



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL

Órgano del Gobierno del Distrito Federal

DÉCIMA CUARTA ÉPOCA

26 DE MARZO DE 2004

No. 25

ÍNDICE **ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL** **DISTRITO FEDERAL**

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-003-AGUA-2002, QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES Y REQUISITOS PARA LA RECARGA EN EL DISTRITO FEDERAL POR INYECCIÓN DIRECTA DE AGUA RESIDUAL TRATADA AL ACUÍFERO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-003-AGUA-2002, QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES Y REQUISITOS PARA LA RECARGA EN EL DISTRITO FEDERAL POR INYECCIÓN DIRECTA DE AGUA RESIDUAL TRATADA AL ACUÍFERO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Claudia Sheinbaum Pardo, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, con fundamento en los artículos 122 inciso C, base primera fracción V incisos j y l, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 87 del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, 1, 2, 15 fracción IV, 16 fracción I, II, III y IV, 26 fracción I, III, IV, VII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 6 fracción II, 9 fracción IV, VII y XLVI, 36 fracción III, 37, 38, 39, 40, 41, 104 y 105 fracción III de la Ley Ambiental del Distrito Federal y el artículo 15 fracción VI de la Ley de Aguas del Distrito Federal, tiene a bien expedir la siguiente:

Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-003-AGUA-2002, que establece las condiciones y requisitos para la Recarga en el Distrito Federal por Inyección Directa de Agua Residual Tratada al Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Í N D I C E

Introducción.

1. Objetivo
2. Campo de aplicación.
3. Referencias.
4. Definiciones.
5. Disposiciones generales.
6. Límites máximos permisibles de calidad del agua.
7. Condiciones de muestreo y análisis.
8. Bibliografía.
9. Observancia.
10. Vigencia.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrenta actualmente el Distrito Federal es la continua demanda de agua para consumo humano. Esto ha ocasionado la sobreexplotación del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, del cual se extrae más del 50% del agua que la población del Distrito Federal recibe para su consumo. La explotación intensiva del agua subterránea aunado a la urbanización progresiva ha originado un déficit por la menor cantidad de agua que se infiltra al acuífero, tanto de manera natural como artificial.

La diferencia en el balance hídrico ocasiona el abatimiento del nivel del agua y una serie de problemas inherentes como: la compactación del suelo -que puede causar daños a construcciones y al sistema de drenaje-, el deterioro en la calidad del agua que se extrae del acuífero, y el cambio en la pendiente del sistema de drenaje en el Distrito Federal, entre otros. Por este motivo es muy importante que se tomen acciones para recargar en forma artificial el acuífero promoviendo al mismo tiempo su protección para evitar la contaminación o disminución de su capacidad hidráulica.

La recarga artificial es un proceso que puede contribuir a disminuir la diferencia en el balance hidráulico, a través de la inyección directa de agua residual tratada a los mantos freáticos del subsuelo del Distrito Federal. El agua residual tratada, considerada como fuente potencial para la recarga del acuífero, deberá someterse a los tratamientos que sean necesarios para evitar que se rebasen los límites fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la presente Norma.

Dada la importancia que tiene el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, por ser la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la población del Distrito Federal, las obras para recargar agua de manera artificial deben ser apropiadamente diseñadas y operadas, con el adecuado control y monitoreo para evitar que se infiltren contaminantes hasta el acuífero que pudieran alterar a corto, mediano y largo plazo, tanto su calidad fisicoquímica y microbiológica, como sus propiedades hidráulicas.

La presente norma está dirigida a regular la recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México dentro del Distrito Federal, sin embargo, es claro que la limitación de esta actividad a este acuífero en particular obedece a delimitaciones jurisdiccionales, y que todos los subsistemas que integran el acuífero se encuentran interconectados, por lo que el agua fluye entre ellos sin fronteras, siendo recomendable aplicar una estrategia Metropolitana.

