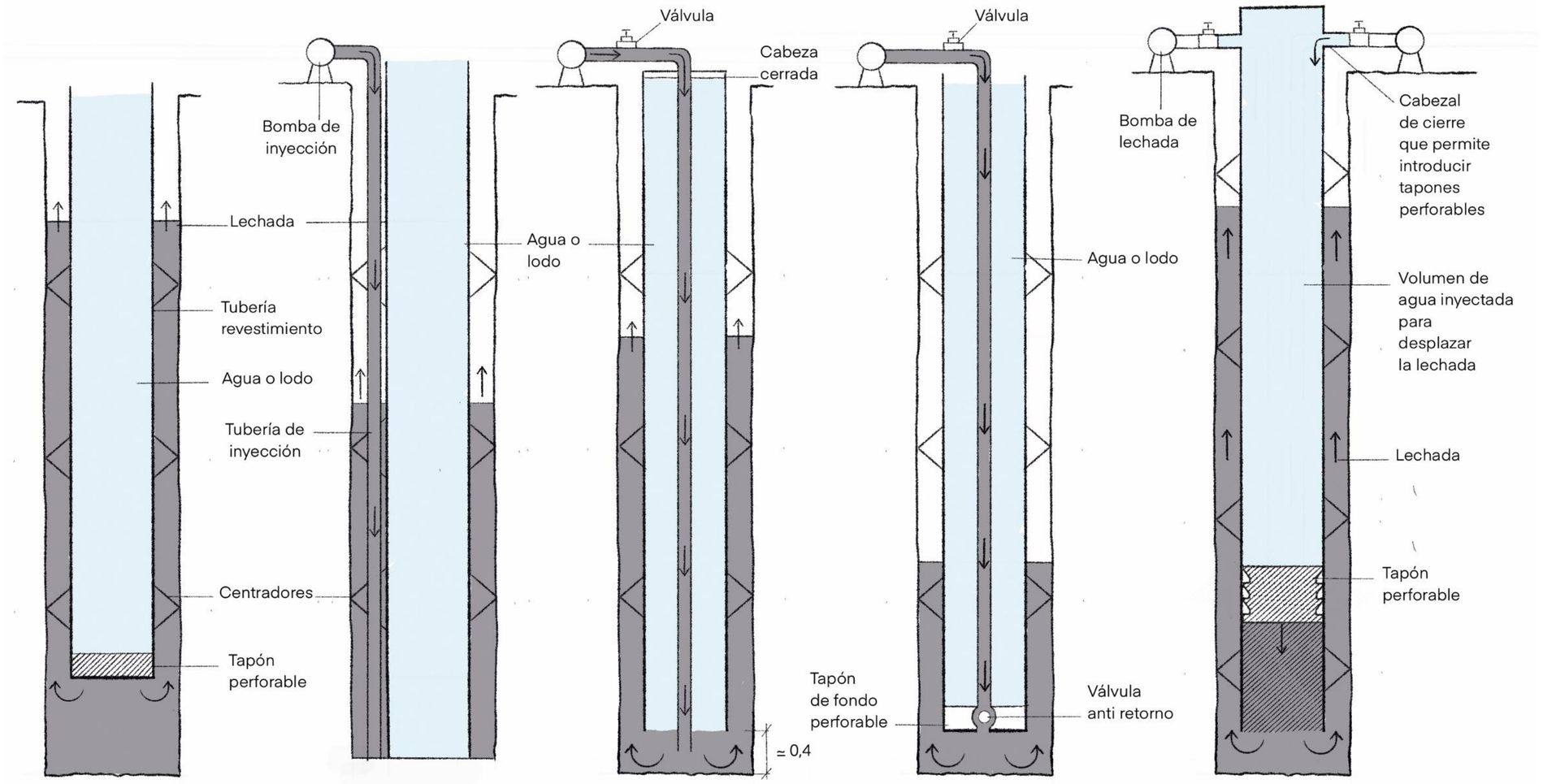
7.5. Cementación y productos sellantes

Lechadas de bentonita, cemento y cemento más bentonita
Otros productos sellantes
Procedimientos de cementación
Esquemas y profundidades de cementación

