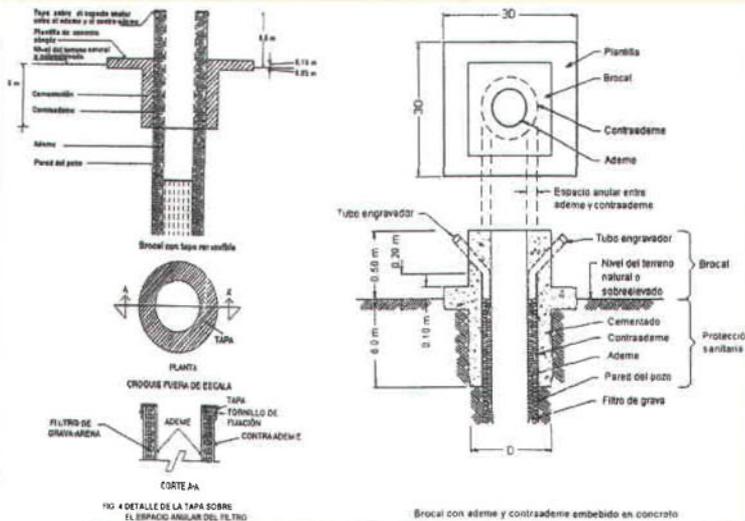


SERIE AUTODIDÁCTICA EN MATERIA DE NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS CON LA INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN



UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-CNA-1996, REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS

5

Autores: Mario Jiménez López

Revisores CNA: Miguel Ángel Álvarez Zauco

Luis Miguel Rivera Chávez

Revisores IMTA: Marco A. Toledo Gutiérrez

Clara Levi Levi

Editor: Dalmey Villegas Sosa

© Comisión Nacional del Agua,
CNA

© Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

Edita:

Comisión Nacional del Agua.
Subdirección General de
Administración del Agua.
Gerencia de Inspección y Medición.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Coordinación de Tecnología Hidráulica.
Subcoordinación de Calidad e Hidráulica Industrial.
Imprime:

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

ISBN
968-5536-15-5

Participantes:

En la realización de este documento colaboraron especialistas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA y de la Subdirección General de Administración del Agua, CNA.

Autor:
Mario Jiménez López.

Revisor CNA:
Miguel Ángel Álvarez Zauco.
Luis Miguel Rivera Chávez.

Revisores IMTA:
Marco A. Toledo Gutiérrez.
Clara Levi Levi.

Editor:
Dalmey Villegas Sosa.

Corrector de estilo:
Antonio Requejo del Blanco.

Diseño de Presentación:
Mayra Leticia Navarrete Morales.

Ilustraciones:
Eduardo Rodríguez Martínez.

Portada:
Oscar Alonso Barrón.

Formación:
Gema Alín Martínez Ocampo.

Retoque digital:
Rosario Castro Rivera.

Para mayores informes dirigirse a:

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA,
SUBGERENCIA DE INSPECCIÓN Y
MEDICIÓN.

Ing. Roberto Merino Carrión.
roberto.merino@cna.gob.mx
Insurgentes Sur N° 228, 5° piso. Colonia Tlacoquemecatl del Valle. C. P. 03200, México D. F.. Tel. 01 (55) 55-75-08-980 y 55-75-44-47.

INSTITUTO MEXICANO DE
TECNOLOGÍA DEL
AGUA, SUBCOORDINACIÓN
DE CALIDAD E HIDRÁULICA
INDUSTRIAL.

M. I. Marco Antonio Toledo Gutiérrez.
mtoledo@tlaloc.imta.mx
Paseo Cuauhnahuac N° 8532. Colonia Progreso. C. P. 62550, Jiutepec, Mor. Tel. y Fax. 01 (777) 3-29-36-80.

Derechos reservados por Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur N° 2140, Ermita San Ángel; CP 01070, México, D. F. e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac N° 8532, Colonia Progreso, C. P. 62550, Jiutepec, Mor.

Esta edición y sus características son propiedad de la Comisión Nacional del Agua y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

CONTENIDO	PAGINA
PREFACIO	5
¿PARA QUIÉN? ¿PARA QUÉ? Y EVALÚA SI SABES	6
1. ANTECEDENTES	7
1.1 Reglamentación existente con anterioridad para evitar la contaminación de los acuíferos.	7
2. APLICACIÓN	8
2.1 Tipos de pozos.	8
2.2 Definición de contaminación de acuíferos.	11
2.3 Puntos a inspeccionar durante las labores de preformación de pozos.	12
2.4 Efectos de la contaminación de acuíferos en el ser humano.	24
2.5 Efectos de la contaminación de los acuíferos en el medio ambiente.	26
3. ANÁLISIS ESPECÍFICO	26
3.1 Parámetros para determinar la contaminación de un acuífero.	26
3.2 Pruebas para determinar una posible contaminación al acuífero.	27

PREFACIO

La Comisión Nacional del Agua (CNA), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tiene la atribución de administrar y custodiar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. Como parte de la estrategia de la CNA para preservar la calidad de las aguas nacionales, la Subdirección General de Administración del Agua, en colaboración con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), edita la primera parte del *Paquete Autodidáctico en Materia de Normas Técnicas Relacionadas con la Inspección y Verificación* (Serie Naranja).

Esta primera parte consta de ocho unidades que se elaboraron con la finalidad de presentar, de una forma sencilla y agradable para el lector, cada una de las normas relacionadas con la inspección y verificación. Al igual que dar a conocer las bases legales en las que se sustentan las normas oficiales mexicanas (NOM) y las normas mexicanas (NMX) relacionadas con el sector hidráulico, su origen, su fundamentación y su aplicación dentro de los procedimientos que implican una visita de inspección.

El cumplimiento de la NOM es fundamental, ya que su propósito radica en establecer las especificaciones que deben cumplir los productos y procesos que puedan constituir un riesgo para la integridad y la salud humana, así como un riesgo para las diferentes especies animales, vegetales y para el medio ambiente en general, así como para la preservación de los recursos naturales

En las ocho unidades se desarrollaron tres puntos específicamente, que son: Antecedentes, aplicación y análisis específico.

Las tres primeras unidades, corresponden a normas relacionadas con la calidad y tratamiento del agua.

La cuarta unidad, corresponde la norma NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad, que incluye la aplicación de la norma al agua residual y pruebas para determinar la peligrosidad de una sustancia.

La quinta y sexta unidades están relacionadas con los requisitos de la construcción, mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos para evitar la contaminación del agua.

La séptima y octava unidades hablan de las especificaciones, características y métodos de prueba de fosas sépticas.

Cada unidad cuenta con una presentación en disco compacto para PC (CD ROM), que resalta los aspectos más importantes señalados en el texto, y se apoya en fotografías e ilustraciones adicionales que refuerzan los conceptos planteados

UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-CNA-1996, REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS

¿Para quién?

Este manual está dirigido principalmente a los inspectores y técnicos de Inspección y Medición responsables de la verificación en campo de la **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-CNA-1996: REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS**, a los usuarios consignatarios del uso de aguas nacionales y, en general, a los interesados en conocer los detalles de la aplicación de la misma.

¿Para qué?

Esta norma fue emitida en 1996, con el fin, según se estipula precisamente en el objetivo de la misma, de establecer “los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación de pozos para la extracción de aguas nacionales y trabajos asociados, con objeto de evitar la contaminación de los acuíferos.”

Sobre el particular, en el país se perforan en promedio 100 pozos anualmente y se rehabilitan un número indeterminado. Así, es sumamente importante que este tipo de aprovechamientos no sirvan de vía para la posible contaminación de los acuíferos de los que se extrae agua para los diversos usos que se le da.

En este sentido, saber qué, cómo y cuándo aplicar la norma es el objetivo del presente manual, el cual es una herramienta más que ayudará a los inspectores responsables de su verificación en campo a realizar más eficientemente su tarea; y a los usuarios y público en general, a entender por qué es necesaria su aplicación.

Evalúa si sabes

- a) ¿Cuáles son los fundamentos jurídicos de esta norma y la reglamentación existente con anterioridad para evitar la contaminación de acuíferos?
- b) ¿Cómo se clasifican los pozos objeto de esta norma y para qué sirven?
- c) ¿Sabes tú a qué se le llama contaminación de un acuífero?
- d) ¿Cuáles son los puntos más importantes a inspeccionar durante las labores de preformación de pozos?
- e) ¿Cuáles son los efectos de la contaminación de acuíferos en el ser humano y en el medio ambiente?
- f) ¿Cuáles son los parámetros para determinar la contaminación de un acuífero y las pruebas para determinar su posible contaminación?

1. ANTECEDENTES

1.1 Reglamentación existente con anterioridad para evitar la contaminación de los acuíferos

En México es reciente la reglamentación en cuanto a la prevención de la contaminación de los acuíferos, aunque anteriormente ya existía la preocupación por definir y acotar las características de lo que debe considerarse un agua adecuada para consumo humano.