1. OBJETIVO

Proteger el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y la salud de la población, regulando las actividades de recarga artificial por inyección directa de agua residual tratada, a través del establecimiento de:

- a) Los valores permisibles de calidad del agua utilizada para la recarga artificial del acuífero, entendidos como condiciones particulares de recarga.
- b) Un programa de actividades para el control y vigilancia de la calidad del agua utilizada antes y después de la recarga artificial del acuífero.
- c) Los procedimientos administrativos a los que deberán estar sujetos los procesos de construcción y operación de los sistemas de recarga, para su autorización.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma aplica a los sistemas de recarga artificial por inyección directa de agua residual tratada al acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que pretendan construirse u operarse en el Distrito Federal, así como a los que ya se encuentren en operación, ya sean públicos o privados, o de cualquier persona física o moral.

3. REFERENCIAS

- 3.1. Modificación a 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”. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.
- 3.2. NOM-003-CNA-1996 “Construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos”. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1997.
- 3.3. NOM-004-CNA-1996 “Requisitos para la protección de acuíferos durante mantenimiento y rehabilitación de pozos” Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1997.
- 3.4. NOM-001-SEMARNAT-1996 “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.
- 3.5. NOM-008-SE-2002 “Sistema General de Unidades de Medida”. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- 3.6. 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”. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se entiende por:

- 4.1. **Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- 4.2. **Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México:** acuífero que abarca el territorio del Distrito Federal y parte de la zona conurbada, y cuya denominación y límites administrativos se encuentran establecidos por la Comisión Nacional del Agua.
- 4.3. **Agua subterránea nativa:** El agua almacenada en un acuífero por recarga natural.
- 4.4. **Aguas residuales:** Las aguas de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícola pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.
- 4.5. **Agua residual tratada:** Son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reuso.
- 4.6. **Auditoría Ambiental:** Procedimiento a través del cual se evalúan los sistemas de recarga artificial al acuífero, para detectar posibles operaciones bajo condiciones de riesgo o provocando contaminación al ambiente.
- 4.7. **Autoverificación:** Es la auditoría ambiental efectuada directamente por los permisionarios del sistema de recarga artificial, para lo cual la autoridad sobrevigila.
- 4.8. **Características microbiológicas:** Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana.
- 4.9. **Características físicas y organolépticas:** Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y el olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.
- 4.10. **Características químicas:** Son aquellas debidas a la presencia de elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.
- 4.11. **Condiciones particulares de recarga:** es el conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos así como sus niveles máximos permitidos en las aguas utilizadas para la recarga en el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- 4.12. **Contaminantes:** Son aquellos parámetros o compuestos que en determinadas concentraciones pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.
- 4.13. **Contingencia o situación de emergencia:** Situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la integridad del acuífero, y por consiguiente la salud humana.
- 4.14. **Límite máximo permisible:** Concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor o un impacto negativo en el uso inmediato posterior de las aguas de recarga.
- 4.15. **Manifestación de Impacto Ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

- 4.16. Muestra compuesta:** La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1 de la NOM-001-SEMARNAT-1996. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.
- 4.17. Muestra simple:** Aquella tomada de manera continua durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.
- 4.18. Muestreo:** Las actividades desarrolladas para obtener volúmenes de agua en un sitio determinado del sistema de abastecimiento, de tal manera que sean representativos, con el propósito de evaluar características físicas, químicas, y/o microbiológicas.
- 4.19. Permisionario:** Persona que pretende construir u operar proyectos para la recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el Distrito Federal.
- 4.20. Pozo de observación o monitoreo:** La excavación de sección circular construida para medir los niveles freáticos y determinar la calidad del agua subterránea.
- 4.21. Pozo de inyección:** Obra de ingeniería que permite la recarga artificial directamente al acuífero.
- 4.22. Proyecto de recarga artificial del acuífero:** Proceso o actividad planeada para adicionar artificialmente agua en el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, a través de obras específicas construidas para tal fin.
- 4.23. Proyecto piloto de recarga artificial del acuífero:** Proceso o actividad previa al proyecto definitivo de recarga, planeada para realizar pruebas de recarga artificial al acuífero por un tiempo definido, a través de obras específicas construidas para tal fin.
- 4.24. Recarga artificial:** Proceso o actividad planeada para almacenar, recuperar o incrementar el volumen de agua en un acuífero, a través de obras específicas construidas para tal fin.
- 4.25. Secretaría:** Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.
- 4.26. Sistema de recarga artificial:** Obra o conjunto de obras construidas con el fin específico de adicionar artificialmente agua al acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México
- 4.27. Tasa de recarga:** Velocidad a la cual es inyectada una cierta cantidad de agua al acuífero.