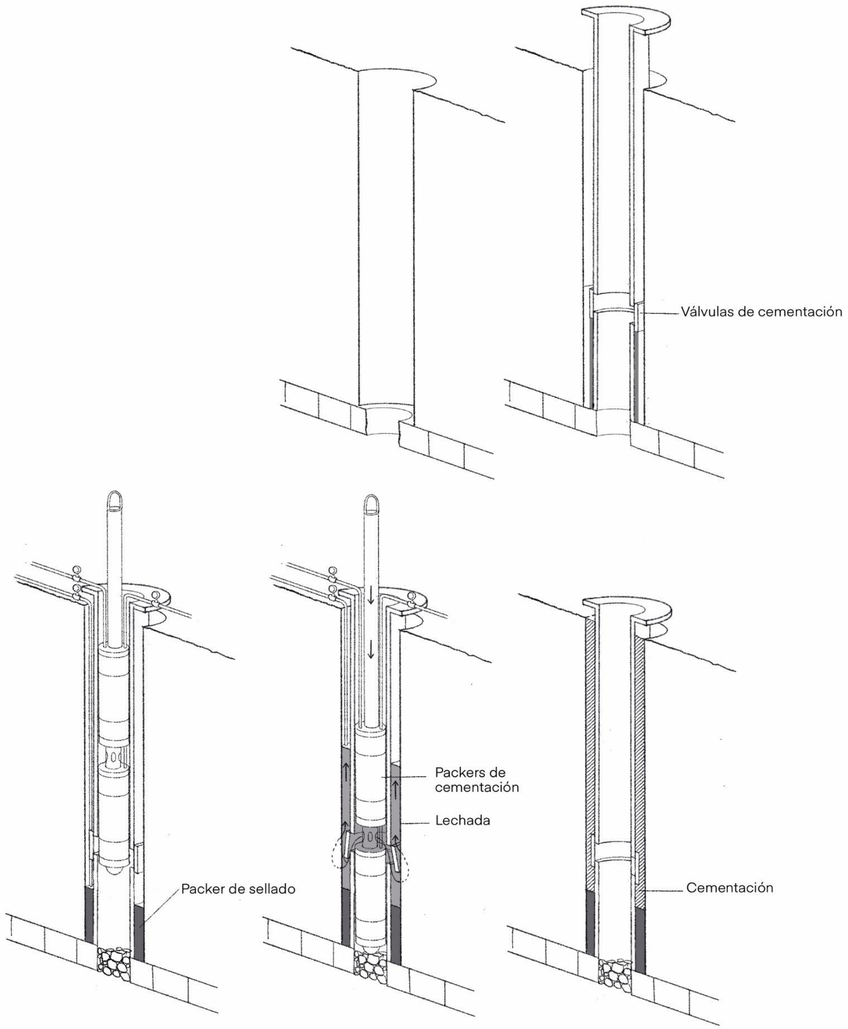
Cementación por fases

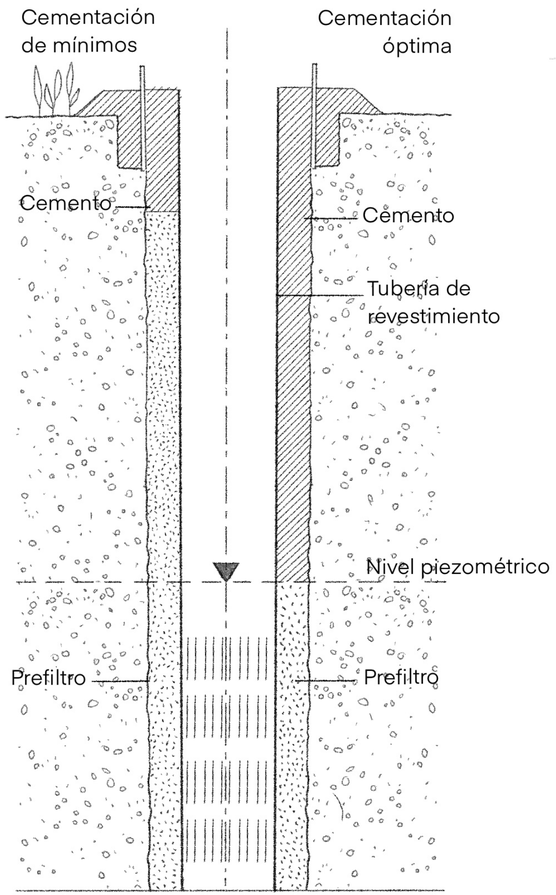


Procedimientos de cementación

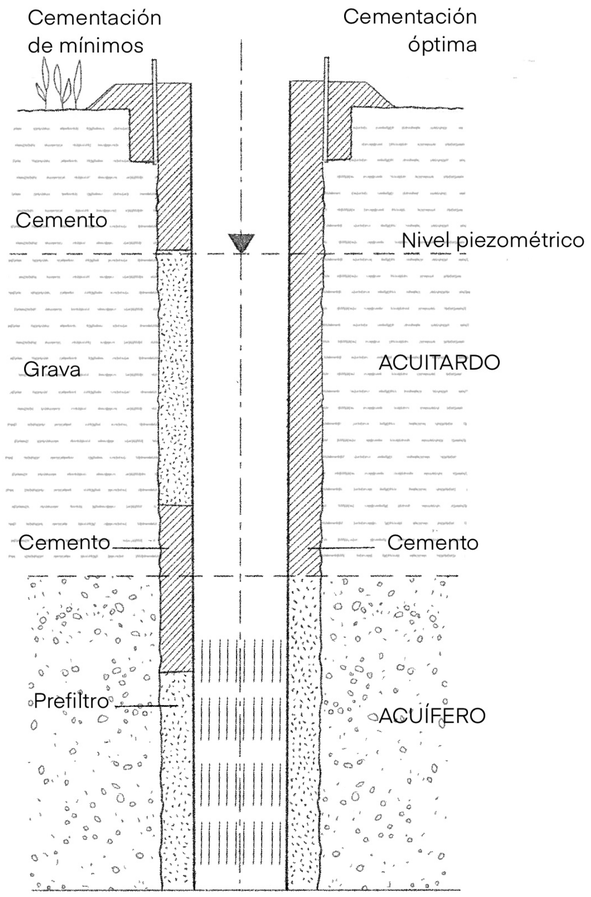


7.6. Ensayos de bombeo





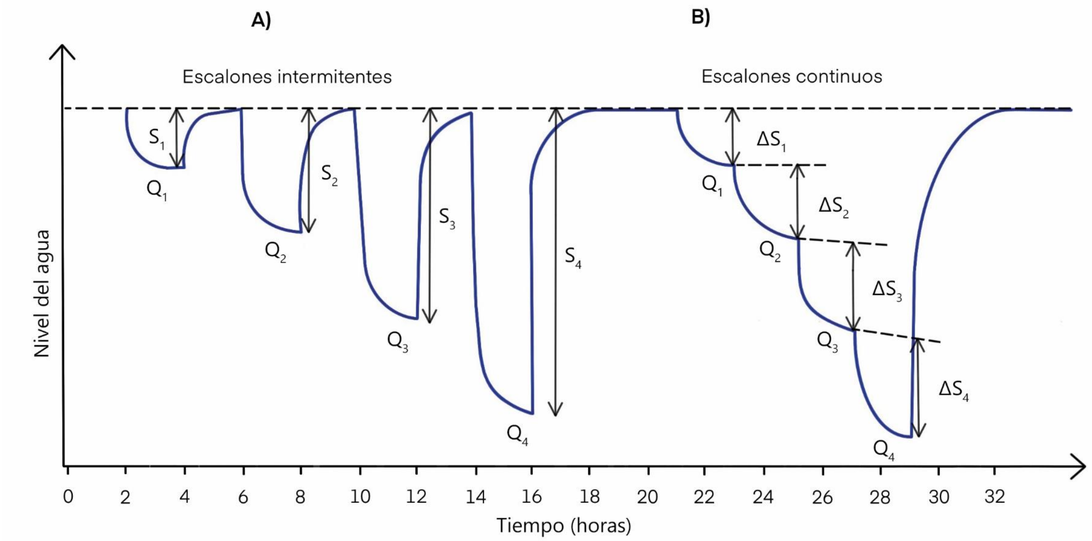
ACUÍFERO LIBRE

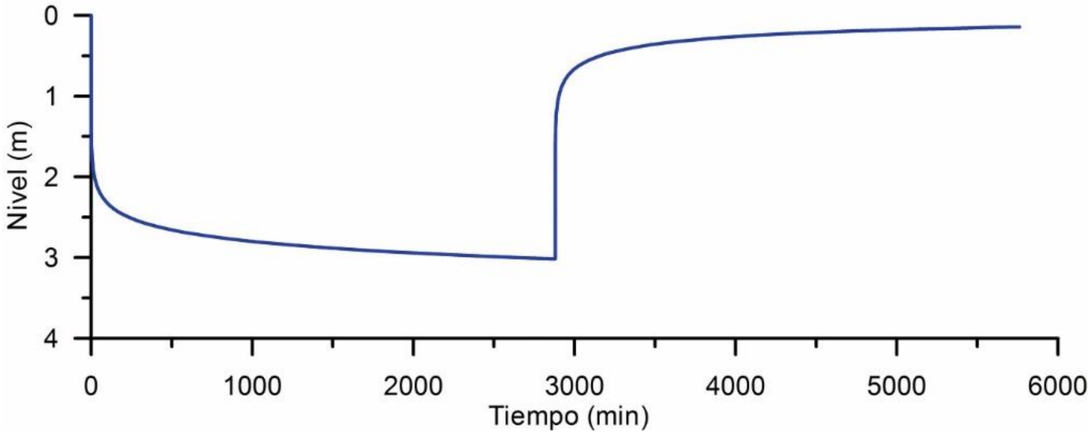


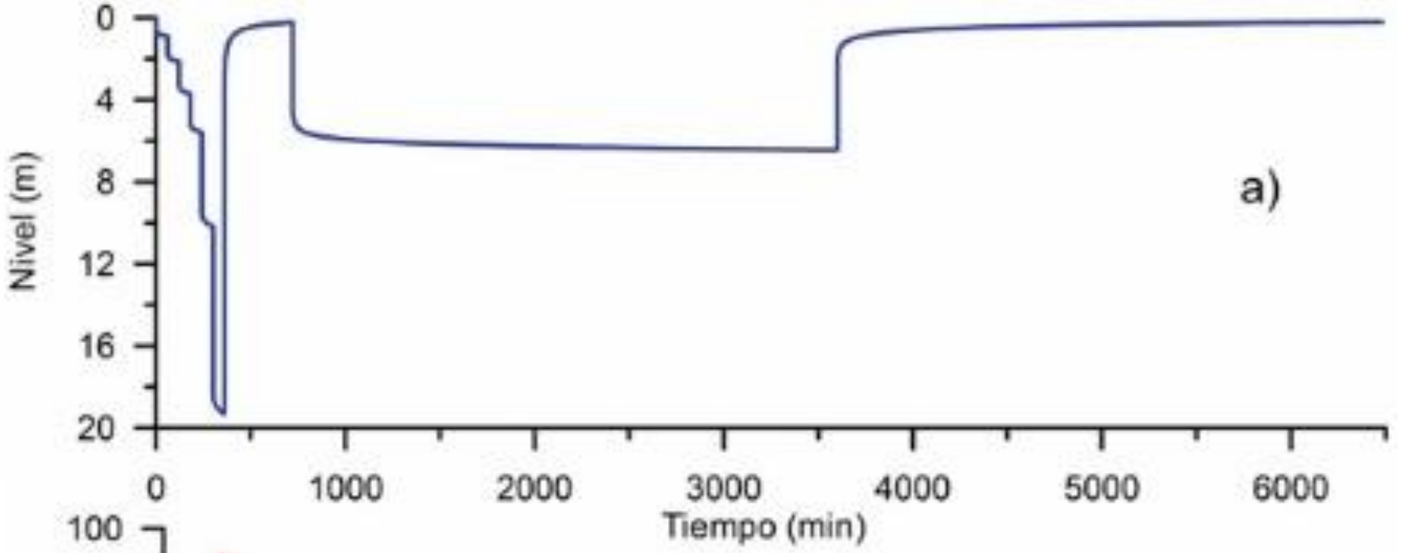
ACUÍFERO CONFINADO

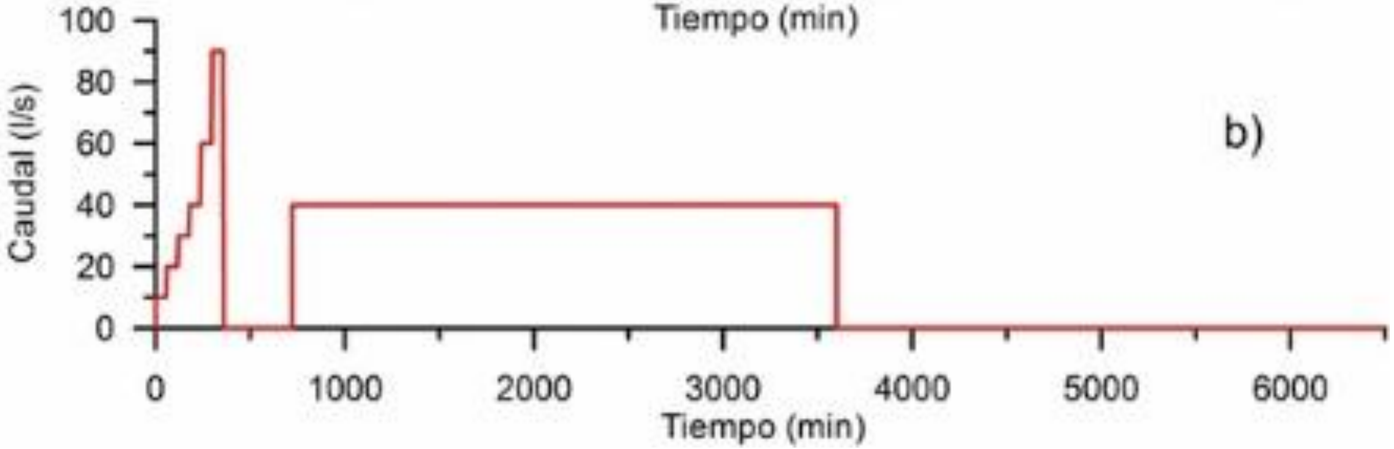
7.6. Ensayos de bombeo

7.6. Ensayos de bombeo

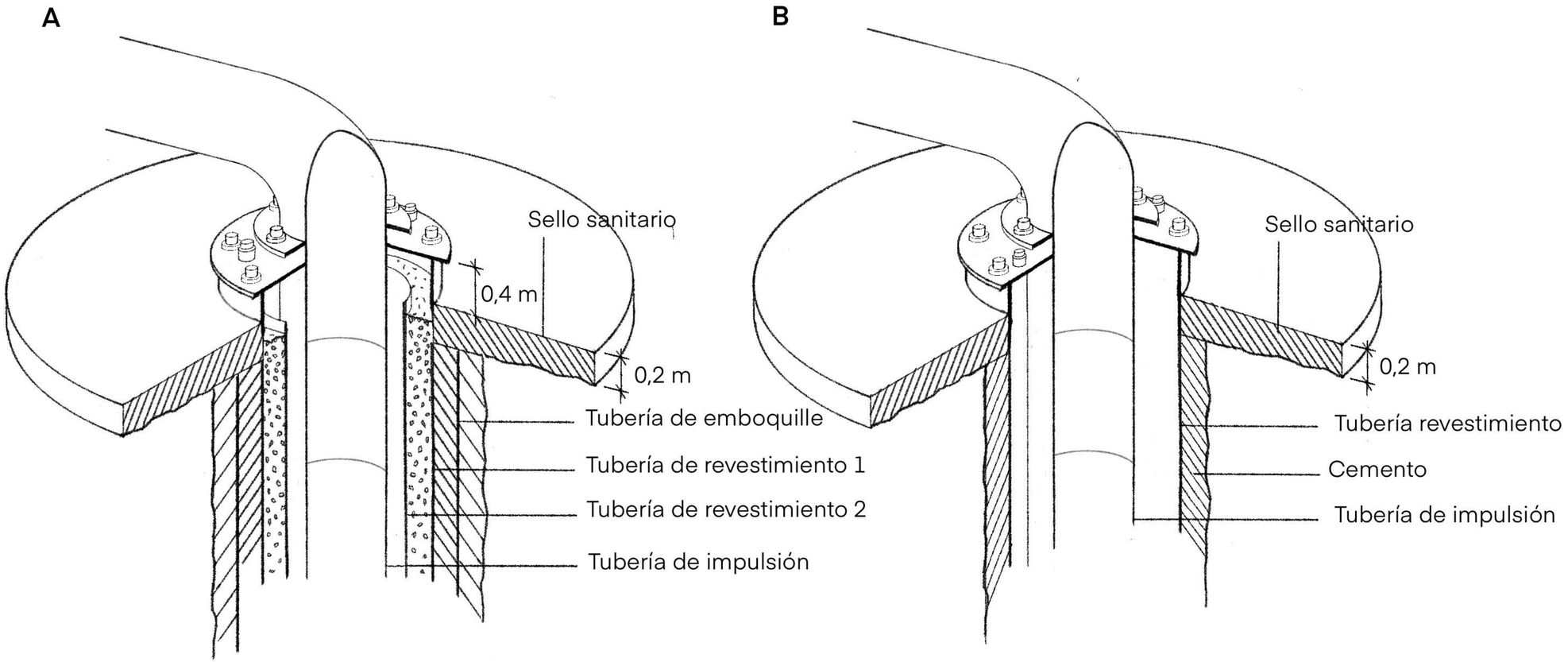








Sello sanitario o losa de cementación



GRUAS JALDO
GRANADA 958 50 62 70
MALAGA 951 54 13 97
6863 LP

Cierre de cabeza

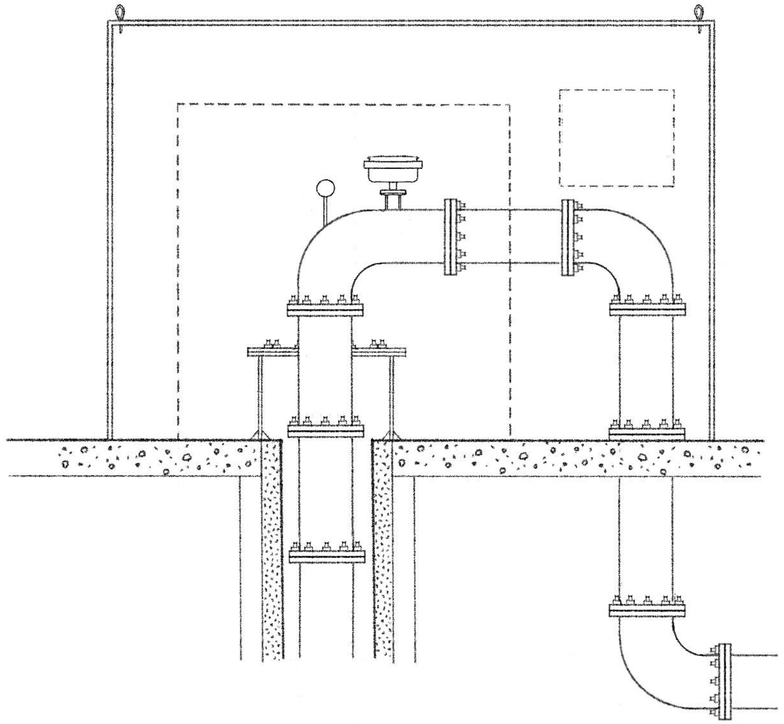
Abarcón de charnela

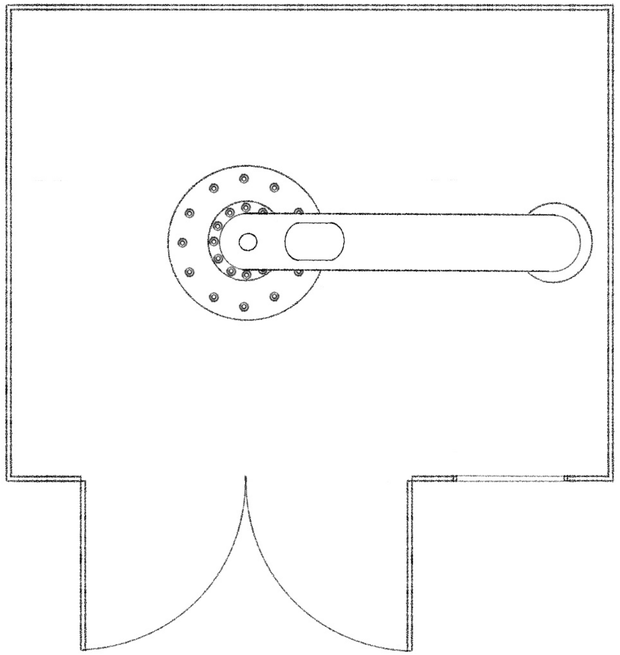
Placa sostén o de anclaje

SVB

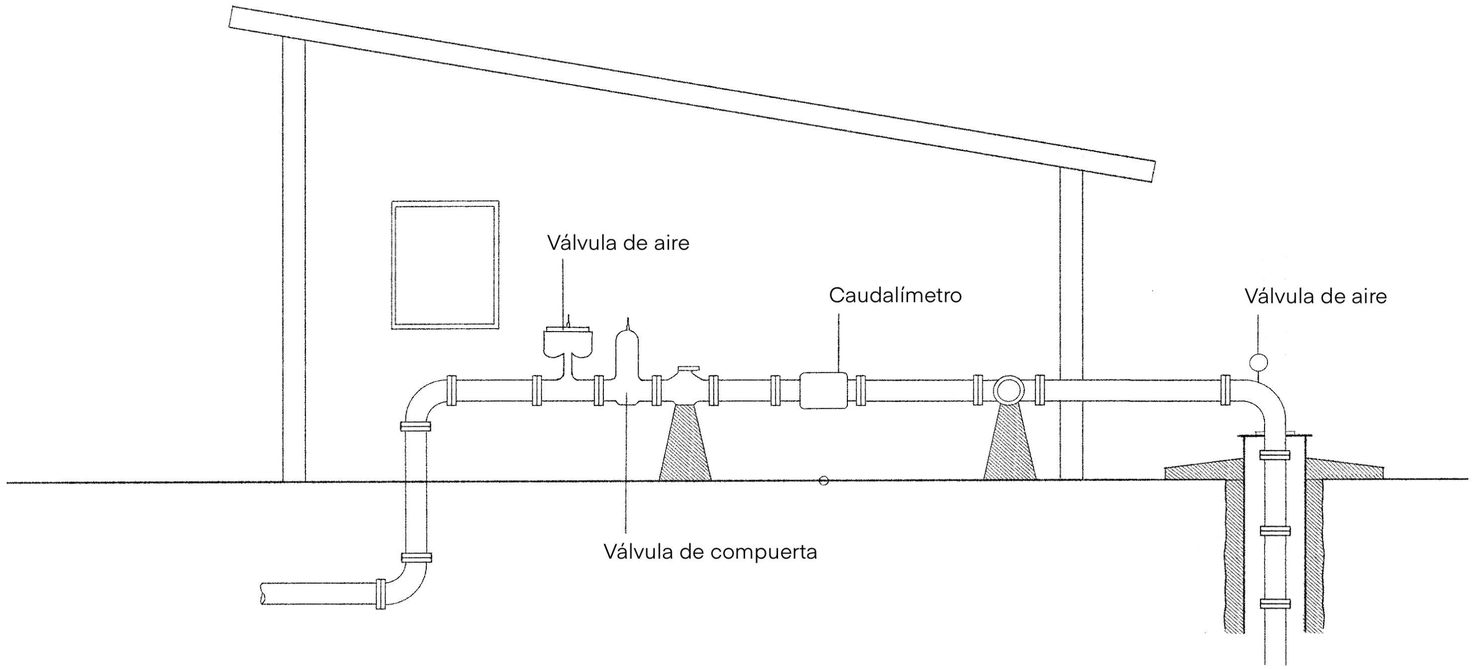
7.7. Protección sanitaria del pozo

Caseta de protección





Caseta de protección



Guía del Departamento de Calidad Medioambiental de Michigan

Buenas prácticas

Desinfectantes, dosificación y aplicación

Diámetro del pozo (cm)	Volumen de agua por metro de profundidad de agua (l)	Volumen de lejía industrial necesaria (ml)			