Sobre el particular, la Ley General de Salud en su Título Tercero, capítulo I, referente al agua, y en sus artículos 210 a 213, estipula que ésta no debe contener organismos fecales, fija los límites de sus características organolépticas y físicas y de los iones y sustancias permisibles, desde sus primeras versiones; y en lo que se refiere a prevención, en su artículo 227, cláusula III, dice que "En materia de agua para uso humano, la Secretaría (de Salubridad y Asistencia Pública) vigilará y en su caso establecerá:".... Los criterios sanitarios que deben satisfacer las construc-

ciones, instalaciones y equipos para su conducción, tratamiento y distribución, en su caso;" entendiéndose en éstas también las obras de captación, es decir, en nuestro caso, los pozos para extracción de agua.

En 1973, la Secretaría de Recursos Hidráulicos(SRH), en su Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, amparado en la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación de 1971, y actualmente de competencia de la Sedesol, fija ya en su Título Segundo 'De la Prevención de la Contaminación del Agua', capítulo I, 'Del Agua Potable y su Conservación', y en sus artículos 29º, 30º y 32º, la prohibición de "contaminar en cualquier forma el agua potable", el requisito de obtener un permiso de la SRH de "descarga de aguas residuales cuando se pueda contaminar el agua destinada para usos domésticos", y la disposición de una zona de protección de las fuentes de abastecimiento de agua potable, "en la que se prohíbe la explotación agrícola, ganadera, industrial o de cualquier otra clase," respectivamente.

Así, no fue sino hasta 1992 en que se sustituyó la antigua Ley General

de Normas y de Pesas y Medidas por la actual Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que se instrumentó la herramienta conceptual adecuada para normar cada una de las actividades que de una forma u otra pueden contaminar un acuífero con el objeto precisamente de prevenir ésta, lo que no quiere decir que aquellas actividades no estuvieran claramente estipuladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988, y de competencia actualmente de la Semarnat, y en la Ley Federal de Aguas de 1972, actualmente sustituida por la Ley de Aguas Nacionales (LAN), de competencia de la CNA, sino que ahora en éstas la referencia a la normativa pertinente es más puntual; y, por lo tanto, más fácilmente verificable el cumplimiento de todas aquellas acciones estipuladas en las mismas con el objeto precisamente de evitar la contaminación, siguiendo los procedimientos indicados en la LFMN, en cuanto a su elaboración, control y vigilancia.

En este sentido, pues, las actuales normas oficiales mexicanas, referentes a la prevención de la conta-

minación de acuíferos, en particular la que es objeto de este manual, es decir, la **NOM-003-CNA-1996** Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, mencionada de aquí en adelante como NOM están fundamentadas en los siguientes artículos de ambas leyes:

De la LGGEPA:

Artículo Referente a

90

“... la expedición de NOM para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes de abastecimiento de agua...”

118, Cláu. I

“La expedición de NOM para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales...”

118, Cláu.II

“La formulación de las NOM que deberán satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores...”

119

“La Secretaría (de Medio Ambiente y Recursos Naturales) expedirá las NOM que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.”

De la LAN:

86, Cláu. I

“ ‘La Comisión’ tendrá a su cargo: Promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las NOM respectivas...”

96

“En las zonas de riego y en aquellas zonas de contaminación extendida o dispersa, el manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar las aguas nacionales superficiales o del subsuelo, deberán cumplir las normas, condiciones y disposiciones que se desprendan de la presente Ley y su

Reglamento.”

98

Cuando con motivo de dichas obras (de infraestructura hidráulica) se pudiera afectar el régimen hidráulico de los cauces..., y en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda...”

... ‘La Comisión’ podrá expedir las NOM que se requieran...”

2. APLICACIÓN

2.1 Tipos de pozos

Existen diferentes maneras de clasificar a los pozos para extracción de agua; dependiendo del propósito de la clasificación, esto es, por ejemplo, si es para fines académicos o si es para fines específicos de un trabajo en particular, como es precisamente el propósito de la NOM, es decir, en este caso, para propósitos prácticos de aplicación de una serie de requisitos que se deben cumplir para evitar la contaminación de los acuíferos, en la perforación de pozos que se van a utilizar para la extracción de agua para diversos fines.

Así, en este caso, los pozos se pueden clasificar entonces según

su uso en los siguientes con sus correspondientes definiciones¹.

Clasificación de pozos:

2.1.1 Pozos para uso agrícola



Son los que se utilizan en las áreas rurales para actividades de riego de siembras, cultivo y cosecha de productos agrícolas, no siendo exclusivo su uso para ello, pues en innumerables ocasiones también se utiliza para el consumo humano, esto es, para satisfacer las necesidades alimenticias, de sanidad y otras de tipo doméstico rural.

Dentro de esta clasificación los pozos para uso agrícola son aquellos que explotan aguas nacionales que se destinan a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos

agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

2.1.2 Pozos para uso agroindustrial

Son los que se utilizan para actividades de transformación industrial de los productos agrícolas, es decir, por ejemplo, cuando el proceso de empaque, curtido, conserva o enlatado requiere de agua como producto, bien añadido o bien sólo para propósitos de lavado y limpieza. No es inusual que para ello se utilice también el agua de los pozos para uso agrícola.

2.1.3 Pozos para uso doméstico

Son los que se utilizan para extraer agua para consumo exclusivamente particular de las personas y del hogar, riego de jardines y de árboles de ornato propios y, en general, para actividades domésticas que no constituyan una actividad lucrativa. En general, se puede decir que este tipo de pozos cada vez se utiliza menos, pues cada vez más se hace uso del servicio de suministro de agua potable por parte del organismo municipal.

La clasificación corresponde a los pozos que explotan aguas nacionales destinadas al uso particular de las personas y del hogar, riego de



¹ La introducción presentada no corresponde estrictamente con "Tipos de pozos" ya que la palabra tipo corresponde a un "conjunto de características que hacen diferencias entre un tipo y otro". Esto estrictamente es una "Clasificación de los pozos según el uso al que se destinan las aguas explotadas".

sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.

2.1.4 Pozos para uso en acuicultura

Son los que se utilizan en el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de flora y fauna acuáticas con propósitos normalmente comerciales.

2.1.5 Pozos para uso en servicios

Son los que se utilizan para cualquier otro tipo de actividades dife-

rentes a las de las otros usos según esta clasificación.

2.1.6 Pozos para uso industrial

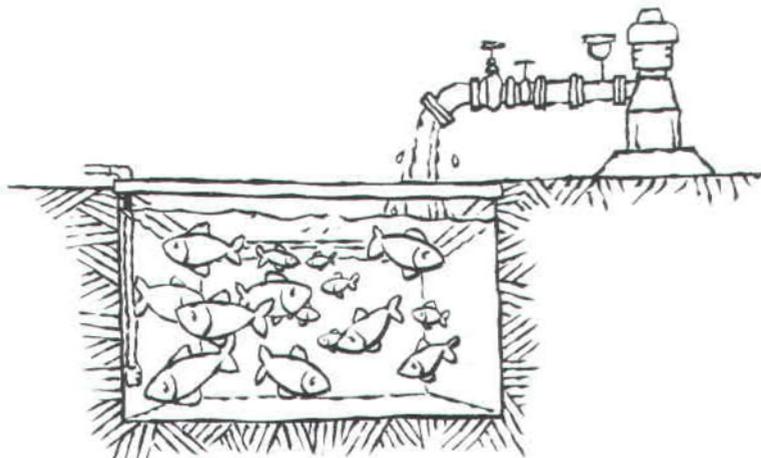
Son los que utiliza la industria para sus procesos de extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, como es el caso de la industria minera; en los procesos de transformación o fabricación de productos terminados, como es el caso de la industria papelera, una de las grandes consumidoras de agua, por cierto; para los parques industriales, en calderas y, en general, todos los equipos de lavado y enfriamiento y en los baños de las empresas; en la ex-

tracción de cualquier tipo de sustancias en las salmueras; y, finalmente, en la generación de energía eléctrica a nivel local o para cualquier otro tipo de uso o aprovechamiento de transformación.

Estos pozos corresponden a aquellos que utilizan aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

2.1.7 Pozos para uso pecuario

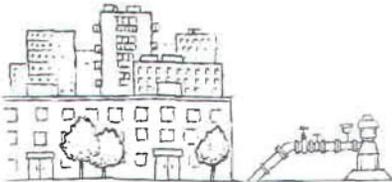
Son los que se utilizan para la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales de cría, en general, siempre y cuando no implique la transformación industrial de éstos.