5. DISPOSICIONES GENERALES

- 5.1.** De la calidad del agua requerida para la recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México:
- 5.1.1.** El agua a emplear para la recarga artificial del acuífero, ya sea durante el proyecto piloto o en el sistema de recarga definitivo, deberá cumplir con los límites máximos establecidos para los parámetros incluidos en la presente norma, que se listan en el capítulo 6.
- 5.1.2.** En caso de que la fuente de agua a emplear para la recarga artificial del acuífero no cumpla con la calidad requerida en el capítulo 6, ésta deberá ser sometida a los tratamientos que sean necesarios, previo a las actividades de recarga, hasta alcanzar los valores establecidos en esta norma.
- 5.1.3.** Los muestreos del agua para su análisis deberán efectuarse de conformidad con las especificaciones de la NOM-014-SSA1-1994. La frecuencia con la que deben realizarse los muestreos y análisis del agua de recarga se especifican en el capítulo 7 de esta Norma.
- 5.2.** De los requisitos para la autorización de construcción y operación de proyectos para recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

- 5.2.1. El permisionario del proyecto de recarga deberá proporcionar a la autoridad competente y a la Secretaría la siguiente información.
- a) El origen y la disponibilidad del agua de recarga.
 - b) Mapa topográfico incluyendo la localización geográfica de la(s) obra(s).
 - c) Características hidrogeológicas del sitio de recarga incluyendo:
 - 1) Mapas de elevación y de profundidad del nivel freático, de distribución del espesor, de la porosidad, coeficiente de almacenamiento y de la conductividad hidráulica de las rocas que conforman el acuífero a recargar y de la zona.
 - 2) Un mínimo de cuatro perfiles estratigráficos detallados, radiales respecto al sitio de recarga en dirección del gradiente hidráulico, en un radio mínimo de 2km o a la captación más cercana, obtenido mediante perforaciones exploratorias con recuperación de núcleo continuo, a profundidades mínimas de exploración de 200 m, incluyendo zona saturada y no saturada.
 - 3) Distribución, espesor y continuidad de las capas permeables e impermeables en el subsuelo.
 - 4) Estimación de los coeficientes de dispersión en un radio máximo de 2 km.
 - 5) Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de recarga y del agua del acuífero, en los términos de los parámetros que establece el capítulo 6 de esta norma.
 - 6) Determinación de la posible conexión hidráulica entre acuíferos.
 - 7) Distancia y posible conexión hidráulica entre las obras de recarga y los sitios de extracción de agua subterránea más cercana con respecto a las obras de recarga.
 - 8) Fuentes activas o potenciales de contaminación al subsuelo en un radio de 1 km a las obras de recarga.
- 5.2.2. Además de lo solicitado en el punto anterior, el permisionario deberá realizar y presentar a la autoridad competente para su aprobación y a la Secretaría, un proyecto piloto en el sitio de interés, que reproduzca a escala experimental las obras y la operación del sistema de recarga propuesto.
- 5.2.2.1. La operación del proyecto piloto tendrá una duración suficiente hasta alcanzar un equilibrio hidráulico y químico, analizando en el sistema recarga – acuífero en forma continua e ininterrumpida, y apoyado en modelos de análisis hidrogeoquímicos, los siguientes aspectos:
- a) La evolución de la calidad del agua de recarga, subterránea nativa y de la mezcla resultante.
 - b) La interacción del agua con el subsuelo y el método de recarga.
 - c) Las variaciones en la tasa de infiltración y en la elevación de niveles piezométricos.
- 5.2.2.2. El permisionario del proyecto piloto de recarga artificial, deberá contar con una red de pozos de monitoreo de la calidad del agua, y del gradiente hidráulico previa a la implementación de la recarga; además deberá construir una red de pozos de observación acorde a la obra propuesta, para monitorear la evolución química y gradiente hidráulico del agua inyectada al subsuelo, ambos sistemas son complementarios.
- 5.2.2.3. Para evaluar la efectividad del proyecto piloto, el permisionario deberá presentar a la autoridad competente y a la Secretaría un informe final en términos de la factibilidad técnica y su impacto en la calidad del agua subterránea nativa, al medio ambiente o en aprovechamientos hidráulicos subterráneos, sustentado en los resultados obtenidos.
- 5.2.3. Una vez aprobado el proyecto piloto, el permisionario deberá presentar a la autoridad competente y a la Secretaría un proyecto del sistema de recarga que incluya la siguiente información:
- a) Diseño de obras del método de recarga.
 - b) Programa de operación y mantenimiento de las obras.
 - c) Propuesta de diseño de red de piezómetros de monitoreo, conforme a lo establecido en el punto 7.1 de esta norma.
 - d) Análisis de las reacciones hidrogeoquímicas esperadas entre el agua de recarga y el agua del acuífero, y entre el agua de recarga y la zona saturada y no saturada.