		Para obtener 50 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 100 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 150 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 200 mg/l por cada metro de profundidad de agua
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	1084

Guía del Departamento de Calidad Medioambiental de Michigan

Buenas prácticas

Desinfectantes, dosificación y aplicación

Diámetro del pozo (cm)	Volumen de agua por metro de profundidad de agua (l)	Volumen de lejía industrial necesaria (ml)			
		Para obtener 50 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 100 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 150 mg/l por cada metro de profundidad de agua	Para obtener 200 mg/l por cada metro de profundidad de agua
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	1084

Contenido

8 | INFORME FINAL

MEMORIA

1. Introducción y objetivos del sondeo
2. Situación de la captación
3. Encuadre geológico e hidrogeológico
4. Descripción de la obra prevista según proyecto original
5. Sistema de perforación
6. Características del equipo de perforación
7. Características técnicas de la perforación
    a. Profundidad y diámetros de perforación
    b. Profundidad, diámetro, espesor y tipo de tubería/rejilla
    c. Macizo de grava
    d. Cementaciones
    e. Sello sanitario
    f. Cierre de cabeza
8. Testificación geológica y geofísica
9. Niveles piezométricos durante la perforación y caracterización de zonas productivas
10. Ensayos de bombeo
    a. Equipos de bombeo y esquema de la instalación utilizado durante el ensayo
    b. Ensayo de bombeo escalonado
    c. Ensayos de bombeo de larga duración
    d. Ensayo de recuperación
    e. Recomendaciones
11. Características físico-químicas del agua
12. Resumen y recomendaciones

PLANOS

1. Plano de situación a escala 1:50.000
2. Plano de emplazamiento a escala 1:5.000
3. Esquema constructivo, columna litológica y niveles piezométricos

ANEXOS

1. Partes de perforación y del ensayo de bombeo
2. Registros geofísicos y ópticos
3. Análisis realizados: químicos, granulométricos, paleontológicos, etc.
4. Reportaje fotográfico del desarrollo de los trabajos
5. Ficha resumen

Contenido

8 | INFORME FINAL

MEMORIA

1. Introducción y objetivos del sondeo
2. Situación de la captación
3. Encuadre geológico e hidrogeológico
4. Descripción de la obra prevista según proyecto original
