

**GUÍA DE ELABORACIÓN DE SISTEMAS
ALTERNATIVOS**

CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	3
2.	ANTECEDENTES.....	4
3.	MARCO JURÍDICO.....	5
	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	5
	Ley de Aguas Nacionales.....	5
	Constitución Política De La Ciudad De México.....	5
	Ley Del Derecho Al Acceso, Disposición Y Saneamiento Del Agua De La Ciudad De México.....	5
	Reglamento De Construcciones Para El Distrito Federal.....	8
	Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal.....	9
	Reglamento Interior Del Poder Ejecutivo Y De La Administración Pública De La Ciudad De México..	9
	Norma General De Ordenación 27. De Los Requerimientos Para La Captación De Aguas Pluviales Y Descarga De Aguas Residuales.....	10
	Norma General De Ordenación 4. Área Libre De Construcción Y Recarga De Aguas Pluviales Al Subsuelo.....	10
	Normas Técnicas Complementarias Para El Diseño Y Ejecución De Obras E Instalación Hidráulica	10
4.	ALCANCES.....	11
5.	OBJETIVOS.....	11
	5.1. Objetivo General.....	11
	5.2. Objetivos específicos.....	11
6.	UNIDADES DE MEDIDA.....	11
7.	DEFINICIONES.....	11
8.	CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS.....	14
9.	REQUERIMIENTOS PARA DISEÑO E INSTALACIÓN.....	17
	9.1. Parámetros para Superficies de Captación.....	17
	9.1.1 Generales	17
	9.1.2 Sistema de canalización y Distribución de Agua Pluvial.	17
	9.1.3 Sistema de Drenaje Aéreo	17
	9.2. Separadores de Contaminación de Primeras Lluvias.....	20
	9.2.1. Desviación	21
	9.2.2. Acumulación	21
	9.2.3. Retención	22
	9.2.4. Híbrido	23

9.3.	Pre-Filtración	24
9.4.	Cisterna de Almacenamiento de agua pluvial	24
9.4.1.	Generales	24
9.4.2.	Dimensionamiento	24
9.4.3.	Instalación	25
9.4.4.	Admisión, Demasías y Aperturas	26
9.4.5.	Elementos Mínimos dentro de Cisternas Pluviales	26
9.4.6.	Tanque Elevado	26
9.5.	Uso Potable (Opcional clase 1)	26
9.5.1.	Superficies No Tóxicas	26
9.5.2.	Materiales no permitidos	27
9.5.3.	Filtración de agua pluvial	27
9.5.4.	Desinfección de agua pluvial para uso potable (opcional)	27
9.6.	Tuberías	27
9.6.1.	Materiales de Tuberías	28
9.7.	Tanque de tormentas Clase 3 (opcional)	28
9.7.1.	Dimensionamiento	28
9.7.2.	Sistema de excedencias para el tanque tormentas	29
9.8.	REÚSO OBLIGATORIO DE AGUA RESIDUAL TRATADA	29
9.9.	Etiquetado	30
10.	REFERENCIAS	31
	APÉNDICE B. ESTÁNDARES ADICIONALES RELEVANTES/DOCUMENTOS	32
	APÉNDICE C. DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS	34
	NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA	34

1. RESUMEN

El aprovechamiento de las aguas que se precipiten dentro de la CDMX es una acción de suma importancia; así como, evitar su descarga en la medida de lo posible a drenajes sanitarios o combinados. Por lo tanto, es fundamental retener y todos los casos posibles aprovechar el agua de lluvia y asegurar que queden dentro de la cuenca. El uso ideal de las aguas captadas se decidirá dependiendo de la superficie(s) en la(s) que se recolecten. Las acciones para tomar en función del tipo de edificación se definirán en función de una tipología y dimensión de edificación.

El presente documento, tiene como objetivo establecer los criterios técnicos para el diseño del Sistema de Captación de Agua de Lluvia que permita una adecuada captación, conducción, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, infiltración y descarga, en las nuevas edificaciones tipo B, C y Manifestación de Construcción Especial, de la Ciudad de México.

Mediante la recopilación y análisis de metodologías nacionales e internacionales en materia de gestión pluvial y cosecha del agua de lluvia, se determinaron los parámetros y diseño más adecuados para la Ciudad de México. A su vez, se concordó la calidad de agua pluvial obtenida de acuerdo con el tipo de superficie de captación, se consideraron los requisitos mínimos indispensables para la potabilización del agua y su distribución en la red de aprovechamiento y se plasmaron los mecanismos para la medición de la cantidad y calidad del agua aprovechada y reutilizada en las edificaciones.

De igual forma, se asentaron las bases para el dimensionamiento de los sistemas de retención e infiltración del agua de lluvia y los requisitos a cumplir para determinar la factibilidad de infiltración del agua pluvial al subsuelo de la Ciudad de México.

Con todo lo anterior, la presente guía considera, tanto, la cosecha del agua de lluvia como una fuente alternativa de agua, como, la infiltración pluvial para la disminución de los escurrimientos pluviales, lo que provocará una estrategia masiva de gestión pluvial que genere fuentes alternativas de agua, promueva la reutilización de aguas tratadas, en servicios no potables, reduzca la demanda de agua en los inmuebles, promueva la restitución hídrica del agua pluvial al subsuelo, reduzca las inundaciones y erosión del suelo, minimice el impacto de la construcción en el ciclo hidrológico, disminuya los hundimientos y permita mantener el acuífero de la Ciudad de México.

2. ANTECEDENTES

La lluvia es el origen del agua que consumimos en la Ciudad de México, ya sea por deshielo de los volcanes, escurrimientos superficiales o acuíferos de esta u otras cuencas, su origen está ligado a la precipitación.

Desde su fundación, la Ciudad de México se estableció dentro de una cuenca endorreica, inicialmente rodeada de cuerpos de agua superficiales formados debido a las condiciones del suelo impermeables en las partes centrales, y alimentados por las avenidas de los ríos de las serranías perimetrales del valle. Estos ríos a su vez mantenían los niveles de los acuíferos, al infiltrar el agua donde la geología lo permitiera, la infiltración se beneficiaba por una mayor retención de escurrimientos gracias a bosques y pastizales que cubrían estas serranías, los cuales su vez propiciaban la formación de nubes y la misma precipitación.

Esta cuenca endorreica comenzó a ser drenada artificialmente a principios del siglo XVII, evacuando de manera combinada las aguas pluviales y residuales de la Ciudad de México mediante grandes canales a cielo abierto, que pronto se convirtieron en drenajes profundos de grandes diámetros. Actualmente, a causa del incremento en los asentamientos humanos, la contaminación de zonas de recarga y la deforestación de superficies naturales, las aguas pluviales son contaminadas y expulsadas de la cuenca sin tratamiento alguno, por lo que la Ciudad de México ha perdido una gran parte de su capacidad de recarga de acuíferos.

Es de vital importancia mantener los escurrimientos pluviales dentro de la cuenca de una manera sostenible, segura y limpia, de tal manera que se pueda reutilizar en la medida de lo posible en actividades humanas y económicas, ya sea con calidad potable o no potable, y se retenga e infiltre de manera segura mediante mecanismos adecuados.

El manejo sostenible y completo del agua pluvial en la Ciudad de México debe considerar partes altas de la cuenca, incentivar la retención e infiltración, la construcción de infraestructura verde en banquetas, vialidades y otras áreas públicas, y el manejo del agua pluvial en edificaciones, áreas privadas y públicas.

Esta guía tiene como objetivo el establecer un mecanismo de identificación de tipos de edificación y los requerimientos a cumplir para poder obtener manifestaciones de construcción, en función de su impacto y posible mitigación de presión de demanda de agua y saneamiento. El Cambio Climático generará cada vez más retos de habitabilidad de nuestras ciudades, en términos de temperatura, disponibilidad y distribución de precipitaciones, y sin un plan de acción efectivo en contra de los cambios drásticos climáticos, los habitantes; así como, la biodiversidad de la Cuenca, sufrirán efectos potencialmente irreversibles.

La sostenibilidad de la Ciudad de México depende de la acción colectiva de sus habitantes y sus instituciones de gobierno.

3. MARCO JURÍDICO

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 4. Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

Ley de Aguas Nacionales

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Constitución Política De La Ciudad De México

Artículo 9. Ciudad solidaria

F. Derecho al agua y a su saneamiento.

- Toda persona tiene derecho al acceso, a la disposición y saneamiento de agua potable suficiente, salubre, segura, asequible, accesible y de calidad para el uso personal y doméstico de una forma adecuada a la dignidad, la vida y la salud; así como a solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua.
- La Ciudad garantizará la cobertura universal del agua, su acceso diario, continuo, equitativo y sustentable. Se incentivará la captación del agua pluvial.
- El agua es un bien público, social y cultural. Es inalienable, inembargable, irrenunciable y esencial para la vida. La gestión del agua será pública y sin fines de lucro.

Ley Del Derecho Al Acceso, Disposición Y Saneamiento Del Agua De La Ciudad De México

Artículo 16. Corresponde al Sistema de Aguas el ejercicio de las siguientes facultades:

- VII. Ordenar el tratamiento obligatorio de aguas residuales y el manejo de lodos a las personas físicas o morales que utilicen y contaminen el agua con motivo de los procesos industriales, comerciales o de servicios que realicen;
- XXVI. Promover la optimización en el consumo del agua, la implantación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, su reúso, y aprovechamiento de aguas pluviales, así como la restauración y protección de los mantos freáticos;

Artículo 27. El Sistema de Aguas, en coordinación con la Secretaría y las Secretarías de Desarrollo Económico y de Finanzas, promoverá instrumentos económicos para aquellas personas que desarrollen o inviertan en tecnologías y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a mejorar el manejo integral de los recursos hídricos, siempre y cuando cumplan con los criterios de sustentabilidad aprobados por la Secretaría.

Artículo 35. Los usuarios de los servicios hidráulicos deberán sujetarse a las siguientes disposiciones:

XII. Se deberá utilizar agua residual tratada producida en las plantas de tratamiento, libre de compuestos tóxicos y orgánicos patógenos que pongan en peligro la salud, en:

- Los usuarios domésticos, establecimientos mercantiles, industriales, comerciales, de servicios, de recreación y centros comerciales que ocupen una superficie de 2,500 metros cuadrados en adelante, en sus actividades de limpieza de instalaciones, parque vehicular y áreas verdes;
- Las industrias ubicadas en el Distrito Federal que en todos sus procesos productivos no requieran necesariamente de agua potable, así como en las actividades mencionadas en la fracción anterior;
- Las obras en construcción mayores de 2,500 metros cuadrados, así como en terracerías y compactación de suelos; y
- Los establecimientos dedicados al lavado de autos; y

Artículo 36. Con el fin de incrementar los niveles de agua de los mantos freáticos, el Sistema de Aguas:

V. Vigilar que no se desperdicie el agua en obras nuevas a cargo de empresas constructoras, ya se trate de vivienda en conjuntos habitacionales, o la construcción de espacios destinados a actividades agropecuarias, industriales, comerciales y de servicios.

Las aguas pluviales que recolecten los particulares y sean sometidas a procesos de tratamiento o potabilización y que cumplan con las disposiciones de las normas oficiales mexicanas y previa certificación de calidad de la autoridad competente podrán comercializarse atendiendo a lo dispuesto en la legislación aplicable.

Artículo 77. El Sistema de Aguas está facultada para:

IV.BIS de "Revisar y aprobar los proyectos de los sistemas de recolección de aguas pluviales"

Artículo 86 BIS 1. Las nuevas construcciones o edificaciones deberán contar con redes separadas de agua potable, de agua residual tratada y cosecha de agua de lluvia, debiéndose utilizar esta última en todos aquellos usos que no requieran agua potable; así mismo, deberán contar con la instalación de Sistemas Alternativos de uso de agua pluvial.

Artículo 106. A fin de comprobar que los usuarios o concesionarios cumplan con las disposiciones de la Ley, su Reglamento, los títulos de concesión, los permisos y las disposiciones legales aplicables, el Sistema de Aguas estará facultado para:

- I.- Llevar a cabo visitas de verificación
- IV.- Supervisar que los aprovechamientos, tomas o descargas cumplan con lo dispuesto en la Ley
- V.- Garantizar el debido cumplimiento de la presente Ley y su Reglamento
- VI.- Garantizar la correcta prestación de los servicios concesionados o permisionarios

Artículo 107. Para efectos de la fracción I del artículo anterior; se practicarán visitas para comprobar:

- II. Qué el funcionamiento de las instalaciones esté de acuerdo a la autorización otorgada

Artículo 110. El Sistema de Aguas en los términos de este capítulo, sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, su Reglamento y las disposiciones legales aplicables por lo siguiente:

- V. Alterar la infraestructura hidráulica autorizada sin permiso de la autoridad competente
- VIII. Incumplir las obligaciones contenidas en los títulos de concesión o permiso otorgados

Artículo 111. Las faltas a que se refiere el artículo 110 serán sancionadas administrativamente por el Gobierno del Distrito Federal a través del Sistema de Aguas, con multas equivalentes a veces la Unidad de Cuenta de la Ciudad de México vigente y en el momento en que se cometa la infracción, conforme a lo siguiente:

I. Cuando se trate de usuarios domésticos en caso de violación a las fracciones:

- IX, de 10 a 100;
- V, X, XII, XIII, XV, XVI, XVII y XVIII, de 100 a 300
- VII, y XX, de 300 a 1000

II. Cuando se trate de usuarios no domésticos en caso de violación a las fracciones:

- IX, de 100 a 500
- V, X, XI, XII, XIV, XV, XVIII, XXI, XXII, XXIII y XXV, de 500 a 1000
- I, II, III, IV, VI, VII, VIII, XIII, XVI, XVII, XIX, XX y XXIV, de 1000 a 3000.

Artículo 123. El presente título es de orden público, interés social y de observancia general en el territorio del Distrito Federal y tiene por objeto:

I. Regular, promover, organizar e incentivar la cosecha de agua de lluvia, su potabilización para el consumo humano y uso directo en actividades rurales, urbanas, comerciales, industriales y de cualquier otro uso en el Distrito Federal, en congruencia con lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal y con el fin de consolidar y fortalecer las políticas, estrategias, programas y acciones gubernamentales y de participación de la población para la gestión sustentable e integral de los recursos hídricos y la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como el tratamiento y reusó de aguas residuales;

Artículo 125 BIS 3. El sistema de captación y recarga de agua pluvial al subsuelo deberá estar indicado en los planos de instalaciones y formará parte del proyecto arquitectónico, que debe ser presentado para el trámite del registro de Manifestación de Construcción o Licencia de Construcción Especial. Dicho mecanismo deberá ser evaluado y aprobado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, así como contar con la aprobación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y de las Alcaldías.

Artículo 125 BIS 4. Todos los proyectos que estén sujetos al Estudio de Impacto Urbano deberán contar con un sistema de captación y recargas de aguas pluviales al subsuelo.

Reglamento De Construcciones Para El Distrito Federal

Artículo 53. Para las manifestaciones de construcción tipos B y C, se deben cumplir los siguientes requisitos:

I. Presentar manifestación de construcción ante la Administración a través del formato establecido para ello, suscrita por el propietario, poseedor o representante legal, en la que se señalará el nombre, denominación o razón social del o de los interesados, domicilio para oír y recibir notificaciones; ubicación y superficie del predio de que se trate; nombre, número de registro y domicilio del Director Responsable de Obra y, en su caso, del o de los Corresponsables, acompañada de los siguientes documentos:

d) Dos tantos de los proyectos de las instalaciones hidráulicas incluyendo el uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar conforme a los artículos 82, 83 y 89 de este Reglamento, sanitarias, eléctricas, gas e instalaciones especiales y otras que se requieran, en los que se debe incluir como mínimo: plantas, cortes e isométricos en su caso, mostrando las trayectorias de tuberías, alimentaciones, así como el diseño y memorias correspondientes, que incluyan la descripción de los dispositivos conforme a los requerimientos establecidos por este Reglamento y sus Normas en cuanto a salidas y muebles hidráulicos y sanitarios, equipos de extinción de fuego, sistema de captación y aprovechamiento de aguas pluviales en azotea y otras que considere el proyecto.

Estos documentos deben estar firmados por el propietario o poseedor, por el proyectista indicando su número de cédula profesional, por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones, en su caso.

Artículo 58. Para obtener la licencia de construcción especial, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

I. Cuando se trate de edificaciones en suelo de conservación, entregar:

- d) Proyecto alternativo de captación y aprovechamiento de aguas pluviales y de tratamiento de aguas residuales aprobados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México;
- f) Dos tantos de los proyectos de las instalaciones hidráulicas incluyendo el uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, conforme a los artículos 82, 83 y 89 de este Reglamento, sanitarias, eléctricas, de gas e instalaciones especiales y otras que se requieran, en los que se debe incluir como mínimo: plantas, cortes e isométricos en su caso, mostrando las trayectorias de tuberías, alimentaciones, así como el diseño y memorias correspondientes; incluyendo la descripción de los dispositivos que cumplan con los requerimientos establecidos por este Reglamento y sus Normas en cuanto a salidas y muebles hidráulicos y sanitarios, equipos de extinción de fuego, sistema de captación y aprovechamiento de aguas pluviales en azotea y otras que considere el proyecto.

Artículo 89. Las edificaciones nuevas no habitacionales y las de más de 1000 m² sin incluir estacionamiento, así como los establecimientos dedicados al lavado de autos, deben contar con redes separadas de agua potable, agua residual tratada y agua de lluvia debiéndose utilizar

estas dos últimas en todos los usos que no requieran agua potable, de conformidad con lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal, las Normas y demás disposiciones aplicables en la materia.

Artículo 124. Las edificaciones nuevas de más de tres niveles deben contar con un almacenamiento con capacidad para satisfacer dos veces la demanda diaria de agua potable y estar equipadas con sistema de bombeo.

Toda construcción nueva deberá contar con un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial de la superficie construida a nivel azotea, para lo cual deberá contarse con una cisterna para este fin, dicho aprovechamiento se dará en todos aquellos usos que no requieran agua con calidad potable como inodoros, riego de áreas jardineadas y actividades de limpieza conforme a lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal y sus Reglamentos.

Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal

Artículo 105. Para el aprovechamiento sustentable de las aguas de competencia del Distrito Federal, así como el uso adecuado del agua que se utiliza en los centros de población, se considerarán los criterios siguientes:

VIII. El aprovechamiento del agua de lluvia constituye una alternativa para incrementar la recarga de los acuíferos, así como para la utilización de ésta en actividades que no requieran de agua potable, así como también para el consumo humano, en cuyo caso, deberá dársele tratamiento de potabilización, de acuerdo con los criterios técnicos correspondientes.

Reglamento Interior Del Poder Ejecutivo Y De La Administración Pública De La Ciudad De México

Artículo 199. El Sistema de Aguas de la Ciudad de México tiene por objeto ser el órgano operador en materia de recursos hidráulicos y de prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales y cuenta con las siguientes atribuciones:

- Construir, operar y mantener la infraestructura hidráulica.
- Dar cumplimiento a las disposiciones que en materia de recursos hidráulicos y protección ambiental le confiere la Ley de Aguas del Distrito Federal.
- Fungir como autoridad fiscal en los términos establecidos en el Código Fiscal de la Ciudad de México, a efecto de ejercer todas las facultades conferidas a las autoridades fiscales, excepto aquellas que se asignen de manera exclusiva a alguna autoridad en particular.
- Elaborar, ejecutar, evaluar y vigilar el Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, como instrumento rector de la política hídrica.
- Planear, organizar, controlar y prestar los servicios hidráulicos, y los procesos de tratamiento y reúso de aguas residuales, coordinándose en su caso con las delegaciones.
- Las demás que le confieran otras disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

Norma General De Ordenación 27. De Los Requerimientos Para La Captación De Aguas Pluviales Y Descarga De Aguas Residuales

El Registro de Manifestaciones de Construcción B o C, así como la Licencia Especial correspondiente estarán condicionados a que el proyecto de construcción incluya pozos de absorción para aguas pluviales. El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, señalarán las especificaciones técnicas que debe cumplir la construcción de dichos pozos de absorción.

Norma General De Ordenación 4. Área Libre De Construcción Y Recarga De Aguas Pluviales Al Subsuelo

El área libre de construcción cuyo porcentaje se establece en la zonificación, podrá pavimentarse en un 30% con materiales permeables, cuando estas áreas se utilicen como andadores o huellas para el tránsito y/o estacionamiento de vehículos. El resto deberá utilizarse como área ajardinada. En los casos de promoción de vivienda de interés social y popular, podrá pavimentarse hasta 50% del área libre con materiales permeables.

Cuando por las características del subsuelo en que se encuentre ubicado el predio, se dificulte la infiltración del agua, o ésta resulte inconveniente por razones de seguridad por la infiltración de sustancias contaminantes, o cuando por razones de procedimiento constructivo no sea factible proporcionar el área ajardinada que establece la zonificación, se podrá utilizar hasta la totalidad del área libre bajo el nivel medio de banqueteta, considerando lo siguiente:

- El área libre que establece la zonificación deberá mantenerse a partir de la planta baja en todo tipo de terreno.
- Deberá implementarse un sistema alternativo de captación y aprovechamiento de aguas pluviales, tanto de la superficie construida, como del área libre requerida por la zonificación, mecanismo que el Sistema de Aguas de la Ciudad de México evaluará y aprobará.
- Dicho sistema deberá estar indicado en los planos de instalaciones hidrosanitarias o de instalaciones especiales y formarán parte del proyecto arquitectónico, previo al trámite del Registro de Manifestación de Construcción o Licencia de Construcción Especial.
- Todos los proyectos sujetos al Estudio de Impacto Urbano deberán contar con un sistema alternativo de captación y aprovechamiento de aguas pluviales filtradas y aguas residuales tratadas
- La autoridad correspondiente revisará que dicho sistema esté integrado a la obra. En caso de no acreditarlo, al momento del aviso de terminación de obra correspondiente, la autoridad competente no otorgará la autorización de uso y ocupación.

Normas Técnicas Complementarias Para El Diseño Y Ejecución De Obras E Instalación Hidráulica

- 1.2.3. Sistemas de alcantarillado pluvial
- 2.5.3. Redes de alcantarillado pluvial
- 6.3. Redes de evacuación de aguas negras y pluviales
- 6.3.4. Instalación de tuberías de redes de evacuación de aguas negras y pluviales

4. ALCANCES

En este manual se definen los alcances, especificaciones y parámetros de diseño para los distintos Sistemas Alternativos de agua, con la identificación de los tipos de requerimientos en función de su escala; así como, las distintas modalidades de captación, en función a la calidad de agua colectada.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Proveer una guía para el suministro y mantenimiento de una fuente alternativa de agua potable convencional, así como optimizar la reutilización de agua.

5.2. Objetivos específicos

- Incentivar a las nuevas edificaciones a retener y aprovechar la mayor cantidad de agua de lluvia en parte de la Cuenca del Valle de México.
- Reducir el uso y dependencia sobre las fuentes de agua potable convencionales o de pozo.
- Evitar los riesgos para los consumidores por parte de diseños deficientes, mala instalación, mantenimiento y operación del sistema de captación de agua de lluvia.
- Contribuir a la reducción de los hundimientos de la Ciudad al mitigar la sobreexplotación de acuíferos.
- Contribuir a la disminución de la erosión del suelo por erosión hídrica.
- Mitigar de inundaciones dentro de propiedad privada y en la vía pública.
- Disminuir las descargas de agua pluvial al drenaje de la Ciudad de México, previniendo la saturación de este y su eventual expulsión de la cuenca.

6. UNIDADES DE MEDIDA

Los valores se reportarán en el Sistema Internacional de Unidades (SI) con el Sistema Inglés en paréntesis cuando haga referencia a componentes de procedencia estadounidense.

7. DEFINICIONES

Los términos enunciados a continuación, están definidos de la manera en la cual, serán utilizados en este documento. Definiciones adicionales de términos relevantes para los alcances del presente documento, pero no utilizados dentro del documento se podrán consultar en un Apéndice C para propósitos informativos.

- **Agua Potable.** La que puede ser ingerida sin provocar efectos nocivos a la salud y que reúne las características establecidas por las normas oficiales mexicanas.
- **Agua para consumo humano.** Toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud. Se considera que no causa efectos nocivos a la salud, cuando se encuentra libre de gérmenes patógenos y de sustancias tóxicas, y cumple, además con los requisitos que se señalan en la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.
- **Agua Pluvial.** La proveniente de la lluvia, nieve o granizo.
- **Agua Jabonosa o Gris.** La proveniente de actividades domésticas, comerciales o de servicios, que por el uso a que ha sido objeto, contiene residuos de jabón, detergentes u otras sustancias químicas que alteran su calidad y composición original.

- **Agua Pluvial Filtrada.** Los volúmenes de agua de lluvia, nieve o granizo captados mediante las obras, infraestructura, equipos e instrumentos adecuados en el Suelo Urbano y en el Suelo de Conservación por los sectores público, privado, social, ejidos, comunidades, barrios, pueblos y en los hogares de las y los habitantes de la Ciudad de México.
- **Agua Pluvial Potabilizada.** Los volúmenes de agua pluvial cosechada resultante de haber sido sometida a procesos físico-químicos, biológicos y de potabilización adecuados para remover sus cargas contaminantes.
- **Agua Residual.** La proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad que, por el uso de que ha sido objeto, contiene materia orgánica y otras sustancias químicas que alteran su calidad y composición original.
- **Agua Residual Tratada.** La resultante de haber sido sometida a procesos de tratamiento para remover sus cargas contaminantes.
- **Cosecha de Agua de Lluvia.** La acción de los sectores público, privado, social, ejidos, comunidades, barrios, pueblos y de las y los habitantes de la CDMX, para captar y aprovechar el agua de lluvia, nieve o granizo, regulada por la presente ley, y promovida, organizada e incentivada por la CDMX.
- **Cosechador(a) de Agua de Lluvia.** Las dependencias, entidades, organismos, instituciones, organizaciones y entes públicos, privados y sociales, los ejidos, comunidades, barrios y pueblos, así como las y los habitantes del CDMX que conscientes de la fundamental importancia de construir colectivamente una nueva cultura del uso, ahorro y reúso del agua potable realicen las acciones individuales o colectivas que puedan para contribuir con el Gobierno de la CDMX para promover, organizar e incentivar la cosecha de agua de lluvia.
- **Barrera Solar.** Componente opcional para evitar la incidencia solar sobre un sistema o almacenamiento de agua, reduciendo la ganancia térmica y la generación de algas en el agua por efecto de la luz y la temperatura.
- **Boca tormenta.** Las bocas de tormenta en los sistemas de drenaje pluvial, se utilizan para recoger el escurrimiento y descargarlo a un colector subterráneo. Éstas se encuentran normalmente en cunetas o en calles pavimentadas.
- **Capa de retención.** Espesor de suelo elaborado a base de una mezcla de agregados pétreos, (grava, tezontle, piedra de río) o sistemas prefabricados (celdas, cámaras) cuya función es almacenar en su interior un volumen de agua determinado.
- **Capa de tierra vegetal.** Espesor de suelo elaborado con una mezcla de compost vegetal, arena y tierra natural adaptada para la realización de cualquier tipo de cultivo de plantas en el jardín.
- **Cisterna Pluvial o Tanque de Almacenamiento.** El elemento de almacenamiento primario de agua de lluvia para su posterior aprovechamiento.
- **Cubierta Plana.** Una cubierta que no excede el 5% de inclinación.
- **Cubierta Inclinada.** Una cubierta que excede el 5% de inclinación, sin llegar a la vertical.
- **Desinfección.** Reducción de microorganismos viables a un nivel aceptable, para la aplicación requerida, la medida de medición estándar es Unidad Formadora de Colonias por mililitro (UFC/ml)
- **Descarga.** Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

- **Dispositivo de Flujo Laminar (Anti-Turbulencias).** Dispositivos o métodos para generar una admisión de agua pluvial dentro de un tanque que no genere una agitación de los sedimentos asentados previamente e incentive la rápida sedimentación de partículas finas y gruesas.
- **Drenaje Pluvial.** Todos los componentes requeridos desde el origen de la captación en una superficie, coladeras, accesorios y tuberías, que cumplen las normatividades y calidades en materiales, para conducir el agua pluvial por métodos ventilados atmosféricamente o sifónicos, que garanticen la correcta evacuación del agua hasta el punto de recolección y/o descarga a puntos de almacenamiento, retención, absorción, infiltración o descarga de demasías a drenajes municipales, áreas naturales y cuerpos de agua superficiales, cumpliendo la normatividad de calidad y condiciones de descarga locales.
- **Equipo de tratamiento.** Dispositivos que mediante procesos físicos o químicos remueven la carga de contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua pluvial o del agua tormenta, y los cuales mejoran la calidad de agua pluvial o tormenta previo a su aprovechamiento o infiltración o descarga a cuerpos de agua.
- **Filtración.** Remoción física de contaminantes en el medio acuoso, separándolos del efluente cosechado.
- **Filtración por Adsorción.** Remoción de Sólidos Disueltos Totales (SDT).
- **Filtración de Partículas o Tamizado.** Remoción de partículas suspendidas, medidos en Sólidos Suspendidos Totales (SST).
- **Filtro Malla o Criba.** Un dispositivo resistente a la corrosión, de una apertura específica para retener, remover o desviar partículas.
- **Geotextil.** Material textil sintético plano formado por fibras poliméricas (polipropileno, poliéster o poliamidas), similar a una tela, de gran deformabilidad, empleada para obras de ingeniería en aplicaciones geotécnicas (en contacto con tierras y rocas), cuya misión es hacer las funciones de separación o filtración, drenaje, refuerzo o impermeabilización.
- **Infraestructura verde.** Uso estratégico de redes de tierras naturales, paisajes trabajados y espacios abiertos para conservar los valores y funciones de los ecosistemas para proveer beneficios asociados a la población humana.
- **Límite máximo permisible.** Valor o rango asignado a un parámetro, que no debe ser excedido por el responsable del suministro de agua residual tratada.
- **Obra de excedencias.** Obra hidráulica que permite el paso y descarga segura de las demasías pluviales que no pueden ser almacenadas por los sistemas de retención.
- **Paleta Vegetal.** Listado de plantas seleccionadas acorde a criterios ecológicos, ambientales y paisajísticos. Los criterios son el clima, el tipo de suelo y el ecosistema local.
- **Parámetro.** Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.
- **Punto de Uso.** Se define a un accesorio de provisión de agua purificada, que puede brindar un tratamiento adicional al agua, para usarse o consumirse por el usuario.
- **Precipitación.** Agua que se precipita de la atmósfera en todos sus estados físicos, desde vapor, rocío, condensación, lluvia, granizo y nieve, *ver. Agua de Lluvia*.
- **Riego Superficial.** Sistema de irrigación sobre o arriba del nivel de piso, parcial o totalmente visible.
- **Sedimentación.** El efecto de depósito de Sólidos Sedimentables Totales en el fondo de un recipiente, por efecto de la gravedad.

- **Separador de Residuos y/o Partículas.** Remoción física de contaminantes en el medio acuoso, separándolos del efluente cosechado
- **Sistema de bombeo.** Sistema electromecánico o manual cuya función es elevar el agua hasta cierto punto para vencer desniveles y continuar la conducción hasta el vertido final.
- **Sistema de alcantarillado urbano o municipal.** Es el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de un servicio público de alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.
- **Succión a Bombeo con Presión Positiva.** Cuando el sistema de bombeo recibe parte del empuje del agua por ubicarse cerca o debajo del nivel mínimo de almacenamiento de agua, es auto-cebante y debe interrumpirse la operación de la bomba antes de alcanzar el nivel de la succión de la bomba, para evitar operación en seco y daño.
- **Succión a Bombeo con Presión Negativa.** Cuando la bomba debe generar una succión para el desplazamiento del líquido, por ubicarse sobre el nivel del espejo de agua. Deberá mantener una columna de agua para poder efectuar la succión, de lo contrario puede fallar y presentar un daño.
- **Superficies de captación.** Es toda aquella azotea, techumbre, pavimento o superficie en la cual se precipita la lluvia y genera un escurrimiento pluvial que es posible aprovechar o infiltrar.
- **Superficies Impermeables Artificiales.** Estas tienen distintas características de aportación y concentración de contaminantes orgánicos e inorgánicos, y se dividen en dos grupos principales.
- **Superficies Permeables Naturales.** Áreas verdes, bosques, barrancas y suelo de conservación.
- **Superficies Clase 1 y 2.** Ubicadas dentro de una propiedad, cubiertas de edificaciones compuestas por materiales impermeables con distintas características y grados de emisión de contaminantes, ver sección 9.
- **Superficies Clase 3.** Ubicadas dentro de una propiedad, patios, terrazas, circulaciones y estacionamientos privados, jardines, jardineras, etcétera, con posibilidad de emisión de contaminantes, ver sección 9.
- **Tanque Tormentas.** Dispositivo diseñado para retener temporalmente el agua de tormenta y las excedencias del sistema pluvial previo a su descarga en el drenaje de la Ciudad de México, evitando inundaciones en drenajes y colectores públicos.
- **Tuberías de Conducción.** Sistema de transporte de agua por medio de tuberías, mangueras y accesorios que conducen agua de un punto inicial a un punto de descarga o uso.
- **Válvulas Anti-Retorno (Check).** Válvulas que evitan el regreso de agua a través de una tubería, ya sea a presión o por gravedad, evitando contaminación del agua antes de la válvula.

8. CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS

El Sistema Alternativo (SA) debe de estar diseñado con el objetivo de incentivar la retención e infiltración de los escurrimientos pluviales, la reutilización del agua y su saneamiento en la medida de lo posible, evitando su descarga en drenajes combinados salvo en casos de demasías por tormentas intensas.

Las superficies de captación de los Sistemas Alternativos se clasifican en tres clases y su descripción se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tipos de superficie de captación. Elaboración propia.

Tipo de superficie	Superficie de captación	Descripción
Clase 1 (C1)	Cubiertas	No deberán emitir contaminantes orgánicos e inorgánicos, deberán estar contruidos de materiales inertes (barro, concreto, loseta, vidrio, lámina galvanizada, lámina esmaltada, policarbonato, etcétera).
Clase 2 (C2)	Cubiertas	Con posible emisión de contaminantes orgánicos (hidrocarburos, cubiertas verdes ajardinadas, cubiertas naturadas, maceteros, materiales biodegradables, y con posible contaminación inducida, de origen animal, espacios habitables, etcétera).
Clase 3 (C3)	Pavimentos Privados	Terrazas en distintos niveles, andadores, pavimentos, circulaciones viales, estacionamientos, jardines, generalmente a nivel de planta baja o inferiores.

Las superficies de captación Clase 1 son cubiertas que por su composición, no emitan contaminantes orgánicos o inorgánicos, por ejemplo, barro, concreto, loseta, vidrio, lámina galvanizada, lámina esmaltada, policarbonato, entre otras.

Las superficies de captación Clase 2 son cubiertas propensas al arrastre de contaminantes orgánicos, dado al uso al que están destinados, por ejemplo, hidrocarburos, cubiertas verdes ajardinadas, cubiertas naturadas, maceteros, materiales biodegradables, y con posible contaminación inducida, de origen animal, espacios habitables, etcétera.

Las superficies de captación Clase 3 son áreas pavimentadas dentro del predio, por ejemplo, terrazas en distintos niveles, andadores, pavimentos, circulaciones viales, estacionamientos, jardines, generalmente a nivel de planta baja o inferiores.

Todos los proyectos sujetos al Estudio de Impacto Urbano, deberán contar con un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial filtrada, así como sistema de reúso de agua residual tratada.

Los propietarios o poseedores están obligados a dar el aviso de terminación de las obras ejecutadas por escrito a la Alcaldía o la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda, según corresponda en un plazo no mayor de 15 días hábiles a partir de la conclusión de las mismas, como lo establece el Art. 65 del RCCDMX. El Sistema de Aguas de la Ciudad de México revisará que dicho sistema esté integrado a la obra, si del resultado de la visita al inmueble y del cotejo de la documentación correspondiente se desprende que la obra no se ajustó a la manifestación de construcción registrada o a la licencia de construcción especial o a las modificaciones al proyecto registrado o autorizado, la Administración ordenará al propietario efectuar las modificaciones que fueren necesarias, conforme a este Reglamento y en tanto éstas no se ejecuten, la Administración no autorizará el uso y ocupación de la obra (Art. 69 del RCCDMX).

Todos los estudios solicitados deberán estar firmados por el especialista que los elaboró, el cual debe contar con cedula profesional vigente, y del Director Responsable de Obra (D.R.O.).

Tabla 2. Requerimientos por tipos de construcción. Elaboración propia.

Manifestación de Construcción	Tipo de Construcción	Superficie de Construcción	Uso de agua pluvial filtrada en servicios	Uso de agua residual tratada en servicio no potable
Artículo 62- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal	Programas de Gobierno	mayor a 120 m ²	Obligatorio	Obligatorio
Manifestación de Construcción Tipo A	Residencial Unifamiliar	menor a 150 m ²	Opcional	Opcional
Manifestación de Construcción Tipo B	No Habitacional	menor de 5,000 m ²	Obligatorio	Obligatorio a partir de 2,500 m ² de construcción S.N.B.
Manifestación de Construcción Tipo B	Habitacional/Mixto	menor de 10,000 m ²		
Manifestación de Construcción Tipo C	No Habitacional/Mixto	más de 5,000 m ²		
Manifestación de Construcción Tipo C	Habitacional/Mixto	más de 10,000 m ²		
Manifestación de Construcción Especial	Variable	Suelo de Conservación		

- a) Para el Tipo de Construcción Programas de Gobierno se puede entender los Sistemas Alternativos proyectados por el Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI) o cualquier dependencia del Gobierno de la Ciudad de México que bajo sus lineamientos lo indique. Este tipo de Sistema Alternativo debe tener una superficie de construcción mayor a 120 m², debe contar con un sistema de aprovechamiento de agua pluvial captada; asimismo debe contar con uso de agua residual tratada para servicios no potables.
- b) En referencia a los Sistemas Alternativos para la Manifestación de Construcción Tipo A, son construcciones de tipo Residencial Unifamiliar con una superficie de construcción menor a 150 m², la instalación de sistema de aprovechamiento de agua pluvial captada es opcional.
- c) Con respecto a las Manifestaciones de Construcción Tipo B y C es obligatorio un sistema de aprovechamiento de agua pluvial captada; asimismo debe contar con uso de agua residual tratada para servicios no potables.

Los usos permitidos para el agua captada en función de la superficie y origen se mencionan a continuación (Tabla 3).

Tabla 3. Usos del agua de lluvia en función de su origen. Elaboración propia.

Tipo de superficie	Fuente/Origen	Reutilización Potable	Reutilización No Potable
Clase 1	Cubiertas Limpias	Si	Si
Clase 2	Cubiertas No Limpias	No (Opcional)	Si
	Cubiertas Verdes	No (Opcional)	Si
Clase 3	Pavimentos Privados	No	Si (Opcional)

- a) Superficies Tipo Clase 1: el agua pluvial captada puede ser reutilizada como agua potable y en usos no potables.

- b) Superficies Tipo Clase 2: el agua pluvial captada puede ser reutilizada como agua potable (no apta para consumo humano).
- c) Las aguas pluviales cosechadas en cubiertas verdes y terrazas habitables se podrán reutilizar en servicios potables (no apta para consumo humano). El uso potable será posible si se incorpora un proceso de potabilización avanzado, que garantice el cumplimiento permanente de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994; si no se cumple con este requisito, se deberá reutilizar el agua en servicios no potables.
- d) Superficies Tipo Clase 3: el agua captada no puede ser reutilizada como agua potable, es opcional su reutilización en usos no potables. Se podrán tratar las aguas pluviales que tengan contacto con pavimentos, siempre y cuando se cuente con mecanismos de retención de grasas e hidrocarburos, y cuenten con un método de filtración suficiente para cumplir con los límites permisibles de parámetros de contaminantes descritos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.

9. REQUERIMIENTOS PARA DISEÑO E INSTALACIÓN

Deberá implementarse un Sistema Alternativo de Captación y Aprovechamiento de Agua Pluvial, para toda la superficie construida, mecanismo que el Sistema de Aguas de la Ciudad de México evaluará y aprobará. El Sistema antes mencionado, se diseñará considerando lo siguiente:

9.1. Parámetros para Superficies de Captación

9.1.1 Generales

Todos los componentes y accesorios utilizados en la instalación de un Sistema Alternativo deberán cumplir con las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México, el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), o cumplan con una aprobación expresa por parte del Organismo Operador Local, Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX).

9.1.2 Sistema de canalización y Distribución de Agua Pluvial.

El drenaje pluvial, canalones y bajadas pluviales deberán cumplir con los siguientes puntos:

- Todas las tuberías, canales, componentes, y los materiales usados deberán ser manufacturados de un material aprobado para su uso y aplicación destinada, en conformidad de los estándares mexicanos u homólogos internacionales; descritos en la sección 9.1.3 Sistema de Drenaje Aéreo.
- Se podrán emplear sistemas de conducción tipo convencional (atmosféricos) o sifónicos, cuyos diámetros responderán en función de un cálculo de diseño por intensidad, según la ubicación del proyecto, acorde con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas y lo marcado en los puntos subsiguientes; asimismo, se tendrá que entregar la memoria de cálculo, metodologías utilizadas y software en caso que la Autoridad lo requiera para su revisión y aprobación. La memoria de cálculo deberá contar en cada una de sus hojas con firma del especialista responsable y del Director Responsable de Obra (D.R.O.), ambos deberán contar con cédula profesional vigente.

9.1.3 Sistema de Drenaje Aéreo

El Sistema de Drenaje Aéreo se dimensionará tomando las siguientes consideraciones:

- Se considera Sistema de Drenaje Aéreo las tuberías verticales para la captación del agua pluvial, no se permitirá la descarga de aguas sanitarias o residuales de procesos o de equipos en este drenaje. El Sistema de Drenaje Aéreo de las aguas pluviales deberá estar separado de las aguas sanitarias y residuales.
- Para el cálculo de las coladeras de azotea, canalones, bajadas pluviales y colectores aéreos, se considerará una intensidad de lluvia de 5 minutos de duración y 10 años de tiempo de retorno. Este valor se obtiene mediante la ubicación de la obra, en la gráfica de isolíneas para parámetro hidrológico de diseño (links de isolíneas, polígonos o descargables), además se puede utilizar la siguiente tabla que establece un valor promedio por alcaldía.

Tabla 4. Valores propuestos por alcaldía

Alcaldía	IDT (5 min, 10 años) [mm]
Álvaro Obregón	171.3
Azcapotzalco	175.1
Benito Juárez	167.9
Coyoacán	179.5
Cuajimalpa de Morelos	155.2
Cuauhtémoc	156.5
Gustavo A. Madero	156.8
Iztacalco	152.9
Iztapalapa	146.9
Magdalena Contreras	160.775
Miguel Hidalgo	158.4
Milpa Alta	122.75
Tláhuac	137.825
Tlalpan	153.1
Venustiano Carranza	145.8
Xochimilco	142.7

- Polígono por alcaldía

<https://drive.google.com/drive/folders/1ZIYmHoTP68-drtkOaZDQuISwk7tE4pl?usp=sharing>

- Isolínea para parámetro hidrológico de diseño:

https://drive.google.com/open?id=1cnaw6a_YURsShtyW-hEPWtpWz5wS4edQ&usp=sharing

- Descargables:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fcURHTK5L7XphYoFJIDDWffNnJYsgA6j?usp=sharing>

Para el diseño se emplearán los siguientes coeficientes de escurrimiento para los diferentes tipos de superficies.

Tabla 5. Coeficientes de escurrimiento por tipo de superficie. Elaboración propia.

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	Sistema por diseñar
Clase 1	0.95	Sistema de Drenaje Aéreo
Clase 2	0.95	Sistema de Drenaje Aéreo
	0.80 (Cubierta verde)	Sistema de Drenaje Aéreo
Clase 3	0.80	Sistema de Drenaje Aéreo/Pisos
Cualquier otro tipo de superficie impermeable se considerará un coeficiente de 0.85.		

Se podrá usar hasta 25% del área transversal de las conducciones. Los canalones, bajadas pluviales y colectores aéreos no deberán tener elementos que obstruyan o restrinjan la velocidad del agua. En sistemas de drenaje aéreo por gravedad, se podrá emplear la Tablas 5, Bajadas Pluviales de la Norma de Diseño de Ingeniería en Instalaciones, Hidráulica Sanitaria y Especiales del IMSS para el diseño y selección de las bajadas pluviales y colectores aéreos.

Tabla 6. Bajadas pluviales (verticales). Modificado de Norma de Diseño de Ingeniería en Instalaciones, Hidráulica Sanitaria y Especiales del IMSS.

Área tributaria en proyección horizontal m ²					
Precipitación de diseño (mm/h)	Según diámetro de la tubería (mm)				
	75	100	150	200	250
50	136	416	868		
60	113	347	723		
70	97	297	620	1820	
80	85	260	542	1592	
90	76	231	482	1416	
100	68	208	434	1274	2737
110	62	189	395	1158	2488
120	57	173	362	1062	2281
130	52	160	334	980	2105
140	49	149	310	910	1955
150	45	139	289	849	1825
160	42	130	271	796	1711
170	40	122	255	749	1610
180	38	116	241	708	1521
190	36	109	228	671	1441
200	34	104	217	639	1368

***Cuando la intensidad de diseño se encuentre entre dos filas se deberá emplear la intensidad mayor inmediata.**

- Cuando los canalones y colectores aéreos se diseñen a gravedad, deberán tener una pendiente entre 1% y 2%. Serán diseñados para ocupar hasta la cuarta parte de su área transversal, en caso de otra pendiente

- En sistema a gravedad, el diámetro mínimo de las bajadas pluviales y colectores aéreos será de 100 mm, exceptuando áreas menores a 50 m² de área tributaria, en estos casos se podrá emplear diámetros mínimos de 50 mm.

El gasto de aportación pluvial se calculará con el método Racional Americano, con la siguiente expresión.

Ecuación 1. Gasto de aportación pluvial

$$Q_p = 0.0002778 * C * i_{5,10} * A_{TT}$$

Dónde:

- Q_p = Gasto pico, en l/s
- C = Coeficiente de escurrimiento
- $i_{5,10}$ = Intensidad de la lluvia para una duración de 5 min con periodo de retorno de 10 años
- A_{TT} = Área total tributaria, en m²
- 0.0002778 = Coeficiente para uniformizar las unidades utilizadas y obtener el gasto en l/s

Tabla 7. Drenajes Pluviales horizontales. Modificado de Norma de Diseño de Ingeniería en Instalaciones, Hidráulica Sanitaria y Especiales del IMSS.

Precipitación de diseño (mm/h)	Área tributaria en proyección horizontal m ²														
	Según diámetro de la tubería (mm)														
	Pendiente 1%					Pendiente 1.5%					Pendiente 2%				
	75	100	150	200	250	75	100	150	200	250	75	100	150	200	250
50	152	348	990	2128	3828	186	426	1212	2604	4688	214	492	1396	3008	5414
60	127	290	825	1773	3190	155	355	1010	2170	3907	178	410	1163	2507	4512
70	109	249	707	1520	2734	133	304	866	1860	3349	153	351	997	2149	3867
80	95	217	619	1330	2392	116	266	757	1627	2930	134	307	872	1880	3384
90	84	193	550	1182	2127	103	237	673	1447	2604	119	273	776	1671	3008
100	76	174	495	1064	1914	93	213	606	1302	2344	107	246	698	1504	2707
110	69	158	450	967	1740	85	194	551	1184	2131	97	224	636	1367	2461
120	63	145	412	887	1595	77	177	505	1085	1953	89	205	582	1253	2256
130	58	134	381	818	1472	72	164	466	1002	1803	82	189	537	1157	2082
140	54	124	354	760	1367	66	152	433	930	1674	76	176	499	1074	1934
150	51	116	330	709	1276	62	142	404	888	1563	71	164	465	1003	1805
160	47	109	309	665	1196	58	133	379	814	1465	67	154	436	940	1692
170	45	102	291	626	1126	55	125	356	766	1379	63	145	411	885	1592
180	42	97	275	591	1063	52	118	337	723	1302	59	137	388	836	1504
190	42	92	261	560	1007	49	112	319	685	1234	56	129	367	792	1425
200	38	87	247	532	967	46	106	303	651	1172	53	123	349	752	1353

***Cuando la intensidad de diseño se encuentre entre dos filas se deberá emplear la intensidad mayor inmediata.**

Si la intensidad de la precipitación y/o el área tributaria exceden los valores de la tabla se deberá hacer el cálculo correspondiente a detalle.

9.2. Separadores de Contaminación de Primeras Lluvias

La separación de la carga inicial de contaminantes de la lluvia por medio de un mecanismo de separación física automático donde no necesita la intervención de una persona para su activación inicial. Pueden ser de las siguientes modalidades:

9.2.1. Desviación

Se separa físicamente un volumen determinado de agua pluvial antes de iniciar la captación, y esto puede ser con válvulas, separadores por peso, temporizadores, etcétera. Se puede ajustar para separar un volumen determinado en función de las condiciones locales.

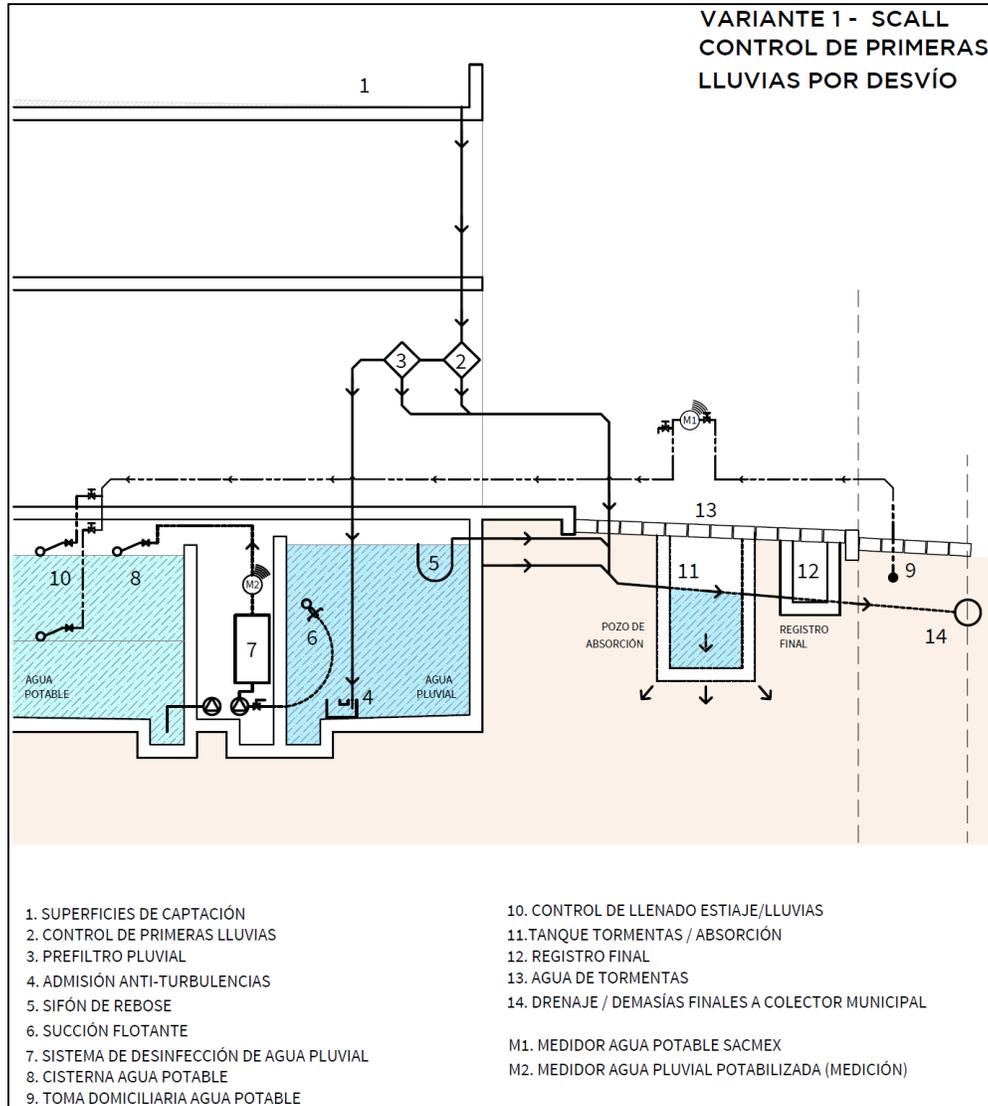


Imagen 1. Sistema de captación de agua de lluvia- control de primeras lluvias por desvío.
Elaboración propia.

9.2.2. Acumulación

Se retiene y decanta un volumen determinado de agua pluvial antes de iniciar la acumulación de esta en el tanque o cisterna pluvial. Este volumen se calcula en 1 litro por m² de captación, dependiendo de la contaminación relativa en el sitio, y el volumen de almacenamiento del separador.

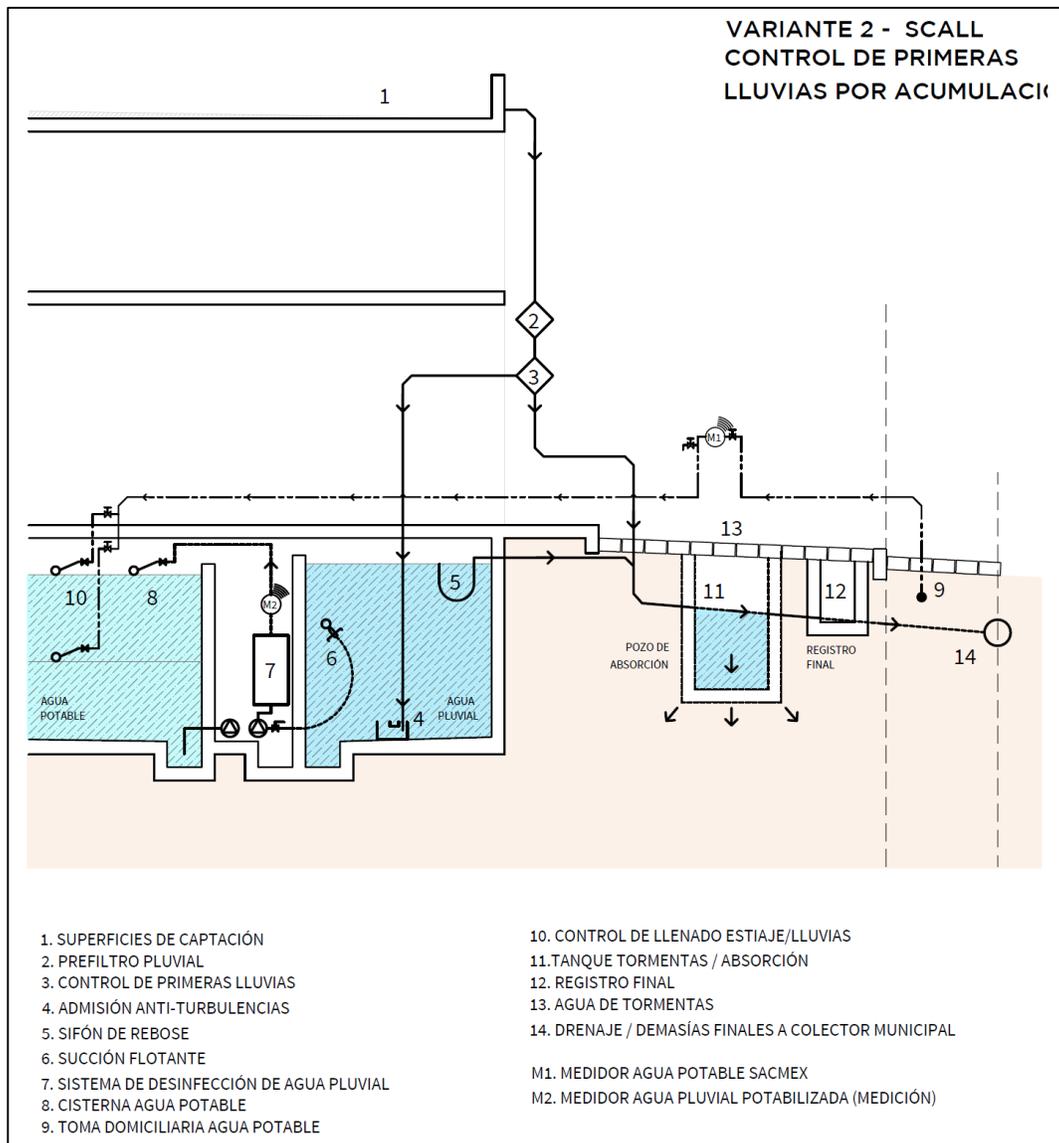


Imagen 2. Sistema de captación de agua de lluvia- control de primeras lluvias por acumulación. Elaboración propia.

9.2.3. Retención

Se almacena dentro de un filtro por retención, sedimentación y/o adsorción las partículas suspendidas y disueltas, de manera que no hay una evacuación de contaminantes al rechazo, y se deberán de remover manual o automáticamente después de un determinado tiempo de retención para mantener la correcta operación del sistema (retro-lavado obligatorio para filtros de material granulado).

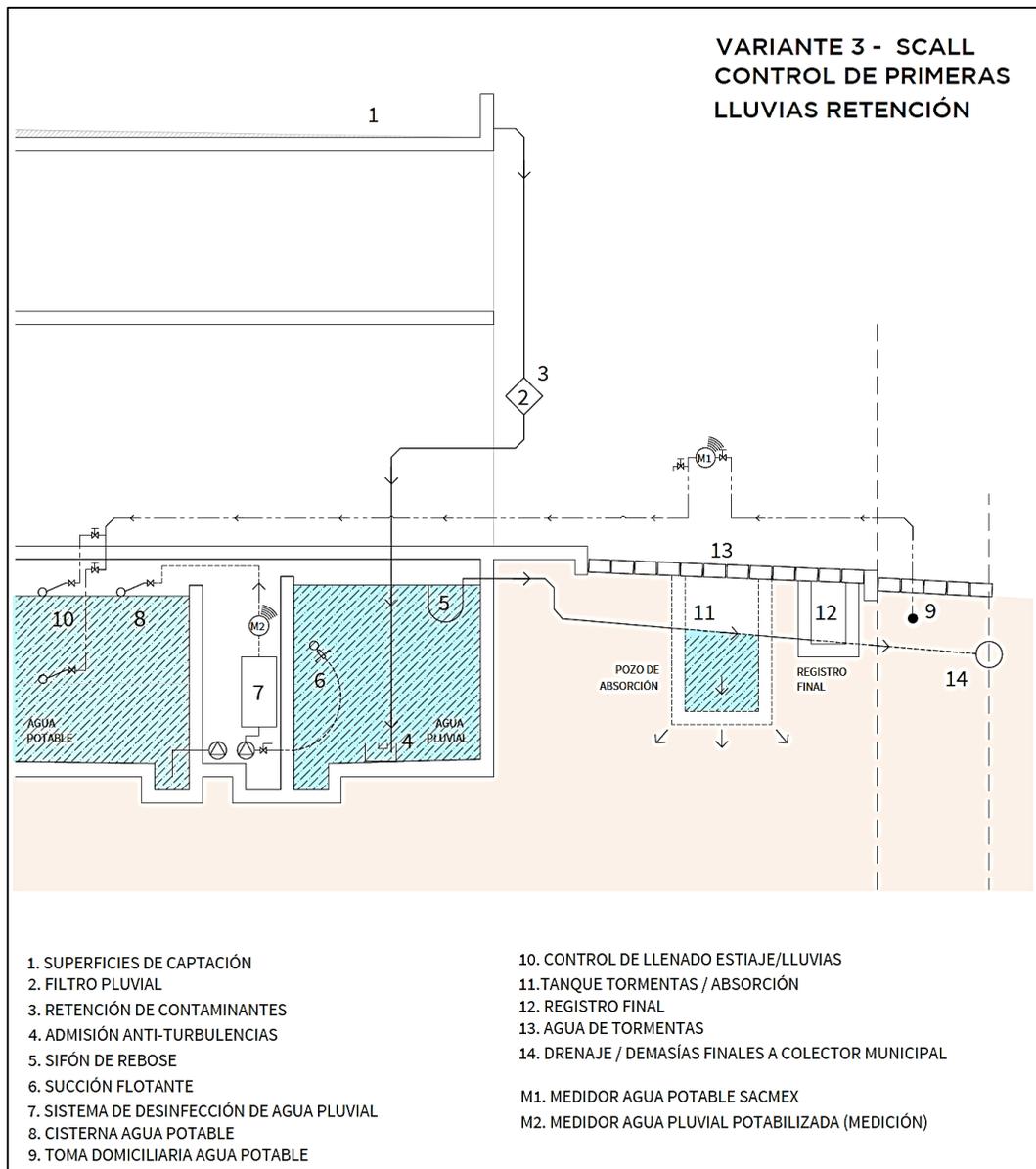


Imagen 3. Sistema de captación de agua de lluvia- control de primeras lluvias por retención.
Elaboración propia.

9.2.4. Híbrido

Puede contener una combinación de acumulación, retención y desviación de contaminantes. Los sistemas de separación de primeras lluvias deberán garantizar un modo de *bypass* a demasías si se llegan a bloquear, para evitar afectaciones al sistema.

Los sistemas de separación de contaminación de primeras lluvias deberán ser de fácil acceso, para inspección y mantenimiento, por parte del personal y sin ponerlos en riesgo.

9.3. Pre-Filtración

Todos los sistemas de captación deberán tener un sistema de pre-tratamiento de agua pluvial, como rejillas, malla o tamizantes antes de ingresar a la cisterna pluvial.

- El pre-tratamiento deberá incluir una malla o tamiz que evite la entrada de partículas y residuos como hojas y ramas, insectos y otros vectores, así como otros organismos, a la cisterna pluvial que podrían poner en riesgo la calidad del agua almacenada. La malla deberá estar fabricada de un material no-corrosivo, y que no tenga aperturas mayores a 0.15 mm (1,500 micras o 1/16 de pulgada).
- Los filtros deberán permitir el rechazo de agua a demasías en caso de obstrucción, evitando poner en riesgo la instalación pluvial y la propiedad.
- Si se usa más de una cisterna pluvial de manera independiente, se deberá usar una malla o tamiz por cada una, no se podrá instalar una cisterna sin control de partículas a la entrada, en caso de estar interconectadas, se podrá hacer uso de un solo dispositivo a la entrada, siempre y cuando esté capacitado para el gasto hidráulico de diseño.

Los dispositivos de pre-tratamiento deberán estar colocados de tal manera que sean accesibles para el mantenimiento e inspección, acorde a las especificaciones del fabricante.

9.4. Cisterna de Almacenamiento de agua pluvial

Estos son los requerimientos mínimos de las cisternas para la captación pluvial.

9.4.1. Generales

Las Cisternas Pluviales deberán tener como finalidad la captación y retención de agua pluvial de las superficies Clase 1 y 2.

Estos deberán estar fabricados de materiales no tóxicos, impermeables y herméticos a contaminantes externos.

9.4.2. Dimensionamiento

La cisterna de captación de agua pluvial deberá ser capaz de almacenar el volumen de lluvia generado por el área total tributaria durante una lluvia de 60 minutos y 10 años de tiempo de retorno, el valor se presenta por alcaldía indicada en la siguiente tabla y los siguientes links:

Tabla 8. Valores propuestos por alcaldía para dimensionamiento de cisterna de captación.

Alcaldía	IDT (60 min, 10 años) [mm]
Alvaro Obregón	50.1
Azcapotzalco	49.5
Benito Juárez	47.45
Coyoacán	46.2
Cuajimalpa de Morelos	48.86
Cuauhtémoc	43.4
Gustavo A. Madero	43.6
Iztacalco	44.45
Iztapalapa	42.6

Alcaldía	IDT (60 min, 10 años) [mm]
Magdalena Contreras	48.725
Miguel Hidalgo	47.7
Milpa Alta	36.55
Tláhuac	38.825
Tlalpan	45.4
Venustiano Carranza	39.1
Xochimilco	37.95

- Polígono por alcaldía

<https://drive.google.com/drive/folders/1ZIYmHoTP68-drtkOaZDQ-uISwk7tE4pl?usp=sharing>

- Isolínea para parámetro hidrológico de diseño:

<https://drive.google.com/open?id=1AHdM8dJYa6JSy-X3W3ThTPanaCMtohPb&usp=sharing>

- Descargables:

https://drive.google.com/drive/folders/1W5wfwYB8WVCi_3G0m9CfnxiaugmrayD8?usp=sharing

El volumen se determinará con la siguiente expresión:

Ecuación 2. Almacenamiento del volumen de lluvia.

$$V_{TP} = \frac{C * H_{p_d} * A_{TT}}{1,000}$$

Dónde:

V_{TP} = Volumen de cisterna Pluvial, en m³

C = Coeficiente de escurrimiento

H_{p_d} = Altura de precipitación de diseño, en mm

A_{TT} = Área total tributaria, en m²

- Para el diseño se emplearán los siguientes coeficientes de escurrimiento de la Tabla 5.
- Para evitar rebosamientos en sótanos, las cisternas deberán tener un sobre dimensionamiento de al menos 15% del volumen calculado.

9.4.3. Instalación

- Las cisternas podrán estar instaladas sobre, semi o debajo del nivel de piso.
- Las cisternas prefabricadas sobre el nivel de piso deberán presentar ficha técnica del fabricante.
- Las cisternas ubicadas sobre nivel de piso deberán estar protegidas de la luz directa y deberán estar compuestas de materiales a prueba de rayos ultravioleta, además de tener una barrera solar que evite la irradiación directa.

9.4.4. Admisión, Demasías y Aperturas

Las cisternas construidas deberán mantener un volumen adicional de regulación o colchón de aire, evitando su sobrellenado, y deberán de contar con un mecanismo de evacuación de demasías o excedencias, ya sea por gravedad o bombeo, garantizando la seguridad de instalaciones y cuartos de máquinas, evitando desborde y posibles inundaciones en el inmueble.

Los sistemas que requieran un bombeo de demasías deberán mantener una bomba alterna, para evitar riesgos en caso de fallo de la bomba principal. Las tapas de registro deberán ser selladas herméticamente en caso de riesgo de penetración de contaminantes superiores.

Los pasos hombre y ventanas de inspección deberán contar con un sistema de reducción de mosquitos y vectores, por medio de mosquiteros o tapas.

9.4.5. Elementos Mínimos dentro de Cisternas Pluviales

Admisión de Flujo Laminar o Reductor de Turbulencias. Tiene como finalidad, evitar la resuspensión de los sedimentos dentro del tanque pluvial, esta mitigación puede implementarse dentro del tanque.

Válvula Anti-Retorno. En caso de riesgo de re-ingreso de drenaje exterior se deberá garantizar un sello por medio de una válvula automática de no retorno, aplica para sistemas por gravedad y/o por bombeo.

Aspiración o Succión Flotante. En caso de riesgo de aspiración de sedimentos acumulados dentro de la cisterna pluvial, se deberá instalar un componente que evite dicho ingreso al sistema de bombeo.

Los sistemas de bombeo deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Deberán estar certificados (ya sea uso potable o uso en servicios no potables), cumpliendo las normas mexicanas de instalaciones eléctricas.
- Las bombas sumergibles deberán tener un desacople para mantenimiento y extracción rápida y segura.
- Las bombas centrífugas deberán ser fácilmente purgables y en caso de tener succión negativa, deberá contar con un mecanismo de purga, así como pichanchas anti-retorno.
- Si se trata de trasvase deberán tener un mecanismo de interrupción por nivel bajo de cisterna pluvial y nivel alto de cisterna de destino (por ejemplo, electroniveles).

9.4.6. Tanque Elevado

Se recomienda que la capacidad de los tinacos o tanques elevados para el reúso de agua pluvial filtrada y/o potabilizada sea de 2/3 partes de la demanda diaria total.

9.5. Uso Potable (Opcional clase 1)

9.5.1. Superficies No Tóxicas

Las superficies de captación deberán estar constituidas de materiales no-tóxicos, estrictamente alineadas a la clasificación de Clase 1 de superficies.

- Superficies pintadas solamente serán permitidas si la pintura cumple con la normatividad aplicable asegurando ser un compuesto no tóxico, pinturas con base plomo y cromo no son permitidas.
- Impermeabilizantes no bituminosos, que no desprendan agentes químicos posteriormente a su instalación, y cuya resistencia a los efectos de la intemperie e irradiación solar y que no desprendan partículas ni componentes químicos.
- Idealmente membranas sólidas termo fusionadas por medios mecánicos, instaladas por contratistas capacitados, Acero esmaltado, vitrocerámico, vidrios, cubiertas planas de losetas cerámicas, barro y piedra; así como, paneles Fotovoltaicos y termo solares, con uniones impermeables.

9.5.2. Materiales no permitidos

- Cubiertas de cobre
- Soldaduras de plomo
- Consideraciones adicionales para cisternas

Adicionalmente a los puntos, las cisternas utilizadas para aplicaciones de agua potable deberán considerar una hermetización del exterior adicional, a prueba de admisión de contaminantes externos.

En el caso de cisternas construidas deberá incluir una impermeabilización no tóxica, que no libere contaminantes al agua, estable física y químicamente, y no adherente para organismos y partículas acumuladas.

En el caso de cisternas plásticas, deberán garantizar una estabilidad contra agentes externos de desgaste como rayos UV, erosión, etcétera, en el caso de existir una posible aplicación exterior, de lo contrario se deberá especificar claramente al usuario las condiciones de trabajo del producto y sus componentes.

9.5.3. Filtración de agua pluvial

Se deberá garantizar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, en todos los casos, ya que la calidad de referencia de fuentes convencionales se remite a los mismos parámetros. Los componentes mínimos de aplicación deberán garantizar una desinfección.

En caso de presentar coloración debida a materia orgánica vegetal se puede adicionar un filtro de multimedia, carbono y/o una adsorción por medio de carbón activado.

9.5.4. Desinfección de agua pluvial para uso potable (opcional)

Se deberá garantizar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, con un agente de desinfección residual.

9.6. Tuberías

No deberá existir ninguna conexión directa entre tuberías de alimentación de agua potable municipal al sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial.

Las tuberías para la distribución de agua pluvial filtrada deben ir como un sistema separado de la distribución del agua potable. La red de agua pluvial filtrada se puede utilizar también para el aprovechamiento con agua residual tratada. (la cisterna de agua pluvial filtrada y la cisterna de agua residual tratada deben ser dos elementos separados).

Si se opta por la potabilización del agua pluvial filtrada, se debe garantizar que la calidad sea constante y apta para el uso (más no para el consumo humano).

Todas las tuberías presurizadas deberán cumplir normas nacionales para uso de agua potable y las capacidades de presión de trabajo para las cuales serán destinadas, y seguir los protocolos de pruebas de operación antes de su puesta en marcha.

9.6.1. Materiales de Tuberías

Los materiales deberán cumplir las normas oficiales mexicanas para las aplicaciones destinadas, y deberán garantizar una estabilidad en la intemperie.

Las tuberías plásticas expuestas a la luz UV deberán estar estas compuestas por un material estable, protegidas por un material de fábrica o recubiertas con una protección adicional, pintada o recubierta, de manera que garantice su estabilidad. En el uso de lámparas UV para desinfección, se debe tener especial cuidado, para que la radiación no dañe tanto la parte interna y externa de la tubería de llegada.

Se deberán hacer pruebas de hermeticidad de tuberías en correspondencia a la normatividad aplicable. Además, realizar pruebas de conexión y realizar inspecciones periódicas, garantizando un periodo de mantenimiento e inspección mínimo, en función de la clase de Sistema Alternativo.

9.7. Tanque de tormentas Clase 3 (opcional)

Todo nuevo desarrollo deberá tener un área libre de cualquier tipo de construcción superficial como: losas de concreto, balcones, techos o alguna otra estructura que sobresalga del nivel de banqueta; además debe ser libre de cualquier tipo de construcción subterránea como: sótanos, losas de cimentación y otras estructuras que impermeabilicen el suelo. En el área libre deberá ser permeable y solo se permitirá el paso de infraestructura como líneas de drenaje, líneas de bombeo, líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, sistemas contra incendio y líneas de agua potable. El área libre de cada predio dependerá de lo indicado en la zonificación de uso de suelo de cada alcaldía.

9.7.1. Dimensionamiento

1. El Sistema retendrá el agua que descarguen los equipos de tratamiento del sistema de captación de agua pluvial, se debe considerar que este volumen alcanzará 55% del Volumen del tanque pluvial (V_{tp})
2. El Sistema retendrá el escurrimiento pluvial proveniente de estacionamientos y andadores de planta baja, así como del área libre del predio.
3. Para todas las áreas mencionadas de clase 3, se considerará un coeficiente de escurrimiento de 0.80, sin importar que se traten de pavimentos, andadores o área verde.

4. El escurrimiento pluvial generado por las áreas de clase 3 se denominará Volumen de aportación (V_A)

Para calcular el volumen pluvial se emplearán la siguientes formulas:

Ecuación 3. Volumen de sistema de retención (Tanque tormenta) o Infiltración pluvial.

$$V_{RI} = 0.55V_{tp} + V_A$$

Ecuación 4. Volumen de aportación de las áreas no aprovechables (clase 3, por ejemplo)

$$V_A = \frac{C * H_{pd} * A_{TT}}{1,000}$$

Dónde:

V_{RI} = Volumen del Sistema de Retención o Infiltración Pluvial, en m^3

V_{TP} = Volumen de la Cisterna Pluvial, en m^3

V_A = Volumen de aportación, en m^3

C = Coeficiente de escurrimiento, en este caso igual a 0.8

H_{pd} = Altura de precipitación de diseño (Intensidad de diseño), en mm

A_{TT} = Área de aportación en m^2

La altura de precipitación de diseño (H_{pd}) para los sistemas de retención e infiltración será para una lluvia de 60 minutos de duración y un tiempo de retorno de 10 años, para obtener este valor se deberá ubicar la dirección de la obra en la gráfica de isolínea para parámetro hidrológico de diseño para la captación de agua de lluvia, para su visualización se realizará a través de la tabla y de los links que se pueden consultar en las páginas 24 y 25.

9.7.2. Sistema de excedencias para el tanque tormentas

Las excedencias deberán incluir un rebosadero de demasías, con sello hidráulico para evitar retornos de gases e insectos del drenaje, y ser canalizados al tanque tormenta, y en caso de no ser factible dicho tanque en el predio, descargarse de forma gradual al alcantarillado municipal, teniendo en cuenta los diversos sistemas para evitar inundaciones en el predio por aguas negras y grises provenientes de las atarjeas.

Todos los estudios solicitados deberán estar firmados por el especialista que los elaboró, el cual debe contar con cédula profesional vigente.

9.8. REÚSO OBLIGATORIO DE AGUA RESIDUAL TRATADA

Para todas aquellas Construcciones Tipo B y C con superficie mayor a 2,500 m^2 de construcción S.N.B., se requerirá el reúso de agua residual tratada para dar servicio a sanitarios, lavado de autos y riego, siendo posible su obtención de alguna de las siguientes fuentes, de acuerdo con el siguiente orden de preferencia:

1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipal, red de reúso del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Terceros, red de reúso de privados dentro de la Ciudad de México.
3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Propia.

4. Solo se aceptará el uso de pipa auto-tanque al demostrar que ninguna de las alternativas anteriores es posible.

La calidad del agua tratada deberá cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.

9.9. Etiquetado

Aquellos edificios que instalen un Sistema Pluvial deberán:

- Si se trata de un Sistema Pluvial No Potable deberá identificar si los puntos de uso de agua son no potables, con un letrero visible y prominente que indique “AGUA NO POTABLE, NO TOMAR”
- Las tuberías de conducción de agua pluvial no potable deberán estar pintadas según la normatividad local, y deberá indicar “AGUA NO POTABLE–AGUA PLUVIAL”.
- Las llaves y tomas de agua no potable deberán tener un símbolo adicional o color que las identifique como NO POTABLE, adicional al letrero.

Para el proyecto de sistema alternativo de captación y aprovechamiento de agua pluvial, solamente se revisará el dimensionamiento de la cisterna de agua residual tratada en memoria de cálculo y se deberá reflejar en planos (plantas, cortes, vistas e isométricos), no es necesario que nos presente el tren de tratamiento si presenta la opción 3. Recuerde que la cisterna de agua residual tratada es independiente de la cisterna de agua pluvial filtrada.

10. REFERENCIAS

- 7.1. ASAMBLEA CONSTITUYENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO. (2017). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.
- 7.2. ASAMBLEA LEGISLATIVA DEL DISTRITO FEDERAL. (2019). LEY DEL DERECHO AL ACCESO, DISPOSICIÓN Y SANEAMIENTO DEL AGUA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.
- 7.3. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (1997). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-CONAGUA-1997 REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS.
- 7.4. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (1997). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-CONAGUA-1996, 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.
- 7.5. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2016). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO LIBRO 19, DRENAJE PLUVIAL URBANO.
- 7.6. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2016). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO LIBRO 20, ALCANTARILLADO SANITARIO.
- 7.7. EL INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES EN LA CIUDAD DE MÉXICO. (2008). NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE OBRAS E INSTALACIONES HIDRÁULICAS DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.
- 7.8. GRAF. (2018). FORMULARIO DE DIMENSIONADO DE SISTEMAS DE ATENUACIÓN.
- 7.9. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (2003). LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DE PEQUEÑAS POBLACIONES MEDIANTE LA INFILTRACIÓN DIRECTA AL TERRENO.
- 7.10. INSTITUTO MEXICANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (1997). NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA, INSTALACIONES SANITARIAS HIDRÁULICAS Y ESPECIALES.
- 7.11. JEFATURA DE GOBIERNO. (2019). REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.
- 7.12. JEFATURA DE GOBIERNO. (2019). REGLAMENTO INTERIOR DEL PODER EJECUTIVO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.
- 7.13. MCGRAW-HILL EDUCATION. (2012). DESIGN OF URBAN STORM WATER CONTROLS, WATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERIES (LIBRO 23).
- 7.14. SÁNCHEZ, F. (2014). LEY DE DARCY. CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA. DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (ESPAÑA).
- 7.15. SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. (2005). NORMA GENERAL DE ORDENACIÓN 27 DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.
- 7.16. SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. (2005). NORMA GENERAL DE ORDENACIÓN 4. ÁREA LIBRE DE CONSTRUCCIÓN Y RECARGA DE AGUAS PLUVIALES AL SUBSUELO.
- 7.17. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO. (2012). PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES.
- 7.18. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (1997). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES

MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REÚSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO

- 7.19. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (1996). NOM-002-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LO LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.
- 7.20. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2004). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-141-SEMARNAT-2003, QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA CARACTERIZAR LOS JALES, ASÍ COMO LAS ESPECIFICACIONES Y CRITERIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y POSTOPERACIÓN DE PRESAS DE JALES"
- 7.21. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2007). NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, QUE ESTABLECE CRITERIOS PARA DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES DE REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR ARSÉNICO, BARIO, BERILIO, CADMIO, CROMO HEXAVALENTE, MERCURIO, NÍQUEL, PLATA, PLOMO, SELENIO, TALIO Y/O VANADIO.
- 7.22. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS, ESTUDIO, MUESTREO Y ANÁLISIS
- 7.23. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2013). NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN.
- 7.24. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2013). NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN.
- 7.25. SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS. (2000). LIBRO 4 TOMO III CAPITULO 058, NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL, P. 058-05.
- 7.26. SECRETARÍA DE SALUD. (2000). NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION".
- 7.27. SECRETARÍA DE SALUD. (2015). NOM-201-SSA1-2015, PRODUCTOS Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADOS Y A GRANEL. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.
- 7.28. SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE. (2018). NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2017, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO
- 7.29. WORLD RESOURCES INSTITUTE. (2013). NATURAL INFRASTRUCTURE INVESTING IN FORESTED LANDSCAPES FOR SOURCE WATER PROTECTION IN THE UNITED STATES, P. 10.

APÉNDICE B. ESTÁNDARES ADICIONALES RELEVANTES/DOCUMENTOS

- A.1.ASME A112.6.4-2003: Roof, Deck, and Balcony Drains
- A.2.STM B32-08: Standard Specification for Solder Metal

- A.3. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 Edition
- A.4. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 Edition
- A.5. ASTM B75/B75M-11: Standard Specifications for Seamless Copper Tube
- A.6. ASTM B828-02 (2010): Standard Practice for Making Capillary Joints by Soldering of Copper and Copper Alloy Tube and Fittings
- A.7. ASTM D1785-12: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120
- A.8. ASTM D2241-09: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pressure Rated Pipe (SDR Series)
- A.9. ASTM D2466-06: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
- A.10. ASTM D2467-06: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
- A.11. ASTM D2657-07: Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyolefin Pipe and Fittings
- A.12. ASTM D2661-11: Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Schedule 40 Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
- A.13. ASTM D2665-12: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
- A.14. ASTM D2855-96 (2010): Standard Practice for Making Solvent-Cemented Joints with Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Fittings
- A.15. ASTM D2949-10: Standard Specification for 3.25-in. Outside Diameter Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
- A.16. ASTM D3261-10a: Standard Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing
- A.17. ASTM D3311-11: Standard Specification for Drain, Waste, and Vent (DWV) Plastic Fittings Patterns
- A.18. ASTM D3350-12: Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
- A.19. ASTM F628-08: Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Schedule 40 Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe with a Cellular Core
- A.20. ASTM F714-12e1: Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (DR-PR) Based on Outside Diameter
- A.21. ASTM F1866-07: Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Schedule 40 Drainage and DWV Fabricated Fittings
- A.22. ASTM F1901-10: Standard Specification for Polyethylene (PE) Pipe and Fittings for Roof Drain Systems
- A.23. AWWA C606-2011: Standard for Grooved and Shoulder Joints
- A.24. CISPI 301-09: Standard Specification for Hubless Cast Iron Soil Pipe and Fittings for Sanitary and Storm Drain, Waste and Vent Piping Applications
- A.25. CISPI 310-11: Standard Specification for Couplings for Use in Connection with Hubless Cast Iron Soil Pipe and Fittings for Sanitary and Storm Drain, Waste, and Vent Piping Applications
- A.26. ISO/IEC 17065-2012: Conformity Assessment -- Requirements for Bodies Certifying Products, Processes and Services

- A.27. ISO/IEC 17011-2004: Conformity Assessment -- General Requirements for Accreditation Bodies Accrediting Conformity Assessment Bodies
- A.28. NSF Protocol P151: Health Effects from Rainwater Catchment System Components
- A.29. NSF/ANSI Standard 14-2011: Plastic Piping System Components and Related Materials
- A.30. NSF/ANSI Standard 42-2010: Drinking Water Treatment Units -- Aesthetic Effects.

APÉNDICE C. DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS

- C.1. Acreditado. Individuo u organismo público o privado capacitado y acreditado por el SACMEX para la verificación de la correcta instalación y operación de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia.
- C.2. Agua Subterránea. Agua que ha saturado el subsuelo y no corre superficialmente.
- C.3. Aguas Superficiales. Agua en contacto con el suelo y que fluye sobre la superficie, generando cauces, arroyos, ríos y lagos.
- C.4. Bebederos o Estaciones De Recarga De Agua Potable: los primeros son muebles para el suministro de agua potable bebible de manera intermitente, a fin de evitar su derroche; y los segundos son muebles de abastecimiento de agua potable bebible, mediante el flujo intermitente para su recarga en recipientes portátiles.
- C.5. Cauce. El canal natural o artificial con capacidad necesaria para llevar las aguas de una creciente máxima o mínima ordinaria de una corriente.
- C.6. Infraestructura azul: infraestructura que imita los principios de la infraestructura verde y utiliza dispositivos patentados, compactos y de alta eficiencia que se instalan para modernizar sistemas de agua existentes. Conecta los beneficios de la infraestructura verde con la gris y se utiliza en zonas urbanas con poco espacio.
- C.7. Nivel Freático. Límite superior de la zona saturada, en la cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a presión atmosférica.

NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA

- 6.1. SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. (2014). NMX -W-101/1-SCFI-2014 -PRODUCTOS DE COBRE Y SUS ALEACIONES-CONEXIONES DE COBRE SOLDABLES-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-W-101/1-1995-SCFI) COPPER AND COPPER ALLOYS PRODUCTS-WELDABLE COPPER FITTINGS-SPECIFICATIONS AND TEST METHODS 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN
- 6.2. SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (1980). NMX-AA-003-1980. AGUAS RESIDUALES. MUESTREO. (ESTA NORMA CANCELA LA NOM-AA-3-1975).
- 6.3. SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (2012). NMX-E-018-CNCP-2012. INDUSTRIA DEL PLASTICO-TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) PARA LA CONDUCCION DE AGUA A PRESION ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-E-018-SCFI-2002)
- 6.4. SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (2015). NMX-E-145/3-CNCP-2014. INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-CONEXIONES HIDRÁULICAS DE POLI (CLORURO DE VINILO) (PVC) SIN PLASTIFICANTE CÉDULA 40 CON UNIÓN PARA CEMENTAR-SERIE INGLESA-ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-E-145/3-SCFI-2001).

- 6.5. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (1997). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REÚSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO
- 6.6. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (1996) NOM-002-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL
- 6.7. "SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2004). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-141-SEMARNAT-2003, QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO
- 6.8. PARA CARACTERIZAR LOS JALES, ASÍ COMO LAS ESPECIFICACIONES Y CRITERIOS PARA LA
- 6.9. CARACTERIZACIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
- 6.10. POSTOPERACIÓN DE PRESAS DE JALES"
- 6.11. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2007). NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, QUE ESTABLECE CRITERIOS PARA DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES DE REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR ARSÉNICO, BARIO, BERILIO, CADMIO, CROMO HEXAVALENTE, MERCURIO, NÍQUEL, PLATA, PLOMO, SELENIO, TALIO Y/O VANADIO.
- 6.12. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2011). NOM-001-CONAGUA-2011, SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
- 6.13. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2013). NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN.
- 6.14. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2013). NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN.
- 6.15. SECRETARÍA DE SALUD. (2000). NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION".
- 6.16. SECRETARÍA DE SALUD. (2000). NOM-180-SSA1-1998, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE TIPO DOMÉSTICO. REQUISITOS SANITARIOS.
- 6.17. SECRETARÍA DE SALUD. (2005). NOM-230-SSA1-2002, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, REQUISITOS SANITARIOS QUE SE DEBEN CUMPLIR EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PÚBLICOS Y PRIVADOS DURANTE EL MANEJO DEL AGUA. PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO.

- 6.18. SECRETARÍA DE SALUD. (2015). NOM-201-SSA1-2015, PRODUCTOS Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADOS Y A GRANEL. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.
- 6.19. SECRETARÍA DE SALUD. (2015). NOM-201-SSA1-2015, PRODUCTOS Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADOS Y A GRANEL. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.
- 6.20. SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. (2011). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-STPS-2011, CONSTRUCCIÓN-CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
- 6.21. SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE. (2018). NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2017, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO
- 6.22. SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. (2015). NOM-033-STPS-2015, CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA REALIZAR TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS.
- 6.23. SISTEMA DE AGUAS DE CIUDAD DE MÉXICO (2003). GUÍA DEL SISTEMA ALTERNATIVO.
- 6.24. Consultar APÉNDICE B. ESTÁNDARES ADICIONALES RELEVANTES/DOCUMENTOS