- e) Caudal estimado de agua a recargar.
- f) Evaluación del impacto de las obras y operación de los sistemas de recarga en:
 - 1) La calidad del agua subterránea nativa a nivel local, regional.
 - 2) Fuentes de abastecimiento subterráneas.
 - 3) Aprovechamientos hidráulicos subterráneos de terceros.
 - 4) Obras civiles de tipo subterráneo.
 - 5) Extensión del área del acuífero a modificar, modelo tridimensional de espesor y profundidad de flujo y propiedades hidráulicas.
 - 6) Evaluación de los valores de dispersión y transporte en el medio geológico sujeto a la recarga.

5.2.4. Previo a la autorización de la construcción y operación, los proyectos piloto y de recarga artificial del acuífero deberán contar con la resolución en Materia de Impacto Ambiental, emitida por la Secretaría.

5.2.5. Los proyectos de recarga artificial del acuífero deberán estar situados en lugares que no afecten estructuras subterráneas como las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro, entre otros.

5.2.6. Los proyectos de recarga artificial no podrán realizarse en sitios que tengan o hayan tenido:

- a) Tanques de combustibles enterrados que presenten o hayan presentado fugas.
- b) Basureros.
- c) Sistemas sépticos domésticos.
- d) Panteones o cementerios.
- e) Áreas de aplicación de plaguicidas.
- f) Cualquier otro determinado en la resolución de Impacto Ambiental.

Asimismo, se tendrá que demostrar que el agua recargada no lixivia o promueve el movimiento de los contaminantes presentes en el sitio.

5.2.7. Deberá demostrarse que el agua de recarga permanecerá en el acuífero receptor un período mínimo de 1 año, previo a su extracción para cualquier uso subsecuente.

5.3. De las disposiciones para el cierre y clausura de los pozos y del sistema de recarga artificial:

5.3.1. Los pozos de recarga y de observación que se hayan construido, tanto para el proyecto piloto como para el sistema definitivo de recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, una vez concluida su vida útil, deberán ser clausurados conforme a lo especificado en la NOM -004-CNA-1996.

5.3.2. El proceso de abandono y sellado de pozos, así como la clausura del sistema de recarga deberá ser atestiguado por un representante de la Secretaría.