2.1.8 Pozos para uso público urbano

Son los más conocidos por el público en general y es el utilizado precisamente para abastecer de agua potable a la población, tanto de los grandes centros urbanos como de las pequeñas poblaciones rurales.



2.1.9 Pozos para usos múltiples

Conocidos por sus diferentes usos, dos o más de los indicados anteriormente en esta clasificación.

Los pozos que explotan y utilizan las aguas nacionales aprovechadas en más de uno de los usos definidos en párrafos anteriores, salvo el uso para conservación ecológica, el cual está implícito en todos los aprovechamientos.

2.1.10 Pozos para uso en silvicultura

La clasificación corresponde a los pozos que explotan y utilizan aguas nacionales para la actividad consistente en la reforestación o revegetación de los terrenos con esta vocación.



2.2 Definición de contaminación de acuíferos

Como sucede siempre cuando se trata de definir un concepto o una cosa, empiezan los problemas pues para cada autor o para cada especialista existe una clara idea de lo que el concepto o la cosa significan, y que cuando se trata de poner por escrito esa idea aquello se convierte en una verdadera tormenta de ideas caóticas y encontradas y hasta definitivamente opuestas. Así, para dejar aclarado desde un principio lo que en este manual se entiende por contaminación, sin dejar de por ello de aceptar cualquier otra definición de autores expertos en el tema, usaremos la de unos autores de rancia alcurnia en el campo de la hidrología subterránea. Nos referimos a la definición que dan en la ya tradicional obra *Hidrología subterránea*, los doctores Emilio Custodio y Manuel Ramón Llamas:

“Un curso de agua se considera polucionado², cuando la composición o el estado de sus aguas son directa o indirectamente modificados por la actividad del hombre, en una medida tal que su utilización se ve restringida para todos o para algunos de aquellos usos para los que podría servir en su estado natural”.

Es importante resaltar que el agua no sólo se contamina por la intervención del hombre, sino también por otros procesos naturales normales en los que la actividad del hombre no tiene nada que ver; ésta es nuestra definición de contaminación del agua.

De acuerdo con Foster y Hirata (CEPIS, 1991), cabe aclarar que la preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas se relaciona principalmente a los acuíferos no confinados, especialmente aquellos que presentan una profundidad somera al nivel estático. Un riesgo significativo de contaminación se puede presentar en acuíferos semi-confinados, si las capas confinantes son de poco espesor. Y que los abastecimientos de agua potable bombeados de acuíferos más profundos y más confinados, solamente serán afectados por los

contaminantes más persistentes a muy largo plazo.

De acuerdo con Porras Martín y Thauvin en sus “Definiciones básicas” (Aguas Subterráneas – problemas generales de la contaminación, CIFCA. Madrid. 1978.), la contaminación del agua se puede definir como “la alteración de su calidad natural por la acción humana, que la hace total o parcialmente inadecuada para la aplicación útil a que se destina, entendiéndose como calidad natural del agua el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta el agua tal y como la encontramos en su estado natural en los ríos y manantiales, en el mar y en el subsuelo”.

Otra definición (Sedue, 1988) establece que por contaminación del agua se entiende “La presencia en el recurso hídrico de toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en el agua, altere o modifique su composición y condición natural; causando la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

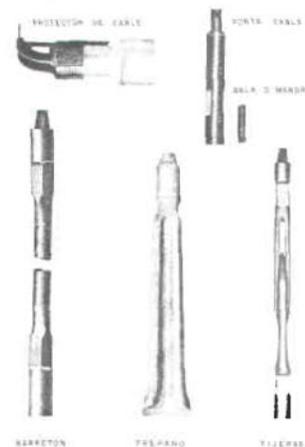
2.3 Puntos a inspeccionar durante las labores de preformación de pozos

2.3.1 Materiales utilizados en la construcción de pozos

Estos materiales se dividen en dos tipos: a) las partes físicas mecánicas con las cuales se realiza la excavación del pozo, esto es las herramientas de excavación, y b) los auxiliares perecederos que nos ayudan a que la perforación sea más fácil:

a) Físicas mecánicas:

—La **columna de perforación o sarta**, la cual, a su vez, está compuesta de:



² Polucionada y contaminada se consideran sinónimos por estos autores, aunque hacen la aclaración de que el término se concreta en lo que se refiere al agua contaminada, cuando se refieren a su calidad bacteriológica, aclaración esta última que quizá en nuestros tiempos ya no sea válida (su obra fue escrita en 1976), pues ahora se habla de agua contaminada no sólo cuando se refiere a sus características bacteriológicas.

de ella depende en gran parte el evitar la posible contaminación por cualquiera de las fuentes indicadas en el inciso 6.2 de la norma, mismas que se indican a continuación:

- alcantarillados sanitarios
- campos de percolación
- canales de aguas residuales
- cloacas
- depósitos de jales
- fosas sépticas
- gasolineras y depósitos de hidrocarburos
- lechos de absorción
- letrinas
- pozos abandonados
- pozos de absorción
- puntos de descarga de aguas residuales de uso industrial
- rellenos sanitarios, ríos y cauces con aguas residuales provenientes de los usos definidos en los incisos 1.1 a 1.9
- rastros y establos

Lista que, como la misma norma lo estipula, "no es limitativa, sino que depende de lo que, para situaciones y condiciones particulares, la Comisión considere necesarias"

La forma de verificar esta especificación en realidad es bastante sen-

cilla, pues sólo se requiere de dos personas y una cinta métrica (debidamente calibrada, lo cual se puede constatar, ya sea con una marca de fábrica o bien con una etiqueta de un laboratorio de calibración acreditado por la EMA³), con la cual simplemente se mide la distancia del centro del pozo a cada una de las fuentes de posible contaminación, considerando que los treinta metros mínimos requeridos por

la norma se deben medir hasta el punto donde empieza ésta; por ejemplo, si se trata de una cloaca, de la orilla más cercana al pozo; si se trata de un río con aguas residuales, de la orilla histórica registrada más cercana al pozo (si no existiese ésta, el verificador tendrá que hacer uso de su criterio para definir esta orilla, anotando en su informe qué criterio utilizó y por qué).

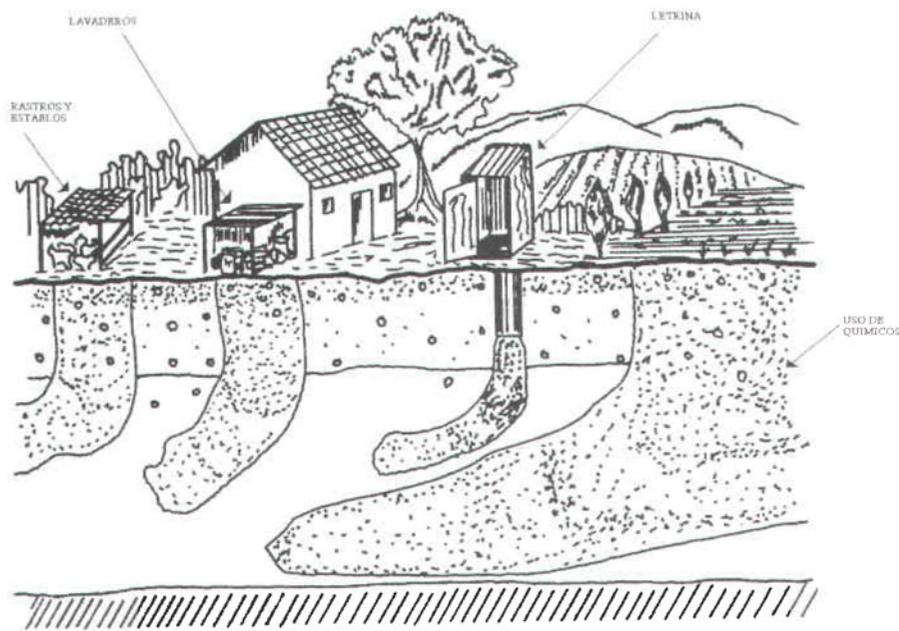


Figura 4. Algunas fuentes de contaminación.

3 Para esta norma, siempre que se mencione un laboratorio se debe entender que se trata de un laboratorio acreditado por la EMA. También, siempre que se requiera la utilización de una cinta métrica o flexómetro, se debe entender que éste debe estar calibrado como aquí se indica.

Por otro lado, como se indica en la NOM, este radio mínimo podrá ser modificado por la Comisión o por la autoridad legal competente (el representante legal de la Semarnat, estatal o municipal); en este caso, el concesionario o asignatario debe mostrar al verificador la aprobación oficial de la modificación de esta distancia.

2.3.3 Desinfección de la herramienta para la perforación del pozo

Se refiere a todos los materiales utilizados indicados en el inciso 2.1 de este manual.