5. Sistema de perforación
6. Características del equipo de perforación
7. Características técnicas de la perforación
    a. Profundidad y diámetros de perforación
    b. Profundidad, diámetro, espesor y tipo de tubería/rejilla
    c. Macizo de grava
    d. Cementaciones
    e. Sello sanitario
    f. Cierre de cabeza
8. Testificación geológica y geofísica
9. Niveles piezométricos durante la perforación y caracterización de zonas productivas
10. Ensayos de bombeo
    a. Equipos de bombeo y esquema de la instalación utilizado durante el ensayo
    b. Ensayo de bombeo escalonado
    c. Ensayos de bombeo de larga duración
    d. Ensayo de recuperación
    e. Recomendaciones
11. Características físico-químicas del agua
12. Resumen y recomendaciones

PLANOS

1. Plano de situación a escala 1:50.000
2. Plano de emplazamiento a escala 1:5.000
3. Esquema constructivo, columna litológica y niveles piezométricos

ANEXOS

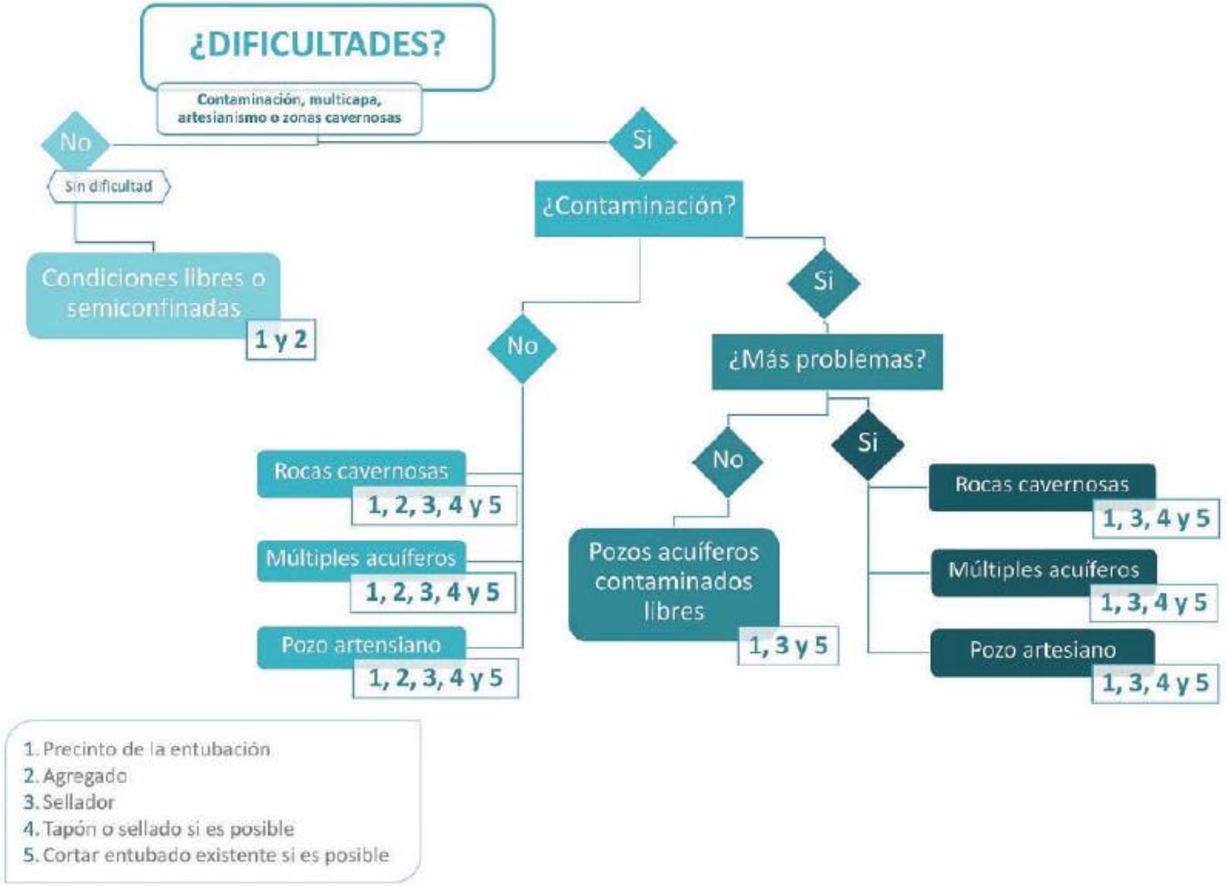
1. Partes de perforación y del ensayo de bombeo
2. Registros geofísicos y ópticos
3. Análisis realizados: químicos, granulométricos, paleontológicos, etc.
4. Reportaje fotográfico del desarrollo de los trabajos
5. Ficha resumen

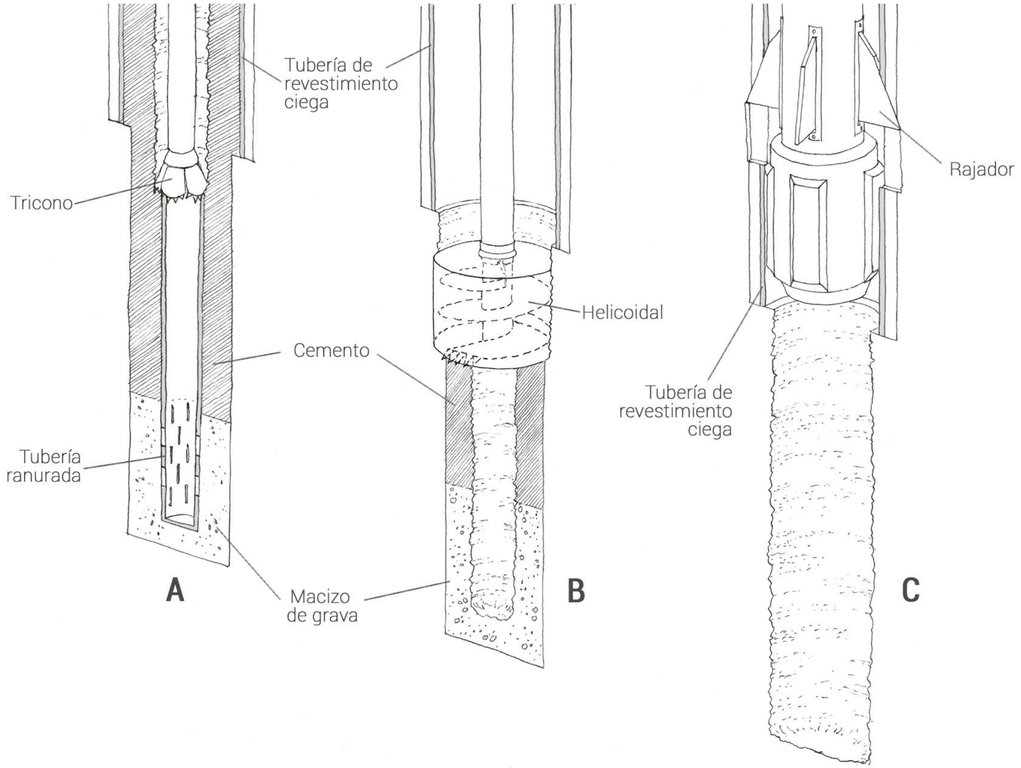
Contenido

9 | ABANDONO Y CLAUSURA DE CAPTACIONES

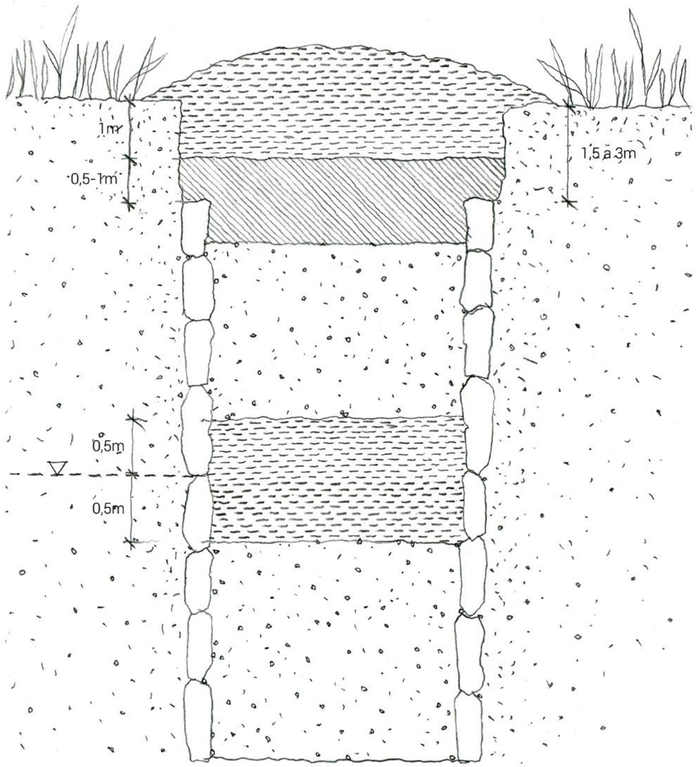
9.1. Introducción
9.2. Clausura temporal de una captación
9.3. Material y procedimientos de relleno para el sellado de captaciones
9.4. Operaciones de sellado
9.5. Resumen de operaciones de sellado y de materiales de relleno
9.6. Informe final de sellado

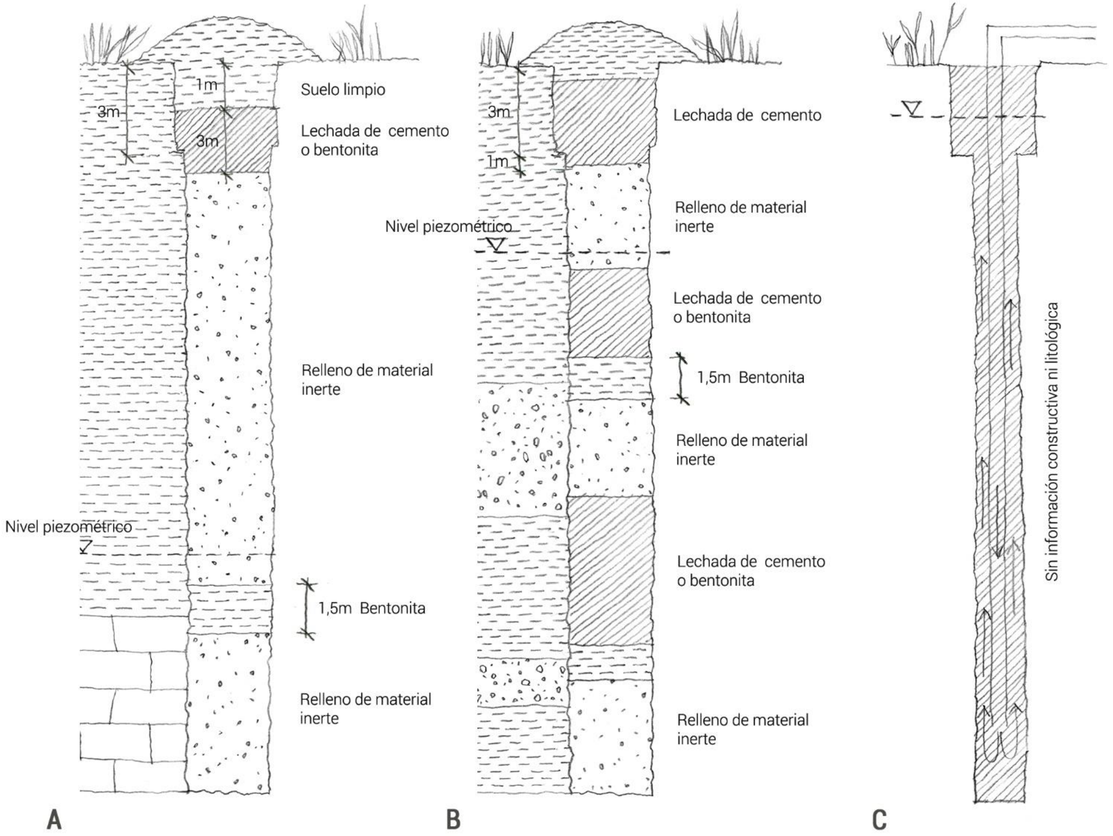
Contenido


¿DIFICULTADES?
Contaminación, multicapa, artesianismo o zonas cavernosas
No
Sin dificultad
Condiciones libres o semiconfinadas
1 y 2
Si
¿Contaminación?
No
Rocas cavernosas
1, 2, 3, 4 y 5
Múltiples acuíferos
1, 2, 3, 4 y 5
Pozo artesiano
1, 2, 3, 4 y 5
Si
¿Más problemas?
No
Pozos acuíferos contaminados libres
1, 3 y 5
Si
Rocas cavernosas
1, 3, 4 y 5
Múltiples acuíferos
1, 3, 4 y 5
Pozo artesiano
1, 3, 4 y 5
1. Precinto de la entubación
2. Agregado
3. Sellador
4. Tapón o sellado si es posible
5. Cortar entubado existente si es posible


Tubería de revestimiento ciega
Tricono
Cemento
Tubería ranurada
Macizo de grava
A
Helicoidal
B
Rajador
Tubería de revestimiento ciega
C

Contenido


1m
0,5-1m
1,5 a 3m
0,5m
0,5m


1m
3m
3m
Suelo limpio
Lechada de cemento
o bentonita
Relleno de material
inerte
Nivel piezométrico
1,5m Bentonita
Relleno de material
inerte
A
3m
1m
Lechada de cemento
Relleno de material
inerte
Nivel piezométrico
Lechada de cemento
o bentonita
1,5m Bentonita
Relleno de material
inerte
Lechada de cemento
o bentonita
Relleno de material
inerte
B
Sin información constructiva ni litológica
C

Contenido

Resumen de materiales

Tipo de captación		Materiales: De relleno: Arena, Grava	Materiales: De relleno: Arcilla	Materiales: Hormigón	Materiales: Lechada Cemento	Materiales: Bentonita Grano Grueso: Chips	Materiales: Bentonita Grano Grueso: Pellets	Materiales: Lechada Bentonita	Método de instalación
Formaciones inconsolidadas	Pozos y perforaciones de Φ>24" (610 mm) y < 8 m de profundidad	No	Si, hasta el nivel estático[1]	No	Si	Si	Si	No	El material puede ser vertido
Formaciones inconsolidadas	Pozo de hinca	No	No	No	Si	Si[4]	Si[4]	Si	Lechada inyectada, las virutas de bentonita deben verterse lentamente[2]
Formaciones inconsolidadas	Sondeos en acuífero único (Φ <24")y >8m profundidad	Sí en la parte superior del acuífero o 8 m debajo de la superficie del suelo[3]	No	No	Si	Si[2]	Si[2]	Si	Lechada inyectada, grava vertida, las virutas de bentonita deben verterse lentamente
Formaciones inconsolidadas	Sondeos en varios acuíferos (Φ <24"), >8m profundidad	Si[4]	No	No	Si	Si[2]	Si[2]	Si	Lechada inyectada, las virutas de bentonita deben verterse lentamente
Formaciones inconsolidadas	Sondeos surgentes	No[7]	No	Si	Si	Si[4]	Si[4]	Si	Lechada inyectada
Formaciones consolidadas	Sondeos en varios acuíferos (Φ <24"), >8m profundidad	Sí en la parte superior del acuífero u 8 m debajo de la superficie del suelo[3]	No	No	Si	Si[2]	Si[2]	Si	Lechada inyectada, grava vertida, las virutas de bentonita deben verterse lentamente
Formaciones consolidadas	Sondeos en varios acuíferos (Φ <24"), >8m profundidad	Si[4]	No	No	Si	Si[2]	Si[2]	Si	
Formaciones consolidadas	Sondeos en acuíferos fracturados y cavernosos	Si, solo en zonas fracturadas y cavernosas	No	Si	Si, desde la parte superior del tapón o relleno de la caverna hasta la superficie				Lechada inyectada, solo grava (no debe usarse arena) vertida, las virutas de bentonita deben verterse lentamente
Formaciones consolidadas	Sondeos surgentes	No[7]	No	Si	Si	Si[4]	Si[4]	Si	Lechada inyectada
Sondeos sin información constructiva		No	No	No	Si	No	No	Si	Lechada inyectada
Perforaciones de Φ>24" (610 mm) y >8 m de profundidad		Si[4]	No	No	Si	Si[2]	Si[2]	Si	Lechada inyectada, las virutas de bentonita deben verterse lentamente y manipularse periódicamente

Informe de sellado

INFORME DE SELLADO DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Abandonado ☐ Activo ☐ Inactivo ☐

Datos personales

Nombre y apellidos

DNI/NIE | Dirección

Tfno | email

Datos Empresa ejecutora

Denominación

CIF | Dirección

Tfno | email

Ubicación de la captación

Coordenadas ETRS89 X: Y:

Término municipal | Provincia

Referencia catastral

Marco hidrogeológico

Masa de Agua Subterránea

Fuera de Masa de agua subterránea

Tipo de acuífero(*): Libre ☐ Confinado ☐ / Único ☐ Varios (indicar nº) ☐

Características técnicas de la captación

Profundidad (m) | Diámetro perforación (mm)

Diámetro exterior revestimiento (mm) | Espesor revestimiento (mm)

Profundidad nivel piezométrico (m) | ¿Es surgente?(*) SI ☐ NO ☐

Década construcción

Metodo de perforación(*): Excavación ☐ Percusión ☐ Rotación ☐ Rotopercusión ☐ / Se ignora ☐ Otros ☐ Describir

Tipo de construcción(*: Sondeo ☐ Pozo excavado ☐ Pozo de hinca ☐ Pozo anillos hormigón ☐ / Otros ☐ Describir

Tipo de revés-timiento(*): Piedra ☐ Ladrillo ☐ Acero ☐ Plástico ☐ / Otros ☐ Describir

¿Tiene equipo instalado?(*) SI ☐ NO ☐

¿Adjunta documentación adicional?(*) ☐

Describir

(*) marcar con un aspa donde corresponda.

Operaciones de sellado

Retirada de equipamiento y revestimiento

Fecha | Retirada de Equipamiento(*) SI ☐ NO ☐

Desinfección(*) SI ☐ NO ☐ | Tipo de desinfectante y volumen

Retirada de revestimiento total(*) SI ☐ NO ☐

Si la retirada es parcial, indicar el nº de metros retirados

Corte de tubería(*) SI ☐ NO ☐

Tramos cortados (m)

Incidencias en la operación. Descripción

Relleno de material

Material filtrante(*): Arenas y gravas ☐ Otros agregados ☐ Volumen (en m³)

Lechadas(*): Cemento ☐ Bentonita ☐ Hormigón ☐ / Otras. Descripción / Volúmenes inyectados (en m³). Especificar por tipo

Tipo de bentonita(*): En polvo ☐ Granular ☐ Chips ☐ / Pellets ☐ ¿Ha compactado? SI ☐ NO ☐ / Volumen vertido (en kg). Especificar por tipo

Otros(*): Arcilla nativa ☐ Suelo limpio ☐ / Volumen (en m³)

¿Ha colocado sellos-puente? Nº ☐ Tramos ☐

¿Ha instalado tapón superficial?(*) SI ☐ NO ☐ / Descripción

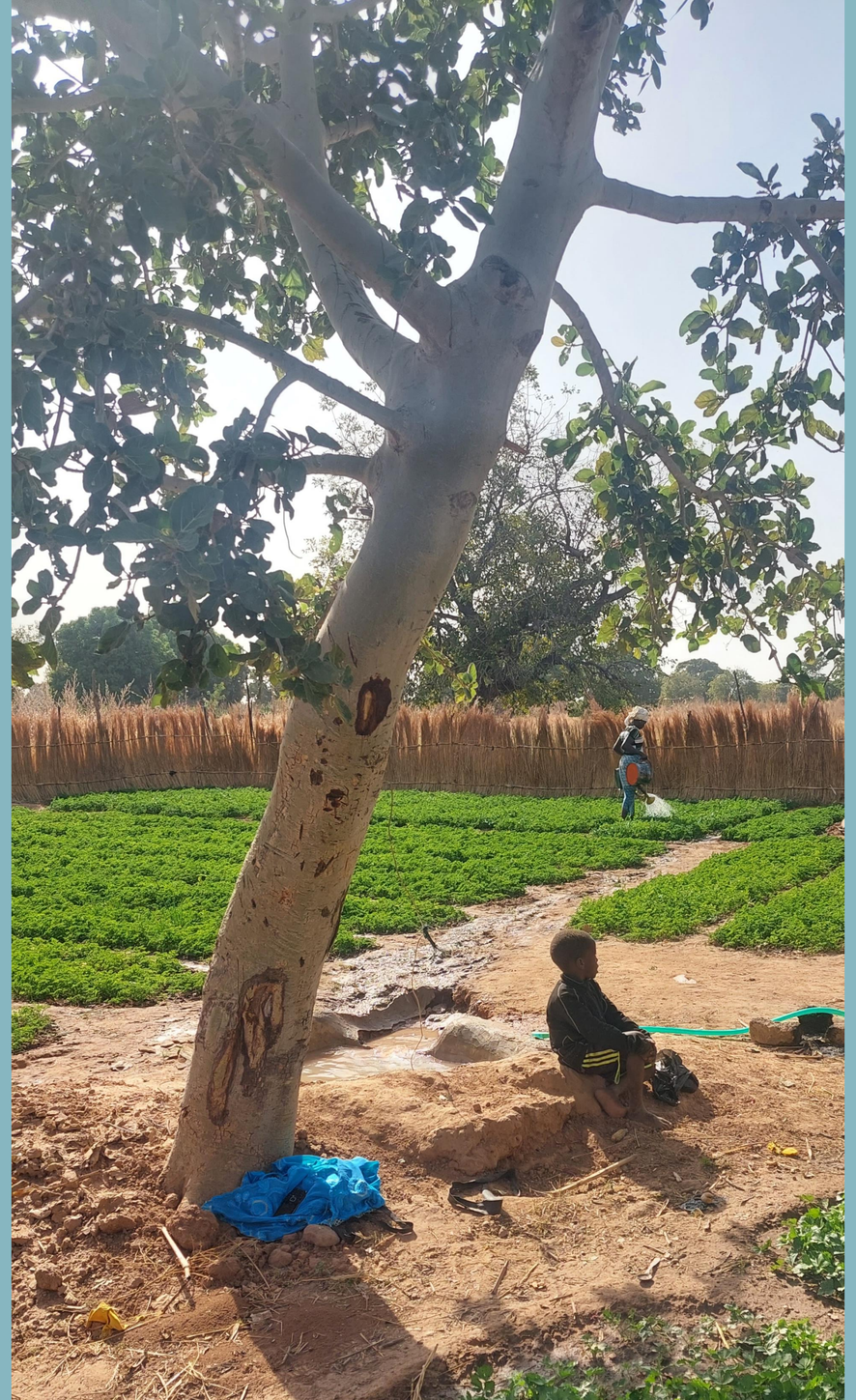
Aspecto antes del sellado (fotografía) | Aspecto después del sellado (fotografía)

(*) marcar con un aspa donde corresponda.

Futuro de la Guía

Hemos intentado hacer una guía rigurosa, sencilla y amigable, con el objetivo de que sea leída, analizada y criticada.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico quiere hacer varias guías teniendo como partida algunos de los capítulos incluidos aquí.



Hemos recibido peticiones de algunos países y de otros grupos de la AIH para poder traducirla a otros idiomas.

La alimentación de las bombas con energía solar está dando lugar la 2º Gran Revolución Silenciosa del Agua Subterránea.

El escenario climático de nuestro país y la reducción de los costes de explotación del agua subterránea va a provocar un aumento del número de pozos.

Si con esta guía conseguimos que los nuevos pozos a construir cumplan con unos mínimos de calidad y de protección, el esfuerzo realizado habrá merecido la pena.

Gracias