5.4. De los informes del sistema de recarga artificial:

El permisionario del sistema de recarga artificial del acuífero, ya sea del proyecto piloto o el definitivo, deberá presentar semestralmente a la Secretaría los resultados de los análisis de calidad del agua de recarga y del acuífero, de acuerdo con los parámetros y con la frecuencia señalada en los capítulos 6 y 7 de esta norma, en un informe que incluya en el período reportado, la interpretación de resultados y al menos lo siguiente:

- a) El análisis de la calidad del agua de recarga, mismo que deberá incluir las curvas con la dinámica de dicha calidad.
- b) El análisis de la calidad del agua del acuífero en las inmediaciones del sitio de recarga propuesto, mismo que deberá incluir las curvas con la dinámica de dicha calidad.
- c) El volumen de agua recargada y la tasa de recarga.
- d) Velocidad y dirección del flujo subterráneo.
- e) La frecuencia y el tipo de mantenimiento proporcionado al sistema de recarga artificial.

5.5. De las contingencias de operación:

- 5.5.1.** En caso de que durante la operación del proyecto piloto o del sistema de recarga artificial se detecte la presencia de algún contaminante que rebase los límites establecidos en la presente Norma, o bien cambios no deseados en el comportamiento del acuífero, que puedan representar un riesgo a la salud o al ambiente, se deberá suspender inmediatamente la recarga y dar aviso a la Secretaría, presentando las acciones correctivas para su evaluación y análisis conjunto.
- 5.5.2.** En contingencia la Secretaría y el permisionario del sistema de recarga artificial en caso de así requerirse, deberán coordinarse con las autoridades competentes, para determinar las acciones conducentes para eliminar la contingencia y reducir sus efectos.

6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AGUA

El agua residual tratada de los sistemas de recarga artificial en el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, debe cumplir con los límites máximos permisibles en cuanto a las características microbiológicas, físicas y químicas, listadas a continuación.

6.1. Límites máximos permisibles de características microbiológicas.

El contenido de organismos resultante de una muestra de agua debe ajustarse a lo establecido en la tabla 1.

Tabla 1

Característica	Límite máximo permisible
E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausente
Enterovirus	Ausente
Estreptococos fecales	Ausente
Giardia lamblia	Ausente

6.2. Límites máximos permisibles de características físicas.

Las características físicas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

Tabla 2

Característica	Límite máximo permisible
Color	15 unidades de color verdadero en la escala de platino - cobalto
Conductividad	No ser mayor en 15% al agua del acuífero.
Turbiedad	5 UTN

6.3. Límites máximos permisibles de características químicas.

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/L, excepto cuando se indique otra unidad.

Tabla 3

Característica	Límite máximo permisible
Aluminio	0,2
Arsénico	0,025
Bario	0,7
Benceno	0,01
Boro	0,3
Cadmio	0,003
Carbono orgánico total	1,0
Cianuros	0,07
Cloro libre residual	0,0
Cloruros (como Cl)	250,00
Cloruro de vinilo	0,005
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
1,1-Dicloro etileno	0,030
Dureza total (como CaCO ₃)	500,00
Estireno	0,02
Etilbenceno	0,3
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fluoruros	1,5
Fósforo (como PO ₄ ³⁻)	1,0
Hidrocarburos poliaromáticos HPA	0,000 2
Hierro	0,3
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Metil terbutil éter	0,03
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,0
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,5
Percloroetileno o tetracloroetileno	0,040
PH	6,5 – 8,5
Plaguicidas clorados (µg/L):	
1,2-dibromo -3-cloropropano	1
2,4 D	30,00
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrín y dieldrín	0,03
Atrazina	2

Carbofurano	5
Clordano	0,2
DDT	1,00
Gama-HCH (lindano)	2,00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Hexaclorobenceno	1,00
Metoxicloro	20,00
Plomo	0,01
SAAM	0,5
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1 000,00
Sólidos suspendidos totales	5,00
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400,00
Tolueno	0,7
Trihalometanos totales	0,20
Tricloroetileno	0,070
1,1,1-Tricloroetano	2,0
Xilenos (tres isómeros)	0,5
Zinc	5,00

- 6.4. En caso necesario, y con base en los avances tecnológicos, se podrán adicionar nuevos parámetros a los ya establecidos o modificar los límites máximos permisibles, siempre que estas reformas estén técnicamente sustentadas.
- 6.5. Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes nocivos a la salud a investigar, ya sean biológicos, físicos o químicos.
- 6.6. El responsable del sistema de recarga deberá realizar, en su caso, los estudios toxicológicos que determine la Secretaría en el agua de recarga.