Para esta especificación existe cierta controversia en cuanto a su efectividad, pues es, se dirá, altamente improbable que debido a la contaminación de estos materiales, los cuales inclusive pueden contaminarse también por contacto accidental con otros materiales o debido a las bacterias patógenas que el aire circundante arrastra, se contamine el acuífero. Además, se argumenta que ésta no tiene sentido si en la etapa de desarrollo del pozo cualquier posible contaminación se

elimina en la operación de bombeo, por lo que la desinfección de los materiales es innecesaria en la etapa de perforación del pozo.

El argumento anterior es válido sólo parcialmente puesto que no se toman en cuenta dos aspectos que, a falta de estudios pertinentes, se deben tomar con las excepciones del caso. Estos aspectos, son:

- ¿Son algunos contaminantes bacteriales capaces de sobrevivir y formar colonias en las profundidades normales de perforación, durante el proceso de la etapa del alumbramiento del acuífero hasta la etapa de desarrollo del mismo?
- Los contaminantes no biológicos, como los compuestos agroquímicos y los metales pesados. ¿son eliminados en todos los casos (considérense los pozos de más de cien metros de profundidad) por el sólo bombeo temporal durante la etapa de desarrollo del pozo?

Así, en los dos casos anteriores, y ante la ausencia de estudios específicos sobre el tema, se debe tomar en cuenta lo siguiente: ¿el cos-

to de la desinfección previa de los materiales de perforación, no paga con creces el posible riesgo, por mínimo que sea, de una posible contaminación del acuífero?.

En este caso, se pueden presentar dos situaciones:

- a) Las oficinas estatales o regionales de la CNA le han requerido al concesionario o asignatario, al ir a solicitar el permiso o bien a otorgarle el permiso para la perforación, el dar aviso de cuando vaya a desinfectar los materiales de perforación para que el verificador en turno vaya, a su vez, a hacer la inspección pertinente; o bien, si esto no fuera así,
- b) El verificador debe constatar visualmente que existen junto al sitio de la perforación del pozo las disposiciones pertinentes (recipientes, útiles y sustancias desinfectantes) para la realización de la misma.

En cualquiera de los dos casos, debe tomar una muestra del tamaño que él considere adecuado para ser analizada posteriormente en un laboratorio químico, y constatar si la solución utilizada reúne las caracte-

rísticas desinfectantes de elementos patógenos que pudiesen contaminar el acuífero, según la norma oficial mexicana **NOM-127-SSAI-1994** de Salud ambiental- Agua para el uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Para propósitos prácticos, cuando menos sería deseable que el perforista desinfecte su herramienta de perforación por lo menos con agua y jabón, después de quitar grasas y otras sustancias, pues en la NOM, objeto de este manual, no se indica qué materiales se deben usar en la limpieza de la herramienta.

2.3.4 Preparación y disposición de los fluidos utilizados para la perforación

2.3.4.1 Por lo que se refiere a la preparación de los fluidos, estos son:

a) Los fluidos de perforación no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

- b) El agua utilizada en la preparación de los fluidos:
- No debe inhibir las propiedades del fluido.
 - No debe degradar las propiedades del agua subterránea.
 - Estar libre de patógenos.
 - Tener un pH entre 6 y 10.
- c) No se debe utilizar agua residual.

Requerimiento:

a) Se debe tomar un volumen de muestra suficiente, a criterio del verificador, del agua utilizada para la preparación de los fluidos para ser enviada al laboratorio químico, y analizada para ver si cumple con la norma oficial mexicana **NOM-127-SSA1-1994**.

Requerimiento

b) Para el primer punto, es obvio que el perforista no utilizará un material que inutilice las propiedades del fluido de perforación.

Para el segundo y tercer punto, su **verificación** está implícita en la del requerimiento a).

Y en lo que se refiere al cuarto punto, el verificador puede utilizar un

medidor de pH comercial para su constatación.

Requerimiento

c): La verificación de este requerimiento se debe realizar de la misma forma que se hizo para el requerimiento anterior.

2.3.4.2 Protección de acuíferos por pérdida de circulación

En el caso de la necesidad de añadir al fluido de perforación otros materiales por pérdida de circulación, éstos no deben contaminar el acuífero o reducir sus propiedades hidráulicas.

Este requerimiento se subdivide, a su vez, en dos:

- No debe contaminar el acuífero.
- No debe reducir las propiedades hidráulicas del acuífero.

La **verificación** del primero está ya implícita en la del inciso 2.3.4.1 de este manual.

En lo que se refiere al segundo, la cosa se complica un poco, pues ¿cómo constatar que se han reducido las propiedades hidráulicas del acuífero? En este caso, lo único

que hay que hacer es revisar las propiedades del acuífero encontradas en el estudio geohidrológico específico que se realizó para este pozo, o bien las de otro que se haya realizado anteriormente para otros pozos perforados en la misma región, y reportarlas en el informe de la verificación, así como las sustancias contenidas en el material adicionado al fluido de perforación en el caso de pérdida de circulación del mismo, con el objeto de, en su caso, poder hacer un estudio de la posible influencia de aquéllas en las propiedades hidráulicas del acuífero, si es que se tuviera alguna sospecha de que pudiera afectarlas.

2.3.4.3 Por lo que se refiere a la disposición de los fluidos, estas son:

- a) Los residuos del lodo y materiales del área de trabajo, deben ser dispuestos de acuerdo a la reglamentación federal o estatal vigente.
- b) Los residuos se deben esparcir en sitios cercanos al pozo.
- c) Se debe efectuar una limpieza del área de trabajo de tal manera que el sitio sea restaurado a sus condiciones originales.

Requerimientos:

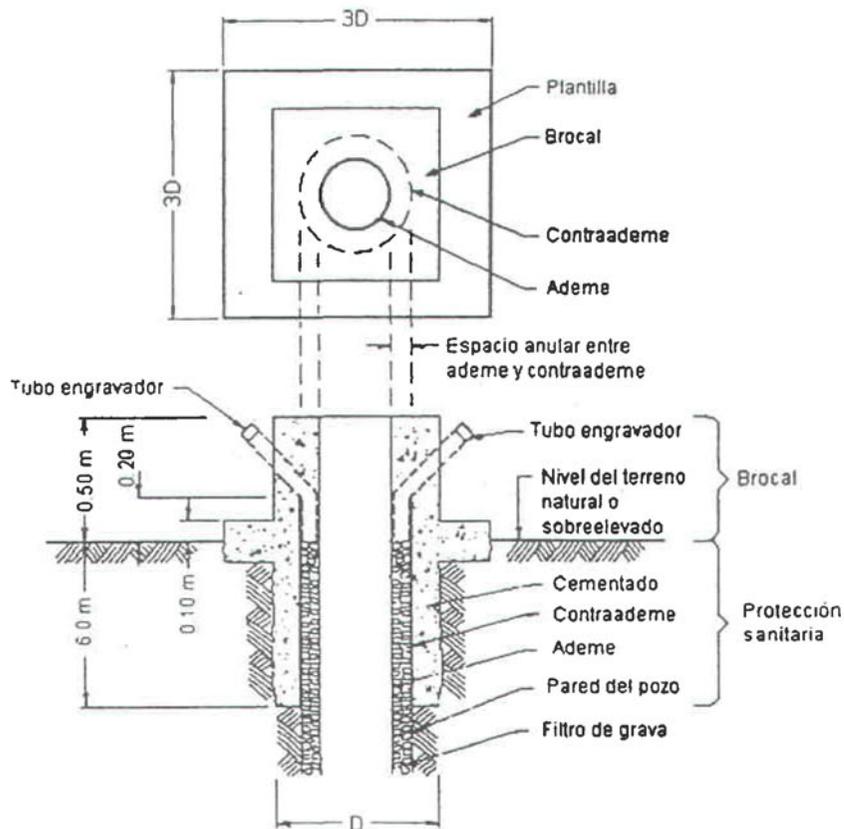
- a) El verificador debe contar con la reglamentación federal y/o estatal con el objeto de constatar si efectivamente los residuos de lodo y materiales de trabajo han sido dispuestos de acuerdo a ella, solicitando al responsable del pozo el permiso de disposición correspondiente, debidamente sellado y firmado por las autoridades competentes.
- b) Este requerimiento es aplicable y, por lo mismo, verificable, sólo si para el a) no existiera ninguna reglamentación precedente; en este caso, el verificador debe constatar visualmente la disposición, asegurándose que la distancia de éstos al pozo cumple con la especificación del inciso 6.2 de la norma, es decir, es de al menos treinta metros.
- c) Para este requerimiento la verificación debe hacerse también visualmente, cerciorándose de que no existan amontonamientos de material o indicios de que los residuos y el material de trabajo hayan sido enterrados ni, lo que es más importante, existan indi-

cios que muestren un sitio en el que se han alterado las condiciones originales del mismo. Para esto último, desde luego, es necesario que el verificador haga uso de su sentido común, pues no habiendo conocido el sitio previamente a la perforación del pozo, es difícil afirmar, no obstante incluso si se le hubiera exigido al perforador el haber tomado fotos o películas del sitio antes de la perforación, que el sitio ha sido o no restaurado a sus condiciones originales.