7. CONDICIONES DE MUESTREO Y ANÁLISIS

- 7.1. El permisionario del proyecto de recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, deberá diseñar y construir una red o sistema de monitoreo de la calidad del agua, consistente de una red radial de multipiezómetros y pozos de monitoreo de la calidad del agua del acuífero, situados a: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la distancia entre el sitio de recarga y las obras de captación más cercanas. Las profundidades se definirán en razón del gradiente hidráulico y de la profundidad a la que se realice la recarga y de la dirección del flujo subterráneo, para el sistema de recarga definitivo.
- 7.2. De la frecuencia de los muestreos y análisis de la calidad del agua.
- 7.2.1. La frecuencia de muestreo y los análisis a realizar en el caso del proyecto piloto, tanto para el agua de recarga como la extraída de pozos de observación, se establecen en la Tabla 4.

Tabla 4

Frecuencia	Parámetros	Tipo de muestra
Diario	<u>In-situ</u> : pH, potencial redox (V), temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloro residual <u>En laboratorio</u> : dureza total, turbiedad, coliformes fecales	Simple
Tres veces por semana en días alternados	pH, potencial redox (V), temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, dureza total, sólidos suspendidos totales, turbiedad, hierro, manganeso, coliformes fecales, carbono orgánico total (COT)	Compuesta de 24 h

	nitrógeno amoniacal, sustancias activas al azul de metileno (SAAM).	
Dos veces por semana en días diferentes al punto anterior	Todos los parámetros indicados en el capítulo 6.	Compuesta de 24 h

7.2.2. La frecuencia de muestreo y los análisis a realizar en el caso del sistema de recarga definitivo tanto para el agua de recarga como la extraída de pozos de observación, se establecen en la Tabla 5.

Tabla 5

Frecuencia	Parámetros	Tipo de muestra
Diario	<u>In-situ</u> : pH, temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox (V), oxígeno disuelto, cloro residual. <u>En laboratorio</u> : dureza total, turbiedad, coliformes fecales.	Simple
Quincenal	pH, potencial redox (V), temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, dureza total, sólidos suspendidos totales, turbiedad, hierro, manganeso, coliformes fecales, carbono orgánico total (COT) nitrógeno amoniacal, sustancias activas al azul de metileno (SAAM).	Compuesta de 24 h
Trimestral	Todos los parámetros indicados en el capítulo 6.	Compuesta de 24 h

7.2.3. El permisionario del sistema de recarga artificial podrá solicitar un cambio en la periodicidad del muestreo de alguno o varios de los parámetros señalados en la presente Norma, cuando demuestre que dicho(s) parámetro(s) no se ha(n) detectado en el agua de recarga durante el proyecto piloto o no han rebasado nunca los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, o no sea aplicable, debiendo manifestarlo por escrito a la Secretaría, quien determinará lo procedente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 8.1. "Aquifer Recharge and Aquifer Storage and Recovery Wells". The Class V Underground Injection Control Study. United States Environmental Protection Agency, 1999.
- 8.2. Australian water quality guidelines and research on subsurface storage of reclaimed water. "Ongoing and planned Water Reuse Related Project in EU and Mediterranean countries". Dillon P., Toze S. and Pavelic P. WHO Expert consultation on Health risks in Aquifer Recharge by Reclaimed Water. Budapest 8-9 November, 2001.
- 8.3. "Baseline Water Quality and Preliminary Effects of Artificial Recharge on Ground Water, South-Central Kansas, 1995-98". Ziegler, Andrew C.; Christensen, Victoria and Ross, Heather C. Water-Resources Investigations Report 99-4250. U.S. Geological Survey, 1999.
- 8.4. "Calidad del Agua para uso y consumo humano en la Ciudad de México". Mazari Hiriart, et. al. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Octubre 27-Noviembre 1o, Cancún, Quintana Roo, 2002.
- 8.5. "Groundwater recharge regulations" (Draft). State of California Department of Health Services, Division of Drinking Water and Environmental Management. State of California, 1993.
- 8.6. "Drinking Water Quality". Gray, N. John Wiley and Sons. England, 1994.

- 8.7. "Denver's analytical studies program". Lauer W. C. and Work S. W. Proc. Water Reuse Symposium II, AWWA Research Foundation, USA, 1982.
- 8.8. "Effectiveness of Natural Treatment in a Wastewater Irrigation District of the Mexico City Region: A Synoptic Field Survey". Downs, T.J., Cifuentes, E., Ruth, E. and Suffet, M.I. Water Environment Research, 72, (1): 4-21 (2000).
- 8.9. "Estudio para la Recarga del Acuífero y la Conservación de los Recursos Naturales del Suelo de Conservación del Distrito Federal". Consorcio OPMAC/ECOFIN, consultores. México, 2000.
- 8.10. "Evolution of tertiary treatment requirements in California". Asano, T., Richard, D., Crites, R.W. and Tchobanoglous, G. Water Environment and Technology. 4 (2): 36-41 (1992).
- 8.11. "Ground Water Recharge Using Waters of Impaired Quality". The National Academy of Sciences, 1994.
- 8.12. "Groundwater recharge with urban wastewater reconciling resource recovery and pollution concerns in developing nations" Foster S. Paper presented in the experts meeting on health risks in aquifer recharge by reclaimed water held 9-10 November 2001 in Budapest, Hungary sponsored by WHO.
- 8.13. "Health risk due to aquifer recharge for human consumption". WHO, 2002 (in press).
- 8.14. "Health Risks in Aquifer Recharge with Reclaimed Water". Jiménez, B. Organización Mundial de la Salud, 2002 (in press).
- 8.15. "Identifying and quantifying urban recharge: a review". Lerner, D. N. Hydrogeology Journal. 10(1):143-152 (2002).
- 8.16. "Ingestion of *Campylobacter pyloridis* causes gastritis and raised fasting gastric pH". Morris A. y Nicholson, G., Am J Gastroenterology 82(3): 192-199 (1987).
- 8.17. "International standards for drinking water". Sayre, J. Journal American Water Works Association 80: (1) 53-60 (1988).
- 8.18. "La reutilización planificada del agua: Criterios Sanitarios, Económicos y de Gestión". Mujeriego R. Universidad Politécnica de Cataluña. Gran Capitán, D-1; 08034 Barcelona, 1998.
- 8.19. "Management of Ongoing and Planned Water Reuse Related Project in USA and Mediterranean countries". Van Eyck K., Thoeye C., De Heyder B. and Angelakis A. WHO Expert consultation on Health risks in Aquifer Recharge by Reclaimed Water. Budapest, 2001.
- 8.20. "Meeting Namibia's Water Needs While Sparing the Okavango". Rothert, Steve. International Rivers Network, 2000.
- 8.21. "National Primary Drinking Water Standards". Current Water Standards. EPA816-F-01-013. USEPA, 2002.
- 8.22. "Organic Contaminants In: Regional Ground-Water Quality". Mackay, D.M. y L.A. Smith. Alley, W.M. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York, 1993.
- 8.23. "Potential Groundwater Contamination by Organic Compounds in the Mexico City Metropolitan Area". Mazari Hiriart, M. Environmental Science and Engineering Dissertation. Universidad de California, Los Ángeles, 1992.
- 8.24. "Removal of a diversity microorganisms in different stages of wastewater treatment". Jiménez B., A. Chávez, C. Maya and L. Jardines. Water Science and Technology. 43 (10): 155-162 (2001).