2.3.4.4 Protección superficial e interna de la estructura del pozo

Esta protección se refiere a todos los materiales y productos que conforman la estructura del pozo y que no formaban parte originalmente del entorno natural en el que fue perforado el pozo. Su función es básicamente la de proteger precisamente el entorno y la de proporcionar la disposición adecuada para que el pozo pueda servir a los propósitos para los que fue perforado.

* Ademe para protección del pozo



En primer lugar tenemos el ademe, cuya función es la de proporcionar la vía adecuada para la introducción de la tubería de succión, los impulsores de la bomba y otros accesorios.

En primer lugar tenemos al ademe, el cual es un tubo generalmente metálico o de poli-cloruro de vinilo (PVC), de diámetro y espesor definidos, liso y ranurado, cuya función es evitar el derrumbe o el colapso de las paredes del pozo

que afecten la estructura integral del mismo. En su porción ranurada, permite el flujo del agua hacia los elementos mecánicos de impulsión de la bomba.

Las especificaciones sobre este componente son las siguientes:

- La sobreelevación del extremo superior del ademe sobre el nivel del suelo debe ser de 0,5 m con una tolerancia de + 10 %.
- El material del cedazo o rejilla y sus elementos de unión (soldadura o pegamento) deben ser de calidad comercial y uniforme.
- Si se requiriera utilizar un filtro granular, este debe estar conformado por partículas inertes redondeadas, de origen natural y no tener más de 5 % de material carbonatado; además, no se debe utilizar material triturado.

Requerimientos:

- Para verificar esta especificación, se debe utilizar una cinta métrica o flexómetro calibrado.
- La verificación de esta especificación no consiste más que en la constatación de que los materiales utilizados, sea la tubería del

cedazo o rejilla y la soldadura o pegamento utilizado para su unión al ademe en sí, sean marcas de fábrica registradas y no “hechizos”.

- c) La **verificación** de esta especificación debe hacerse visualmente, constatando que se trata de cantos naturales redondeados y no material triturado, en una primera instancia; y, en una segunda, constatando en el análisis del material realizado por un laboratorio acreditado, que tiene no más de 5 % de material carbonatado.

* Contraademe

Para esta especificación se tienen que cumplir los siguientes requerimientos:

- a) Debe tener una longitud mínima de 6 m,
b) Debe sobresalir 0,2 m del nivel del terreno natural o bien 0,5 m, dependiendo del diseño del pozo, esto es, de si lleva brocal o no, respectivamente (ver croquis 5 y 6).
c) El espacio anular entre el contraademe y la formación adyacente debe ser rellenado con una lechada de cemento normal.

- d) Cuando se perforen pozos en acuíferos con aguas de diferente calidad, se debe presentar el diseño del pozo aprobado por la Comisión que evite la mezcla de éstas.

Requerimientos:

- a) Para la verificación de este requerimiento se pueden presentar dos casos:

— Si se hace la verificación antes de la colocación del contraademe, simplemente se mide la longitud de éste con un flexómetro calibrado, la cual no debe sobrepasar la tolerancia de 10 %.

— Si se llega a hacer la verificación cuando ya el contraademe y demás componentes del pozo han sido instalados, entonces se debe constatar en la bitácora de perforación de éste, que no sobrepase la tolerancia de 10 %.

- b) Para esta **verificación**, también se pueden presentar dos casos:

— Si lleva brocal, la longitud debe constatarse revisando la bitácora de perforación, la cual no debe sobrepasar la tolerancia de 10 %.

— Si no lleva, simplemente se mide la sobre elevación del contraademe sobre el terreno con un flexómetro calibrado, la cual no debe sobrepasar la tolerancia de 10%.

- c) La **verificación** de este requerimiento debe hacerse visualmente, como es obvio.

d) La **verificación** de este requerimiento debe hacerse, si es el caso, constatando el registro en el permiso de perforación otorgado por la Comisión de que se requirió un diseño especial del pozo, y de que éste fue aprobado por la misma.

* Sobreelevación y protección del área de emplazamiento del pozo

Esta especificación consta de los siguientes requerimientos:

- a) Si el pozo lleva brocal:

— Los lados de este deben ser iguales al diámetro total de la perforación.

— La altura del brocal debe ser de 0,5 m sobre el terreno natural o sobreelevado.

— Se debe disponer de dos tubos para la colocación inicial y para la reposición del material granular del filtro.

b) Si el pozo no lleva brocal:

— El contraademe debe tener la misma altura que el ademe.

— El espacio anular entre el ademe y el contraademe debe disponer de una tapa removible para protección, firmemente sujeta por medio de tornillos al contraademe.

c) La plantilla (ver requerimiento g y siguientes de este inciso) y la parte superficial de la cementación del contraademe, deben formar estructuralmente un solo cuerpo.

d) Cuando el pozo esté emplazado en unidades de material consolidado, el ademe debe estar ahogado en el brocal.

e) Cuando el pozo esté emplazado en unidades de material no consolidado, debe existir un espacio anular mínimo de 0,0063 m entre el brocal y el ademe.

f) Si por razones técnicas se requiriese otro diseño de brocal, éste debe estar autorizado por la Comisión.

g) La plantilla alrededor del pozo debe tener una pendiente mínima de 2 %.

h) La losa de la plantilla debe ser cuadrada, con una longitud mínima por lado de tres veces el diámetro total de la perforación.

i) El espesor de la losa debe ser de 0,15 m, de los cuales 0,05 deben estar por debajo del nivel del terreno natural o sobreelevado.

j) Cuando exista evidencia de inundaciones del área de emplazamiento del pozo, la plantilla debe estar sobreelevada de acuerdo al nivel de la máxima inundación registrada en los últimos treinta años.

Requerimientos

a)

— El primer requerimiento de este grupo debe verificarse midiendo los lados del brocal con un flexómetro calibrado, y cotejando esta medida con el diámetro de la herramienta utilizada para la perforación de la protección sanitaria del pozo, y con una tolerancia de 10 %.

— El segundo se debe verificar también utilizando un flexómetro calibrado.

— El tercero, obviamente, por cons-

tatación visual.

b) Para este requerimiento, ambos subrequerimientos deben ser verificados visualmente.

c) La verificación de este requerimiento también debe ser visual.

d) Para este caso, para justificar que el ademe vaya ahogado en el brocal, se debe constatar en el permiso de perforación del pozo otorgado o el diseño aprobado por la Comisión, que el material del terreno donde está emplazado el pozo es consolidado.

e) Si en el permiso de perforación del pozo otorgado o el diseño aprobado por la Comisión, se indica que el material del terreno donde está emplazado el pozo es no consolidado, se debe verificar que el espacio anular entre el brocal y el ademe es de al menos 0,0063 m, utilizando un compás de interiores y cotejando la medición con un flexómetro calibrado.

f) Si el diseño del brocal es diferente al requerido en la norma, el perforista debe mostrar al verifi-

cador el diseño de éste aprobado por la Comisión.

- g) Este requerimiento se debe verificar por medio de un nivel de burbuja con registros de pendiente calibrado por un laboratorio de calibración, y en las cuatro direcciones geográficas, con una tolerancia de -0.5% .
- h) Este requerimiento debe verificarse midiendo los lados de la plantilla con un flexómetro calibrado, y cotejando esta medida con el diámetro de la herramienta utilizada para la perforación de la protección sanitaria del pozo, y con una tolerancia de 10% .
- i) Este requerimiento debe verificarse midiendo el espesor de la loza de la plantilla y la parte bajo el nivel del terreno de ésta, con un flexómetro calibrado y con una tolerancia de 10% .
- j) Para este requerimiento, el verificador debe revisar el permiso de perforación otorgado por la Comisión, para cerciorarse de si existe algún registro de evidencia de inundaciones en el área de emplazamiento del pozo y, en

cuyo caso, debe medir la sobre elevación de la plantilla sobre el nivel de la máxima inundación registrada en los últimos treinta años, con un flexómetro calibrado y con una tolerancia de -10% .

2.3.5 Tipo y dimensiones de la protección del pozo

Esta especificación consta de los siguientes requerimientos:

- a) Para el caso de pozos en el área rural, se debe disponer de una cerca perimetral de malla ciclónica,
- b) Para el caso de pozos de uso urbano, además de esta cerca se debe contar con una caseta, la cual puede ser de mampostería o de las metálicas prefabricadas.
- c) Si por cualquier motivo fuera necesario que el sistema de bombeo del pozo fuera subterráneo y, por lo mismo, se requiriese también de una caseta subterránea, ésta debe contar con un sistema de drenaje adecuado o, en su defecto, un sistema de bombeo para desalojar el agua de la caseta.

Requerimientos:

- a) Para verificar este requerimiento, puesto que la norma no especifica dimensiones de la cerca ni forma de acceso, el verificador debe registrar simplemente en su informe las longitudes de los lados de la cerca y la altura de la misma, así como las de la puerta de acceso, con el objeto de que la Comisión, de ser el caso, pueda tomar alguna decisión en cuanto a requerimientos adicionales al respecto.
- b) Para este requerimiento, obviamente la verificación debe ser visual.
- c) Para este requerimiento, la **verificación** también debe ser visual y considerar la pertinencia o no de una bomba para desalojo del agua, en caso de que el drenaje natural no fuera posible por cuestiones de diferencias negativas entre el nivel de la plantilla del pozo y el nivel del terreno natural.

2.3.6 Desinfección del pozo

Sólo es obligatorio desinfectar los pozos que se utilicen para extraer

agua para uso público urbano y rural, y los destinados a usos agroindustrial e industrial que procesen alimentos.

Estos pozos se deben desinfectar durante la etapa de desarrollo del mismo, y se deben desinfectar utilizando cloro en las modalidades indicadas en el inciso 6.6 de la norma objeto de este manual.

En lo que se refiere a cómo desinfectar, de tal manera que el cloro activo en el agua sea de 200 mg/l como mínimo, y dado que la Secretaría de Salud aún no ha emitido ninguna norma sobre la concentración a utilizar, ni sobre el procedimiento de desinfección para cada modalidad, se debe entonces proceder como lo recomienda la Organización Panamericana de Salud (OPS): "Cuando la desinfección no tiene carácter de urgencia (caso de una cloración preventiva), la dosis que hay que introducir se puede ajustar agregando directamente cantidades cada vez mayores de cloro... hasta obtener la concentración residual deseada... ", en las muestras del agua que se introducirá en el pozo, de tal manera que cada muestra contenga "cantidades crecientes de cloro (por

ejemplo, de 1 a 10 mg/l)". Así, en el momento de que una de las muestras, según el análisis realizado por el laboratorio acreditado, cumpla con la norma **NOM-127-SSA1-1994**, se debe entonces agregarle la cantidad adecuada de cloro al agua que voy a introducir en el pozo, una vez que haya calculado el volumen de agua a introducir.

Inmediatamente, se debe proceder tal y como lo dice la especificación de la norma en el mismo inciso 6.6, es decir, "se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto de dicha mezcla con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación del acuífero." "Posteriormente, se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo, y luego se extraerá mediante bombeo". Después de que el pozo haya sido desinfectado, debe ser bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante utilizado."

En el caso de estar presente el inspector durante la desinfección, la verificación consistirá en:

a) La comprobación del volumen necesario de agua que se debe

introducir en el pozo, revisando el diseño del pozo.

- b) La comprobación de las cantidades de cloro, dependiendo de sus modalidades, desde luego, que se agregarán a cada muestra y siguiendo las recomendaciones de la OPS al respecto.
- c) La selección de la muestra analizada por el laboratorio acreditado que cumple con las norma **NOM-127-SSA1-1994**.
- d) La comprobación de la cantidad agregada al agua que se va a introducir al pozo, de acuerdo con lo obtenido en el punto a).
- e) Finalmente, la constatación de la operación de recirculación del agua en el pozo.

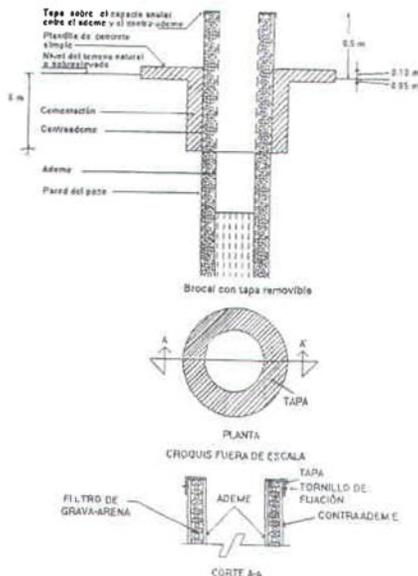
Ahora bien, si no se está presente cuando se realiza la desinfección y la verificación es aleatoria, entonces sólo se revisará la bitácora de perforación del pozo, comprobando que se han efectuado cada uno de los pasos y las especificaciones de desinfección estipuladas en la norma objeto de este manual.

2.3.7 Dispositivos de medición y monitoreo

Se debe medir el agua extraída del pozo, no sólo para propósitos de

cumplimiento de la LAN en lo que se refiere a la medición (artículo 29, cláusula V); sino, lo que es más importante, para llevar un control en cuanto al agua extraída de los acuíferos, con objeto de regular su extracción y prevenir su abatimiento a niveles que signifiquen ya un riesgo para la preservación del recurso agua.

Así, todos los pozos deben contar con medidores tales, que garanticen que lo indicado por el dispositivo de lectura está dentro de las tolerancias de error aceptables por las normas pertinentes.



En cuanto al monitoreo es también obvio que el mismo USUARIO o bien las autoridades competentes (CNA), requieren en ocasiones tomar algunas muestras del agua para propósitos de control o bien de estudios sobre contaminación de acuíferos.

Para ello, se debe instalar un dispositivo lateral después del medidor en la tubería principal de descarga, el cual no es más que un tubo del diámetro suficiente como para permitir la introducción del muestreador (al menos 100 mm de diámetro).

De acuerdo con lo anterior, para la medición lo que se tiene que hacer es verificar que el medidor está certificado con base en la **NOM 012-SCFI**, si se trata de un medidor de velocidad, o con las normas mexicanas o internacionales pertinentes para otros tipos de medidores, observando en las marcas del fabricante si se indica esto (sello NOM o letrero que indique la norma con base en la cual ha sido certificado el mismo).

En cuanto al dispositivo de monitoreo, pues comprobar visualmente que existe el tubo adecuado para tomar las muestras.

2.3.8 Medición de niveles

Como se dijo en el inciso anterior (2.3.7), es necesario llevar un con-

trol en cuanto al agua extraída de los acuíferos, con objeto de regular su extracción y prevenir su abatimiento a niveles que signifiquen ya un riesgo para la preservación del recurso agua. Para ello, es necesario entonces instalar un dispositivo que permita medir la profundidad del nivel del agua en el pozo, el cual, nuevamente, no es sino un tubo con el diámetro suficiente para que el dispositivo de monitoreo pueda ser introducido en el pozo (diámetro de 100 mm al menor).

En este caso, se procede en la misma forma que en el inciso anterior (2.3.7), es decir, comprobar visualmente que existe el tubo adecuado para introducir el dispositivo de monitoreo.

2.3.9 Documentos requeridos para la aprobación de la operación del pozo

Estos son los estrictamente necesarios para que la Comisión pueda manejar la administración de los pozos y cumplir con lo que le indica la LAN:

- a) Croquis de localización del pozo, indicando las posibles fuentes de contaminación del pozo (ver la lista dada en el inciso 6.2 de la norma objeto de este manual), el

- cual ni qué decir de la obiedad de su utilidad para la Comisión.
- b) Registro eléctrico del pozo, integrado por: curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral) y curva de potencial espontáneo (S.P.), las cuales servirán de referencia para justificar las demandas de agua que el USUARIO piensa hacerle al pozo, mismas que deben ser menores que lo que dichas curvas nos indiquen como potencialmente disponibles en el acuífero en cuestión.
 - c) Registro estratigráfico (corte litológico), para el mismo objeto del anterior.
 - d) Diseño final del pozo, pues para ver si éste cumple con los lineamientos técnicos del diseño de pozos que garanticen un buen funcionamiento del mismo.
 - e) Requisitos y memoria de cálculo y resultado del aforo, lo cual complementa el diseño.
 - f) Y, finalmente, el análisis físicoquímico del agua que incluya determinación del pH, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio y sólidos disueltos totales, lo cual no es más que la constatación por

parte de la Comisión de que el agua extraída cumple con la norma **NOM-127-SSA1-1994**, si el pozo va a ser utilizado para extraer agua para uso público urbano y rural, o destinado a usos agroindustrial e industrial que procesen alimentos.

Aquí lo que procede es solicitarle al USUARIO muestre el permiso de construcción del pozo autorizado por la Comisión, en el cual debe estar indicado que éste ha entregado todo lo solicitado por la norma objeto de este manual.

2.4 Efectos de la contaminación de acuíferos en el ser humano

Los tipos de contaminantes en acuíferos que pueden afectar al ser humano son múltiples, y se pueden clasificar, en términos muy generales, en microorganismos patógenos y compuestos orgánicos e inorgánicos.

Los microorganismos patógenos, se pueden introducir al subsuelo a

través de fosas sépticas, rellenos sanitarios y otras fuentes difusas como los mencionados en el inciso 2.3.2 de este manual.

Los microorganismos patógenos se dividen en grupos, que se describen a continuación, así como de las enfermedades que pueden ocasionar en el ser humano.

Bacterias. De éstas la más común y conocida es la Salmonella de la cual existen alrededor de 1700 tipos diferentes, y pueden producir en el ser humano enfermedades como la tifoidea, la salmonelosis, la disentería bacilar, la gastroenteritis, el cólera (de triste connotaciones en nuestro país, pues, como en muchas partes del mundo, hubo un brote grave en los principios de la década de los 90, y el cual, afortunadamente, parece ya estar más o menos controlado), y una enfermedad un tanto rara que se llama enfermedad de Weil, en honor del primer investigador que la estudió.

Protozoarios. Siendo los más familiares al ser humano porque, sin lugar a dudas, todos hemos sido víctimas del que generalmente recibe el nombre genérico de amiba; ésta

puede producir en el ser humano la disentería amibiana, absesos en el hígado, ulceración en el colon y la, desafortunadamente famosísima, diarrea.

Helminetos. Entre estos destaca el largo gusano que recibe el nombre genérico de *Taenia*, más conocida vulgarmente como *Tenia*, y que puede producir en el ser humano, entre otras, las enfermedades de la ascariasis, la anemia y la teaniasis, precisamente.

Virus. Los cuales son los microorganismos más difícil de erradicar por su capacidad de introducirse en las células vivas, incubar, por así decirlo, en sus núcleos, y reproducirse en una forma terriblemente prolífica; entre las enfermedades que estos virus pueden producir se encuentran la meningitis que ocasiona, a su vez, parálisis, diarrea, enfermedades respiratorias, la herpacina; también producen miocarditis o anomalías del corazón; encefalitis, conjuntivitis hemorrágica, hepatitis infecciosa, gastroenteritis, diarrea infantil, infecciones en los ojos, y otras más de nombres no muy comunes. Como se puede observar, la enfer-

medad que más destaca y que más se repite es la que afecta nuestro sistema digestivo; y que, desafortunadamente, a quienes más afecta y más diezma son a los niños. Baste decir que, según datos de la Secretaría de Salud, entre los años de 1990 a 1995, murieron nada más por enfermedades diarreicas alrededor de 180,000 niños menores de cinco años, siendo en países como el nuestro, la segunda causa de muerte infantil, cifra que, por otro lado, ha ido disminuyendo cada vez más debido a los programas que las diferentes administraciones han emprendido y a, precisamente, la aplicación de, entre otras, herramientas jurídicas como es el caso de la norma de que trata este manual.

En lo que se refiere a los compuestos orgánicos, cuya importancia en los últimos años ha aumentado en virtud de la aparición de compuestos químicos de origen básicamente industrial, y cuyos efectos tóxicos de muchos de ellos y características carcinógenas y teratógenas (mortales) en el ser humano son la causa de su indeseable fama. Éstos compuestos se han clasificado en cuatro categorías por su método de análisis, destacando que la mayoría de ellos provienen de los desechos in-

dustriales y, mucho más, de los pesticidas y herbicidas utilizados en la agricultura. A continuación se mencionan las categorías en que se clasifican, nada más como información general, pues los tipos, a más de tener nombres no muy fácil de retener y, aún, de pronunciar, son de una variedad verdaderamente impresionante:

- Compuestos extractables base-neural, siendo los más conocidos los de base benzo.
- Compuestos / Ácidos extractables, siendo el más familiar el clorofenol.
- Compuestos volátiles, que, como su nombre lo indica, son gaseosos, siendo el benceno el más nombrado.
- Compuestos orgánicos /Pesticidas y plastificantes, estando entre los primeros el Aldrín, y de entre los utilizados en la industria del plástico, los de base PCB.

Como sería engorroso enumerar cada uno de ellos y el tipo de enfermedades que en el ser humano producen, a continuación nada más mencionaremos, en forma general, las principales:

- Compuestos extractables base-neural: afecciones de la piel, daño hepático, cáncer pulmonar y afecciones en el sistema nervioso, entre otras.
- Compuestos / Ácidos extractables: mismas que los anteriores.
- Compuestos volátiles: afecciones en el sistema nervioso central, anemia aplásica, afecciones hepáticas y renales, diarreas, tumores en el hígado y el pulmón y afecciones de la piel, entre otras.
- Compuestos orgánicos /Pesticidas y plastificantes: envenenamientos, anemia aplásica, cáncer, daños mutagénicos y teratogénicos y abortos, entre otras.

Y, finalmente, en lo que se refiere a los compuestos inorgánicos, esto es, a los metales llamados pesados, éstos siempre han sido fuente de contaminación pues tanto el agua como el suelo tienen concentraciones naturales. Sin embargo, con la aparición de la era industrial y el aumento de la explotación minera, la contaminación ha aumentado y, por lo tanto, sus efectos nocivos en el ser humano.

Los metales pesados que se consideran como contaminantes prioritarios, son: antimonio, arsénico, asbesto, berilio, cadmio, cromo, cobre, cianuro, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio y zinc.

En general, entre las principales enfermedades que estos compuestos producen se pueden enumerar las siguientes: gastroenteritis, taquicardia, alteraciones nerviosas, lesiones cutáneas, cáncer de pulmón, daños hepáticos, cáncer de próstata, paro respiratorio, saturnismo (por el plomo), afecciones en la piel y en el sistema nervioso, neuritis óptica y caída del cabello, principalmente.

2.5 Efectos de la contaminación de los acuíferos en el medio ambiente

Estos son más que evidentes si se observan los diferentes medios de aguas superficiales, esto es, ríos, canales, lagos, etc., en los que a simple vista se aprecia su contaminación por el color y el mal aspecto del agua, causado por la contaminación de ésta por coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, boro, ní-

quel, detergentes, abonos agrícolas y desechos de basura urbana e industrial, lo que la hace, en primer lugar, dañina para la vida animal y vegetal acuática, no apta para el riego agrícola, y la cubre e inutiliza en muchas ocasiones en su uso para consumo humano, riego y recreativo, siendo el caso más notorio últimamente la extensiva proliferación del, en otro tiempo, apreciado decorativamente lirio acuático.

Así, lo que es válido para las aguas superficiales, lo es también para las subterráneas, de tal manera que podemos decir que lo que le sucede al ambiente como contaminación de las aguas superficiales no es sino un corolario de la contaminación de aquéllas.

3. ANÁLISIS ESPECÍFICO

3.1 Parámetros para determinar la contaminación de un acuífero

Estos parámetros están claramente señalados en el inciso 6.1.2 de monitoreo de calidad del agua de la

norma oficial mexicana **NOM-04-CNA-1997**, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general, y ellos son:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Sulfatos.
- Nitratos.
- Cloruros.
- Dureza total.
- Calcio.
- Sodio.
- Potasio.
- Sólidos disueltos totales.
- Bacterias coliformes fecales.

Para cuya determinación, siempre de acuerdo a esta norma, "se deberán tomar muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, de acuerdo con los métodos de análisis establecidos en las normas mexicanas (NMX) o los internacionalmente aceptados...".

Sobre este punto, se debe aclarar que existe una norma que regula precisamente los procedimientos para el muestreo de agua para con-

sumo humano, y ésta es la norma oficial mexicana **NOM-014-SSA1-1993**, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para el uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, en el que se tratan los aspectos de:

- Material, reactivos y equipo de muestreo.
- Preparación de envases para toma de muestra.
- Procedimiento para toma de muestra.
- Manejo de muestra.
- Identificación y control de muestras.
- Selección de puntos de muestreo.

3.2 Pruebas para determinar una posible contaminación al acuífero

Existe otra norma oficial mexicana, la **NOM-127-SSA1-1994** Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, en la que se señalan los límites permisibles de características:

- Bacteriológicas.
- Físicas y organolépticas.
- Químicas.
- Radiactivas.

En el agua para considerarla potable y, consecuentemente, también para determinar la posible contaminación de un acuífero, independientemente de si se vaya a utilizar para extraer y suministrar agua potable o no a la población.

Sobre este punto se menciona que existe, también dentro de esta serie, el manual Num. (3), en el que se describe la forma de aplicación de la misma.

(3) CNA debe asignar el número.

BIBLIOGRAFÍA

- AWWA, Norma ANSI/AWWA A100-90 Pozos de agua- American Water Works Association – 1990, Denver, Colorado (USA).
- CNA, Ley de Aguas Nacionales, 1992, México.
- CNA, Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994, México.
- CNA, Reporte integral del sector hidráulico, 2001, México.
- David Keith Todd, Ground Water Hidrology, John Wiley & Son, Inc , 1959, New York.
- Emilio Custodio/ Manuel Ramón Llamas, Hidrología subterránea - Ediciones Omega, S.A., 1976, Barcelona, España.
- EPA, Wellhead Protection: A Guide for Small Communities, U.S. Environmental Protection Agency, 1993, USA.
- EPA, Guidelines for Delineation of Wellhead Protection Areas - Ground-Water Protection, U.S. Environmental Protection Agency – 1987, New York, U.S.A.
- IMTA, Manual de inducción para la conservación y el saneamiento de acuíferos, 1994, México.
- NOM-012-SCFI-1993, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría-Especificaciones, 1993, México, D.F.
- NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, 1993, México, D.F..
- NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental: Agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad de tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, 1994, México, D.F..
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), La protección de las captaciones”, Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, 1999, Washington, , USA.

-
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Agua y salud, Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, 1999, Washington, USA.
 - Roscoe Moss Company, Handbook of *Ground Water Development*, John Wiley & Sons, 1990, New York.
 - Secretaria de Recursos Hidráulicos, Proyecto de Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua, 1980, México.
 - Semarnat, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1996, México.
 - SSA, Ley General de Salud, México.
 - Stephen Foster/ Ricardo Hirata, Determinación de riesgo de contaminación de aguas subterráneas - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 1991, Lima, Perú.

GLOSARIO

Acuífero. En hidrología, capa porosa de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua. La capa de roca (o estrato) contiene muchos poros que, cuando se conectan, forman una red que permite el movimiento del agua a través de la roca. Si el acuífero se dispone sobre un nivel de roca impermeable, el agua no pasará a niveles inferiores desplazándose lateralmente.

Acuíferos no confinados. Capa porosa de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua, que no está delimitada con exactitud en cuanto a su tamaño físico-subterráneo.

Acuíferos semi confinados. Capa porosa de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua, pero que se encuentra delimitada parcialmente en cuanto a su tamaño físico.

Agroquímicos. Compuestos químicos preparados para mejorar, cuidar y perfeccionar los cultivos agrícolas, estos agroquímicos se dividen en cinco grupos, que son: no tóxicos, ligeramente tóxico, moderadamente tóxicos, tóxicos y altamente tóxicos.

Capas confinantes. Son aquellas zonas superpuestas en que se encuentra dividido el acuífero.

Carcinógenas. Sustancias tóxicas que provocan cáncer, dichas sustancias provienen de la industria papelera, la producción de PVC y la incineración de desechos sólidos que contienen cloro.

Contraademe. Tubería, generalmente de acero, utilizada en la ampliación de la parte superior de un pozo, cuya función es evitar derrumbes, entradas de aguas superficiales e infiltraciones que contaminen el acuífero.

Cuenca hidrológica. El territorio donde las aguas fluyen al mar, a través de una red de cauces que convergen en una principal. La cuenca conjuntamente con los acuíferos, constituyen la unidad de gestión del recurso hidráulico.

Cuerpos receptores. Toda red colectora, río, cuenca, cauce, vaso o depósito de aguas que son susceptibles de recibir directa e indirectamente la descarga de aguas residuales.

Gel. Suspensión coloidal de partículas *sólidas* en un líquido, en el que éstas forman una especie de red que le da a la suspensión cierto grado de firmeza elástica

Geohidroeléctrico. Estudio de las leyes que rigen la presencia y el movimiento de las aguas subterráneas, (el acuífero, la migración y el volumen almacenado), a través de un método eléctrico que nos determinaran los métodos de explotación y conservación del acuífero.

Iones. Partículas que se forman cuando un átomo neutro o un grupo de átomos ganan o pierden uno o más electrones. Un átomo que pierde un electrón forma un ion de carga positiva, llamado catión; un átomo que gana un electrón forma un ion de carga negativa, llamado anión. Los átomos pueden transformarse en iones por radiación de ondas electromagnéticas con la suficiente energía. Este tipo de radiación recibe el nombre de radiación de ionización.

Jales. Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

Nivel estático. Es la distancia vertical medida en metros, desde el brocal del pozo hasta el nivel libre del agua cuando no esta siendo bombeado; es decir, es el nivel en el cual se estabiliza el agua dentro del pozo.

Organolépticas. Características de los productos (sabor, textura, aroma y color), que se pierden al momento del procesado y composiciones de alimentos.

pH. es la medida de la concentración de iones de hidrogeno $[H^+]$, o en su defecto de los iones de hidroxilo $[OH]$, en el agua.

pHachímetro. Aparato o instrumento con el cual se determinan las cantidades de pH contenidas en el agua analizada.

Percolación o lixiviación. Proceso de lavado que realiza el agua que se infiltra en el suelo.

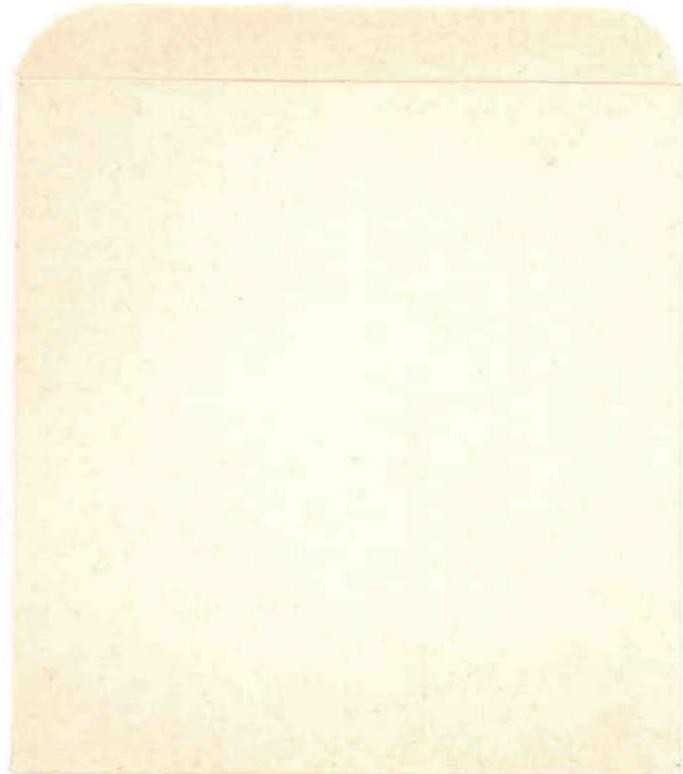
Preformación de pozos. Abrir un agujero en el suelo (previamente estudiado), del cual se van a extraer recursos naturales indispensables para el desarrollo de la humanidad, tales como: agua, petróleo, entre otros recursos naturales

Polucionado. Del verbo polucionar, que vulgarmente se conoce como contaminar, ensuciar, descomponer.

Pozos de absorción. Obras de ingeniería diseñadas especialmente para infiltrar agua de lluvia al subsuelo, constituida por una captación o alcantarilla, una caja desarenadora y una caja de infiltración; esta ultima funciona como pozo o puede derivar sus excedentes a uno. En este tipo de pozos no se controla la calidad del agua, ya que esta es infiltrada en la zona no saturada en la que se espera se obtenga una depuración adicional antes de llegar al acuífero.

Teratógenas. Sustancias tóxicas que dañan el desarrollo embrionario o a las células sexuales, su principal origen son las industrias donde se fabrican pesticidas y agroquímicos.

Tixotropía. Propiedad que tiene la arcilla (Bentonita), para cambiar de un estado gelatinoso a sólido, mediante la agitación y viceversa.





IMTA
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

CENTRO DE CONSULTA DEL AGUA

PAPELETA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del
vencimiento del prestamo señalado por el último sello

--	--	--

Apartado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500
Jutepec, Mor

SERIE NARANJA

ISBN	TÍTULO	AUTORES
968-5536-11-2	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES -1-	ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-5536-12-0	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO -2-	CÉSAR G. CALDERÓN MÓLGORA
968-5536-13-9	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-127-SSAI-1994, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN -3-	ALFREDO GONZÁLEZ CAMACHO
968-5536-14-7	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-052-ECOL/93, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LÍMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSOS POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE -4-	ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-5536-15-5	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-CNA-1996, REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS -5-	MARIO JÍMENEZ LÓPEZ
968-5536-16-3	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-004-CNA-1997, REQUISITOS PARA LA PROTECCIÓN DE ACUÍFEROS DURANTE EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA Y PARA EL CIERRE DE POZOS EN GENERAL -6-	MARIO JÍMENEZ LÓPEZ
968-5536-17-1	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-006-CNA-1997, FOSAS SÉPTICAS PREFABRICADAS -ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA -7-	DALMEY VILLEGAS SOSA
968-5536-18-X	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NMX-031-C-1998, CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN FOSAS SÉPTICAS DE ASBESTO-CEMENTO -8-	DALMEY VILLEGAS SOSA MIGUEL A. REYES FILO