- 8.25. "Sanitation and disease. Health aspects of excreta and wastewater management". Feachem R., Bradley D., Garelick H. and Mara D. John Wiley and Sons. New York, NY, 1983.
- 8.26. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, D.C., 1998.
- 8.27. The elimination of helminth ova, faecal coliforms, Salmonella and protozoan cysts by various physicochemical processes in wastewater and sludge. Jiménez-Cisneros, C. Maya-Rendón and G. Salgado-Velázquez. Water Science and Technology. 43 (12): 179-182 (2001).
- 8.28. "The risk of Giardia intestinalis infection in children from an artificially recharged groundwater site in Mexico City". Cifuentes E., Suárez L., Espinosa M., Juárez-Figueroa L and Martínez-Palomo A. Instituto Nacional de Salud Pública. CENSA, 2002.
- 8.29. "Tropical Source Water In: Drinking Water Microbiology". Hazen T.C. y Toranzos G.A., McFeters G.A. Ed. Springer-Verlag. New York, 1990.
- 8.30. "Underground Injection Control Classes of Injection Wells". Office of Water, Environmental Protection Agency, 1999.
- 8.31. "Water in Crisis. A Guide to the World's Fresh Water Resources". Gleick, P.H. Oxford University Press. New York, 1993.
- 8.32. "Water Quality Aspects of Incidental and Enhanced Groundwater Recharge of Domestic and Industrial Wastewaters". G. Fred Lee, Ph.D., et al. G. Fred & Associates, 1993.
- 8.33. "Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious diseases". Fewtrell, L. y Bartram, J., Ed. International Water Association-World Health Organization-Smithskydsi Institute. United Kingdom, 2001.
- 8.34. "Wastewater reclamation and reuse: Water quality management library", Vol. 10. Asano, T. Ed Technomic Publishing company. USA, 1998.

9. OBSERVANCIA

- 9.1. Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio del Distrito Federal para los organismos públicos y privados o cualquier persona física o moral que diseñe u opere sistemas de recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- 9.2. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal en el ámbito de su competencia.
- 9.3. La Secretaría podrá realizar la verificación de los requerimientos indicados en esta Norma para el proyecto piloto o el sistema de recarga artificial, en forma periódica o cuando lo considere conveniente, pudiendo realizar la clausura temporal o el cierre definitivo según lo considere, en caso de que el proyecto piloto o el sistema de recarga artificial no cumplan con alguno o varios de los requisitos establecidos en la presente Norma.
- 9.4. El permisionario del proyecto piloto y/o del sistema de recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, podrá realizar la autoverificación de tales sistemas, mediante auditorías ambientales voluntarias, debiendo ejecutar en el corto plazo, las medidas, recomendaciones u observaciones que se deriven de la aplicación de las mismas; debiendo asimismo, remitir a esta Secretaría los resultados de dichas auditorías, así como los documentos que demuestren la implantación de las medidas, recomendaciones u observaciones en ellas establecidas.

- 9.5.** El permisionario del proyecto piloto y/o del sistema de recarga artificial del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, deberá conservar durante al menos cinco años, copia de todos los estudios realizados durante las etapas de diseño, pruebas piloto, operación y, en su caso, clausura del sistema de recarga artificial; así como de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los datos recopilados, de documentos y especificaciones técnicas del proyecto piloto y del sistema de recarga y de los informes elaborados; los cuales deberán estar disponibles en todo momento para la verificación de la Secretaría.

10. VIGENCIA

- 10.1.** Los Sistemas de recarga que se encuentren en operación dispondrán de un plazo máximo de 2 años posteriores a la publicación de la norma, para ajustarse a las disposiciones de este instrumento.
- 10.2.** La presente Norma entrará en vigor con carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal a los 18 días del mes de marzo del año dos mil tres.

LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

(Firma)

CLAUDIA SHEINBAUM PARDO



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza