



# REPÚBLICA DE COLOMBIA

## MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

### Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico

#### DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO:

1. Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
2. SECCIÓN I, TITULO A: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico -Revisión 1
3. SECCIÓN II, TITULOS B, C, D, E, F, G. Conteniendo los Manuales de Prácticas de Ingeniería para:
  - Acueductos
  - Potabilización
  - Alcantarillados
  - Tratamiento de aguas residuales
  - Aseo urbano
  - Aspectos complementarios de construcción de obras civiles
4. SECCIÓN III, TITULO H: Compendio de la Normatividad Técnica Y Jurídica
5. Guías Facilitadoras para Elaboración de Proyectos



SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C. NOVIEMBRE DE 2000



## PRESENTACIÓN

### DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

Revisión 1, noviembre de 2.000

La presente documentación técnico normativa señala los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias. Se expide en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 142 de 1.994, que establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia, y busca garantizar su calidad en todos los niveles.

Esta ley le asignó al Ministerio de Desarrollo Económico la responsabilidad de determinar el alcance de los requisitos técnicos una vez que la Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico señaló esta necesidad, teniendo en cuenta que su aplicación no conlleva restricción indebida a la competencia.

La presente edición actualizada es el resultado del proceso de revisión al RAS-98 iniciado en febrero de 1.999 y para dar cumplimiento al Decreto 1112 de 1.996 del Ministerio de Desarrollo Económico, por el cual se crea el Sistema Nacional de Información sobre Medidas de Normalización y Procedimientos de Evaluación de la Conformidad, se dictan normas para armonizar la expedición de Reglamentos Técnicos y se cumplen algunos compromisos internacionales adquiridos por Colombia.

En este proceso intervino la Junta Técnica Asesora del Reglamento que esta conformada por entidades y gremios del Sector y cuyas funciones generales son las de revisar, modificar y actualizar en forma permanente el Reglamento Técnico, de oficio o a solicitud de parte interesada, previo estudio de la viabilidad y conveniencia de la petición. Adicionalmente, el RAS-98 fue sometido a consulta pública nacional en doce eventos de divulgación que se efectuaron en diferentes lugares del territorio nacional y contaron con la presencia de funcionarios e ingenieros locales, que con sus aportes enriquecieron el proceso de revisión mencionado.

Esta revisión concluyó en la primera quincena del mes de junio de 2.000 y su texto, en formato de resolución, fue enviado a la Organización Mundial de Comercio, a los países del Pacto Andino y a los países socios del Tratado de Libre Comercio para someterlo a procesos de consulta pública internacional la cual se cumplió entre el 20 de junio y el 20 de septiembre, sin que se hubieran presentado objeciones u observaciones por parte de estos organismos multilaterales con los cuales Colombia tiene compromisos comerciales.

De acuerdo a su obligatoriedad, el presente Documento Técnico Normativo está dividido en tres secciones:

**Sección I Título A: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico**, el cual contiene el acto resolutorio mediante el cual el Ministerio de Desarrollo Económico, con base en las facultades que le otorga el Decreto No. 1112 de 1.996, lo expide como tal y le confiere carácter oficial para su aplicación en todo el territorio nacional. Los requisitos, procedimientos, prácticas y normatividad vigente, allí contenidos o mencionados, tiene el carácter de mandatorios y se reafirman por el uso frecuente de la palabra debe en cualquiera de sus acepciones.

La **sección II** de este Documento Técnico Normativo contiene los siguientes Títulos:

- B. Acueducto
- C. Potabilización
- D. Recolección y evacuación de aguas residuales, domésticas y pluviales
- E. Tratamiento de aguas residuales

- F. Aseo urbano
- G. Aspectos complementarios

Cada título de esta sección es un Manual de prácticas de buena ingeniería, en donde se establecen los criterios y recomendaciones para el diseño, construcción, supervisión técnica, interventoría, operación y mantenimiento propios del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Al inicio de cada Título se presenta un listado que describe brevemente el contenido de las Normas Técnicas Colombianas e Internacionales de los productos terminados, de los ensayos de control de calidad y de procedimientos, referenciados por su Código en el texto del respectivo Título. También se mencionan las leyes, decretos y legislación colombiana pertinente.

El contratista, o la entidad ejecutora, o la entidad contratante a través de su interventoría, pueden utilizar estos Manuales para dar cumplimiento a su cometido, a menos que se utilicen los métodos alternativos de diseño y/o construcción y/o suministros con tecnologías no institucionalizadas aún en el país para sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico de que trata el Artículo 208 – Permisos Especiales, del presente Reglamento Técnico.

**La Sección III, Título H** del presente Documento Técnico Normativo contiene, a manera de información, el listado completo de las Normas Técnicas Colombianas y extranjeras que se aplican para los productos terminados, sus procesos de fabricación y procedimientos propios del Sector. También incluye información sobre las principales leyes, decretos y resoluciones del orden nacional, que aplican al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico a la fecha de su publicación.

Con el fin de que este Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS – 2000) junto con sus Manuales, Guías y Normas Técnicas relacionadas, se convierta en un elemento dinámico, la Junta Técnica Asesora que se encarga de su revisión y actualización permanente, seguirá recibiendo de la comunidad de usuarios, las observaciones que permitan su mejora continua en provecho de la calidad en la prestación del servicio de Agua Potable y Saneamiento Básico.

AUGUSTO RAMIREZ OCAMPO  
Ministro de Desarrollo Económico

Bogotá D.C., Noviembre de 2000

## PARTICIPANTES

---

Con base en términos de referencia elaborados por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico, se contrató en enero de 1997 a la Universidad de los Andes para que elaborara las normas técnicas sectoriales para el país. Como resultado de esta consultoría y después de revisar el material existente en Colombia, se elaboró el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico **RAS-98**, el cual fue adoptado por el Ministerio, mediante Resolución 0822 del 6 de agosto de 1998. En este proceso participaron:

El Ministerio de Desarrollo Económico, como **propietario e interventor** del proyecto, así:

Luz Angela Mondragón	Directora Técnica de Agua Potable y Saneamiento Básico
Juan Manuel Bernal	Consultor Técnico
María Elena Cruz	Consultor Técnico
Armando Vargas	Consultor Técnico

La Universidad de los Andes con el CIFI, Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, como **contratista consultor** del proyecto, así:

Como Director del Proyecto:

Juan Saldarriaga	Decano Asociado de Investigación y Consultoría de la Facultad de Ingeniería Civil.
------------------	--

Como Especialistas:

Juan Saldarriga:	Sistemas de Acueducto
Nadine Leoni:	Sistemas de Potabilización
Mario Diaz-Granados:	Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas residuales y Pluviales
Eugenio Giraldo:	Tratamiento de Agua Residual y Rellenos Sanitarios
Luis E. Yamín:	Aspectos Complementarios
Adriana Guillén:	Asesoría Jurídica

Como Coordinadores:

Julio García  
Andrés Salazar

Como Asesores:

Bernardo Caicedo:	Aspectos Geotécnicos
Jean Luc Gabard:	Aseo Urbano. Incineración
Alejandro Fernández:	Aseo Urbano. Desechos Peligrosos
Arturo Ardila:	Transporte y Recolección de Desechos Sólidos.
Diego Echeverry:	Aspectos de Construcción.
Freddy Reyes:	Vías y Pavimentos. Rellenos y Compactación
Omar Darío Cardona:	Vulnerabilidad y Reducción de Riesgos

Como Profesores de Apoyo:

Salvador Padrosa  
Andrés Salazar

En el proceso de revisión 1 al RAS-98 iniciado en Octubre de 1998 y en el de armonización con el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, iniciado en Noviembre de 1999, intervino la Junta Técnica Asesora de éste Reglamento Técnico, la cual estuvo integrada por las siguientes entidades y gremios que se relacionan a continuación con los representantes que asistieron regularmente a sus sesiones mensuales y comités de trabajo.

- **Ministerio de Desarrollo Económico**, quien actúa como Secretaría Técnica  
Carmiña Moreno R.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - **ACODAL**.  
Mauricio López  
Nelsy Ortiz
- Asociación Colombiana de Empresas de Ingeniería y Consultoría - **AICO**.  
Silvia Vanegas  
Alvaro Pardo
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - **SSPD**.  
Geovanis Arrieta  
Carlos Arturo Bazante
- Comisión de Regulación del Agua Potable y Saneamiento Básico - **CRA**.  
Gabriel Gutiérrez  
Jaime Sánchez
- Organismo Nacional de Normalización: Instituto Colombiano de Normas Técnicas – **ICONTEC**.  
Germán Nava  
Esther Andrade
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y Actividades Complementarias e Inherentes - **ANDESCO**.  
Carolina Villamil
- Asociación Colombiana de Ingenieros Constructores - **ACIC**.  
Sandra Charry
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – **ACOFI**.  
Eugenio Giraldo  
Germán Rojas
- Asociación Colombiana de Industrias Plásticas – **ACOPLASTICOS**-  
Jaime Fernández  
Enrique Forero
- Metalúrgica CONSTRUCEL Colombia S.A. – **METACOL** –  
Humberto Rodríguez.

Asesores del Ministerio de Desarrollo Económico:

- Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico.

Equipo Técnico Asesor:

María Elena Cruz  
Zoraida Parra  
Mauricio Rivera  
Armando Vargas

- Dirección de Comercio y promoción de la Competencia

Luis Ariel Lombana  
Daniel Rico

Asesor Técnico y Coordinador del proceso de Revisión:

Armando Vargas

### AGRADECIMIENTOS

El Ministerio de Desarrollo Económico agradece a los siguientes especialistas, quienes prestaron asesoría en el proceso de elaboración del RAS-98 y en el de la actualización técnica a la revisión 1 del Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico **RAS** y a los Manuales de Prácticas de Ingeniería:

Jorge Arboleda V.	- Hidrosan Ltda .
Carlos Bernal	- Salgado Meléndez
Amparo Cadena	- MinSalud
Diego Castillo	- SSPD
Gloria Castillo	- EAAB, ESP por ANDESCO
Fabio Castrellón	- HidroEstudios.
Mario Diaz-Granados	- Universidad de los Andes
Ramón Duarte	- EAAB, E.S.P
Ramón Duque	- Cinara – U. del Valle.
Guillermo Espitia	- MinDesarrollo Económico – DAPSB.
Alejandro Estrada	- Consultor Independiente
Gustavo León Giraldo	- EPM, - ESP.
José Severo González	- MinAmbiente
Alvaro Jiménez	- Tubos MOORE
Sonia R. de Hernández	- AICO
Juan Carlos Herrera	- EPM, ESP por ANDESCO –
Fernando Logreira	- ACODAL.
Alberto Méndez	- EAAB – ESP.
Jorge Ivan Mesa	- EPM – ESP

José Fernando Muñoz	- EMCALI – ESP.
Dorian Muñoz	- MinAmbiente
Antonio Nariño	- Pavco S.A.
Miguel Núñez	- MInSalud
Jaime Ortiz	- Instituto Nacional de Salud
Rubén Dario Pinzón	- Hydra Ltda.
Julio Ratia	- Triple A, Barranquilla – ESP
Rafael Roa (q.e.p.d.)	- Manufacturas de Cemento Titán.
Hernando Rodríguez	- Metropolitana de Aseo de Pasto – ESP.
Diana Salazar	- EPM – ESP.
Guillermo Sarmiento	- Conoser S.A.
Germán Torres	- Hidrotec Ltda
Humberto Triana	- EAAB – ESP.
Enrique Valderrama	- Empresas Varias de Medellín – ESP.



# REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS - 2000

SECCIÓN I

TÍTULO A

## ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO



**República de Colombia**  
Ministerio de Desarrollo Económico  
Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico

SANTAFE DE BOGOTA D.C., NOVIEMBRE DE 2000



## INDICE

---

<b>A.1. MARCO LEGAL</b>	<b>1</b>
<b>A.1.1 OBJETO</b>	<b>1</b>
<b>A.1.2 COMPETENCIA DEL CONTROL, inspeccion Y LA VIGILANCIA</b>	<b>1</b>
A.1.2.1 Licencias de construcción	1
A.1.2.2 De la sujeción a los planes de ordenamiento territorial	2
A.1.2.3 Licencias ambientales	2
A.1.2.4 Permisos especiales	2
A.1.2.5 Interventoría	2
A.1.2.6 Certificados de Conformidad	3
A.1.2.7 Junta Técnica Asesora del Reglamento	3
<b>A.1.3 IDONEIDAD Y EXPERIENCIA</b>	<b>3</b>
<b>A.1.4 SOBRE LAS NORMAS TÉCNICAS INTERNAS DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS</b>	<b>4</b>
<b>A.1.5 SOBRE OTROS REGLAMENTOS TÉCNICOS</b>	<b>4</b>
<b>A.1.6 RESPONSABILIDAD</b>	<b>4</b>
A.1.6.1 SANCIONES	4
<b>A.2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO</b>	<b>5</b>
<b>A.2.1 PASO 1 - Definición del nivel de complejidad del sistema</b>	<b>5</b>
<b>A.2.2 PASO 2- Justificación del proyecto y definición de su alcance</b>	<b>5</b>
<b>A.2.3 PASO 3 - Conocimiento del marco institucional</b>	<b>5</b>
<b>A.2.4 PASO 4 - Acciones legales</b>	<b>6</b>
<b>A.2.5 PASO 5 - Aspectos ambientales</b>	<b>6</b>
<b>A.2.6 PASO 6 - Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos</b>	<b>6</b>
<b>A.2.7 PASO 7 - estudios previos</b>	<b>6</b>
<b>A.2.8 PASO 8 – Estudios Socioeconómicos</b>	<b>6</b>
<b>A.2.9 PASO 9 - Diseño y requerimientos técnicos</b>	<b>6</b>
<b>A.2.10 PASO 10 - Selección De Materiales Y Equipos</b>	<b>6</b>
<b>A.2.11 PASO 11 - Construcción e interventoría</b>	<b>7</b>

A.2.12	PASO 12 - Puesta en marcha, operación y mantenimiento	7
<b>A.3.</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA</b>	<b>9</b>
A.3.1	NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	9
A.3.2	ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	9
A.3.3	MODIFICACIONES DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD	10
<b>A.4.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS</b>	<b>11</b>
A.4.1	ALCANCE	11
A.4.2	COMPETENCIA	11
A.4.3	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
A.4.4	DETERMINACIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO	11
A.4.5	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA	12
A.4.6	CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA Y/O NECESIDADES	12
A.4.7	EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE	12
A.4.8	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	13
<b>A.5.</b>	<b>PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>15</b>
A.5.1	ALCANCE	15
A.5.1.1	Definición de Parámetros	15
A.5.1.2	Esquema de priorización de proyectos	15
A.5.2	ALCANCE Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	18
A.5.2.1	Parámetros básicos	18
A.5.2.2	Suministro de agua potable	18
A.5.2.3	Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas	19
A.5.2.4	Tratamiento de aguas residuales domésticas	19
A.5.2.5	Sistemas de disposición de residuos sólidos	20
A.5.2.6	Manejo integral de desechos sólidos	20
<b>A.6.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO</b>	<b>27</b>
A.6.1	PLANOS	27
A.6.2	MEMORIAS	27
A.6.3	ARCHIVO DE MANUALES, PLANOS Y CATASTROS PARA CONTINGENCIAS POR DESASTRE NATURAL O PROVOCADO.	28

<b>A.7. ESTUDIOS PREVIOS</b>	<b>29</b>
<hr/>	
<b>A.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD Y DE LA ZONA DEL PROYECTO</b>	<b>29</b>
A.7.1.1 Climatología	29
A.7.1.2 Geología y suelos	29
A.7.1.3 Topografía	29
A.7.1.4 Recursos hídricos	29
A.7.1.5 Descripción de la infraestructura existente	30
A.7.1.6 Características socioeconómicas	30
A.7.1.7 Comunicaciones	30
A.7.1.8 Vías de acceso	30
A.7.1.9 Disponibilidad de mano de obra	30
A.7.1.10 Disponibilidad de materiales de construcción	30
A.7.1.11 Disponibilidad de energía eléctrica	30
<b>A.7.2 MARCO INSTITUCIONAL</b>	<b>30</b>
A.7.2.1 Definición de responsabilidades	30
A.7.2.2 Características de la entidad ejecutora	30
A.7.2.3 Participación comunitaria	31
<b>A.8. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA</b>	<b>33</b>
<hr/>	
<b>A.8.1 ALCANCE</b>	<b>33</b>
<b>A.8.2 ANÁLISIS DE COSTO EFICIENCIA</b>	<b>33</b>
<b>A.8.3 ANÁLISIS DE COSTO MÍNIMO DE EXPANSIÓN DE CAPACIDAD</b>	<b>33</b>
<b>A.9. DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORIA. CALIDADES Y REQUISITOS DE LOS PROFESIONALES</b>	<b>35</b>
<hr/>	
<b>A.9.1 DISEÑOS</b>	<b>35</b>
Diseños y su interventoría	35
A.9.1.2 Calidad de los diseñadores y de los Interventores o revisores de diseño	35
A.9.1.3 Experiencia de los diseñadores y de los interventores o revisores de diseño	35
<b>A.9.2 DIRECTORES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>35</b>
A.9.2.1 Experiencia de los directores de construcción	36
<b>A.9.3 INTERVENTORIA DE CONSTRUCCIÓN U OPERACIÓN</b>	<b>36</b>
A.9.3.1 Alcance de la interventoría	36
A.9.3.2 Obligatoriedad de la interventoría	36
A.9.3.3 Calidades del interventor	36
A.9.3.4 Experiencia del interventor	36
<b>A.9.4 GRADOS DE SUPERVISION DE LA INTERVENTORIA TECNICA</b>	<b>37</b>
A.9.4.1 GRADOS DE SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORIA TÉCNICA	37
A.9.4.2 ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA	38
A.9.4.3 DOCUMENTACIÓN A EMPLEAR POR PARTE DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA	39
A.9.4.4 CONTROLES EXIGIDOS EN LA INTERVENTORÍA TECNICA	39
A.9.4.5 SUPERVISIÓN GEOTÉCNICA Y ESTRUCTURAL	40
<b>A.9.5 PERSONAL AUXILIAR PROFESIONAL Y NO PROFESIONAL</b>	<b>40</b>

**A.10. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DEL  
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO** **41**

---

**A.10.1 COMPETENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
BÁSICO** **41**

**A.11. REQUISITOS TECNICOS OBLIGATORIOS** **43**

---

**Objeto** **43**

**A.11.1 SISTEMAS DE ACUEDUCTO** **43**

A.11.1.1	Dotación neta mínima y máxima	43
A.11.1.2	Capacidad de la fuente superficial	43
A.11.1.3	Periodo de diseño de la captación de agua superficial.	44
A.11.1.4	Capacidad de diseño de la captación de agua superficial.	44
A.11.1.5	Capacidad de la fuente subterránea	44
A.11.1.6	Periodo de diseño de pozos profundos de captaciones de agua subterránea	44
A.11.1.7	Periodo de diseño de pozos excavados para captación de agua subterránea.	45
A.11.1.8	Caudal de diseño para captaciones de agua subterránea.	45
A.11.1.9	Número mínimo de pozos profundos para captación de agua subterránea.	45
A.11.1.10	Desinfección de los pozos antes de ponerlos en funcionamiento	45
A.11.1.11	Período de diseño de las aducciones o conducciones.	45
A.11.1.12	Caudal de diseño de las aducciones o conducciones.	45
A.11.1.13	Desinfección de la conducción antes de la puesta en marcha.	46
A.11.1.14	Período de diseño de las redes de distribución.	46
A.11.1.15	Caudal de diseño de las redes de distribución.	47
A.11.1.16	Presiones en la red de distribución	47
A.11.1.17	Diámetros internos de las tuberías en la red de distribución.	48
A.11.1.18	Macromedidores	48
A.11.1.19	Micromedición	49
A.11.1.20	Disposición y diámetros mínimos de Hidrantes .	49
A.11.1.21	Distancias mínimas de los tubos de agua potable y otras redes de servicios .	49
A.11.1.22	Profundidades de instalación de las tuberías de la red de distribución.	50
A.11.1.23	Periodo de diseño de las estaciones de bombeo	51
A.11.1.24	Número de bombas	51
A.11.1.25	Caudal de diseño de las estaciones de bombeo	52
A.11.1.26	Periodo de diseño de tanques de almacenamiento y compensación	52
A.11.1.27	Número mínimo de tanques	52
A.11.1.28	Caudal de diseño de los tanques de almacenamiento	52
A.11.1.29	Volumen del tanque	52
A.11.1.30	Desinfección de los tanques de almacenamiento antes de su puesta en marcha	52
A.11.1.31	Limpieza periódica de los tanque de almacenamiento	53
A.11.1.32	Catastro de la red	53

**A.11.2 SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS** **53**

A.11.2.1	Requisitos mínimos para el desarrollo de sistemas nuevos de potabilización.	53
A.11.2.2	Procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de la fuente.	55
A.11.2.3	Estudio de tratabilidad	57
A.11.2.4	Desarenación	57
A.11.2.5	Coagulación – Mezcla rápida	58
A.11.2.6	Floculación convencional	58
A.11.2.7	Sedimentación	58
A.11.2.8	Filtración rápida	58
A.11.2.9	Filtración Lenta	59
A.11.2.10	Desinfección	59

A.11.2.11	Pretratamiento para control de sabor y olor	61
A.11.2.12	Pretratamiento para desferrización y desmanganetización.	61
A.11.2.13	Desalinización	61
A.11.2.14	Tratamiento y Manejo de Lodos.	61
A.11.2.15	Edificio de operación	62
A.11.2.16	Sistemas de instrumentación y control	63
A.11.2.17	Calidad del agua tratada	63
<b>A.11.3 SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES</b>		<b>63</b>
A.11.3.1	Contenido	63
A.11.3.2	Actividades para el planeamiento y diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales	63
A.11.3.3	Coefficientes de rugosidad cuando se utilice la fórmula de Manning para el diseño de alcantarillados.	65
A.11.3.4	Distancias mínimas a otras redes	66
A.11.3.5	Diámetro interno real mínimo de los alcantarillados sanitarios	66
A.11.3.6	Velocidad mínima en alcantarillados sanitarios	66
A.11.3.7	Velocidad máxima en alcantarillados sanitarios	66
A.11.3.8	Pendiente mínima en alcantarillados sanitarios	66
A.11.3.9	Pendiente máxima en alcantarillados sanitarios	67
A.11.3.10	Profundidad hidráulica máxima en alcantarillados sanitarios	67
A.11.3.11	Profundidad mínima de instalación en alcantarillados sanitarios	67
A.11.3.12	Profundidad máxima de instalación en alcantarillados sanitarios	67
A.11.3.13	Velocidad mínima en alcantarillados pluviales.	67
A.11.3.14	Velocidad máxima en alcantarillados pluviales	67
A.11.3.15	Pendiente mínima en alcantarillados pluviales	67
A.11.3.16	Pendiente máxima en alcantarillados pluviales	67
A.11.3.17	Profundidad mínima de instalación en alcantarillados pluviales	68
A.11.3.18	Profundidad máxima de instalación	68
A.11.3.19	Parámetros de diseño de Alcantarillados combinados	68
A.11.3.20	Parámetros de diseño de pozos de inspección	68
A.11.3.21	Parámetros de diseño de las cámaras de caída	68
A.11.3.22	Parámetros de diseño de sumideros	69
A.11.3.23	Parámetros de diseño de aliviaderos	69
A.11.3.24	Parámetros de diseño para canales de aguas lluvias	69
A.11.3.25	Parámetros de diseño para sifones invertidos	69
A.11.3.26	Periodo de diseño para estaciones de bombeo o elevadoras	70
A.11.3.27	Caudales de diseño para estaciones de bombeo o elevadoras	70
<b>A.11.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES</b>		<b>70</b>
A.11.4.1	Caracterización de aguas residuales	70
A.11.4.2	Parámetros mínimos de calidad del agua que deben medirse.	72
A.11.4.3	Caudal de diseño	72
A.11.4.4	Estudios de tratabilidad y/o Toxicidad	73
A.11.4.5	Sistemas de tratamiento en el sitio de origen	73
A.11.4.6	Trampas de Grasa	73
A.11.4.7	Tanques sépticos	74
A.11.4.8	Campos de infiltración	74
A.11.4.9	Filtros intermitentes	75
A.11.4.10	Humedales artificiales de flujo sumergido	75
A.11.4.11	Filtros sumergidos aireados	75
A.11.4.12	Tanques Imhoff	75
A.11.4.13	Sistemas centralizados	76
A.11.4.14	Selección del tratamiento - Estudios de Análisis de Alternativas	77
A.11.4.15	Rejillas. Requisitos mínimos de diseño	77

A.11.4.16	Desarenadores. Requisitos mínimos de diseño	78
A.11.4.17	Sedimentadores primarios. Requisitos mínimos de diseño	78
A.11.4.18	Tamices. Requisitos mínimos de diseño	78
A.11.4.19	Lodos activados. Requisitos mínimos de diseño	78
A.11.4.20	Filtros percoladores. Requisitos mínimos de diseño-	79
A.11.4.21	Manejo de gases en tratamientos anaerobios	80
A.11.4.22	Control de olores en tratamientos anaerobios	80
A.11.4.23	Lagunas de oxidación o estabilización. Requisitos de aplicabilidad	80
A.11.4.24	Localización de las lagunas de oxidación o estabilización	81
A.11.4.25	Desinfección de los efluentes de las PTAR	81
A.11.4.26	Manejo de Lodos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	81
A.11.4.27	Emisarios Submarinos	81
<b>A.11.5</b>	<b>SISTEMAS DE ASEO URBANO</b>	<b>82</b>
A.11.5.1	Contenido	82
A.11.5.2	Requisitos que deben cumplir las actividades de recolección	82
A.11.5.3	Aspectos de diseño de sistemas sin aprovechamiento	82
A.11.5.4	Aspectos de diseño en sistemas con aprovechamiento	83
A.11.5.5	Especificaciones para residuos sólidos aprovechables	83
A.11.5.6	Localización de la planta de incineración	83
A.11.5.7	Emisiones de los contaminantes del proceso de incineración	83
A.11.5.8	Parámetros de diseño de plantas de incineración	84
A.11.5.9	Parámetros de control de las plantas de incineración	84
A.11.5.10	Parámetros de diseño de rellenos sanitarios	84
A.11.5.11	Control Ambiental en la operación de rellenos sanitarios	85
<b>A.11.6</b>	<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS</b>	<b>85</b>
A.11.6.1	Contenido	85
A.11.6.2	Obligatoriedad de los estudios geotécnicos	85
A.11.6.3	Consideraciones Sísmicas De Los Diseños Geotécnicos.	85
A.11.6.4	Cargas y diseño sísmico de tuberías.	86
A.11.6.5	Diseño de tanques y compartimientos estancos en concreto reforzado.	86
A.11.6.6	Diseño de tanques de acero.	86
A.11.6.7	Tanques de otros materiales.	86
A.11.6.8	Análisis de vulnerabilidad.	86
A.11.6.9	Puesta en marcha.	86
A.11.6.10	Operación.	87
A.11.6.11	SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.	87
A.11.6.12	Plan de contingencias.	87
A.11.6.13	Mantenimiento.	87
<b>A.12.</b>	<b>DEFINICIONES</b>	<b>89</b>



## CAPÍTULO A.1

### A.1. MARCO LEGAL

---

#### **A.1.1 OBJETO.** *(Artículo 2)*

El presente Reglamento tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces.

#### **A.1.1.1. Alcance.** *(Artículo 3)*

Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

#### **A.1.1.2. Obligatoriedad**

El presente Reglamento Técnico contiene el acto resolutivo mediante el cual el Ministerio de Desarrollo Económico lo adopta y le confiere Carácter Oficial Obligatorio para su aplicación en todo el territorio nacional. Los requisitos, procedimientos, prácticas y Reglamentos Técnicos contenidos o mencionados en este título, tienen el carácter de disposiciones obligatorias.

#### **A.1.2 COMPETENCIA DEL CONTROL, INSPECCION Y LA VIGILANCIA** *(Artículo 203)*

Sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes, compete de manera general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12, verificar el cumplimiento de los requisitos previstos en el presente Reglamento.

Las funciones que correspondan a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en relación con el presente Reglamento, podrán ser delegadas en otras autoridades administrativas del orden departamental o municipal, en ejercicio de la facultad conferida por el artículo 105, numeral 105.4 de la Ley 142 de 1994.

#### **A.1.2.1 Licencias de construcción.** *(Artículo 206)*

De conformidad con lo establecido en el artículo 20 del Decreto 1504 de 1.998, modificado por el artículo 1° del Decreto 796 de 1.999, corresponde a las oficinas de planeación municipal o distrital o a la autoridad municipal o distrital que cumpla sus funciones, la expedición del permiso o licencia de ocupación y utilización del espacio público cuando para la provisión de servicios públicos, se utilice el espacio aéreo o el subsuelo de inmuebles o áreas pertenecientes al espacio público, de conformidad con los mecanismos establecidos por el municipio o distrito titular del derecho de propiedad sobre los mismos.

A la solicitud de permiso o licencia **deberán** acompañarse los siguientes documentos:

1. Estudio de la factibilidad técnica y ambiental y del impacto urbano de la construcción propuesta.
2. Estudio de la coherencia y sujeción de las obras a los planes de ordenamiento territorial y los instrumentos que los desarrollen.
3. Dos (2) copias heliográficas de los planos del proyecto firmados y rotulados por el diseñador, quien se hará responsable de la veracidad de la información contenida en ellos.

Los planos y estudios permanecerán en los archivos de la autoridad municipal o distrital competente para expedir la autorización o licencia de la que trata el presente literal.

El incumplimiento de esta obligación, dará lugar a la imposición de las sanciones previstas por la Ley.

#### **A.1.2.2 De la sujeción a los planes de ordenamiento territorial. (Artículo 4)**

La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar obligatoriamente a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial de cada localidad, en los términos del artículo 16 de la Ley 388 de 1997.

En aquellos eventos en los cuales las empresas de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo acrediten a plenitud que por motivos ambientales, técnicos o económicos no sea posible localizar parte de las infraestructuras en el territorio de su jurisdicción y sea necesario ubicarlas en el territorio de otro municipio, el Alcalde de esta última entidad territorial autorizará tal localización y brindará las garantías indispensables para asegurar la prestación del servicio, previo cumplimiento de las normas vigentes.

#### **A.1.2.3 Licencias ambientales. (Artículo 207)**

Para la ejecución de las obras inherentes a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que pueden producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al paisaje, tal como lo expresen las disposiciones legales vigentes

Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, deberá observar y contemplar el pago de las Tasas por Utilización de Aguas prevista en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

#### **A.1.2.4 Permisos especiales. (Artículo 208)**

La modificación al nivel de complejidad del sistema establecido en el literal A.3.3 del presente Reglamento Técnico **debe** ser autorizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable en los términos del artículo 73, numeral 73.5 y artículo 74, numeral 74.2, literal b de la Ley 142 de 1994.

Los oferentes de bienes y/o servicios para sistemas de agua potable y saneamiento básico que incorporen tecnologías no institucionalizadas aun en el país deberán presentar, además del Certificado de Conformidad expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio, los permisos especiales de los Ministerios del Medio Ambiente y/o Salud, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud.

#### **A.1.2.5 Interventoría. (Artículo 52)**

De conformidad con lo dispuesto por los artículos 334, 365 y 366 de la Constitución Política, que le asignan al Estado la dirección general de la economía y la intervención, por mandato de la Ley, en los servicios públicos, los cuales son inherentes a la finalidad social del Estado, siendo objetivo fundamental el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, entre los que se encuentra la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de saneamiento ambiental y de agua potable, para la ejecución de obras y/o diseños propios del sector, será obligatoria la interventoría permanente o transitoria.

En este caso, la interventoría deberá ser adelantada por funcionarios dependientes laboralmente de la entidad contratante o ejecutora de la obra y/o diseño, o por personas naturales y/o jurídicas independientes laboralmente de la entidad contratante o ejecutora. De todas maneras estas personas deberán reunir la idoneidad, experiencia y calidades exigidas en el presente Reglamento Técnico.

La interventoría tendrá las funciones técnicas y administrativas previstas en el presente Reglamento y será responsable civilmente por la omisión o deficiencia en el desempeño de las mismas, así como por los hechos y omisiones que le fueren imputables y que causen daño o perjuicio a las entidades prestadoras y/o a los usuarios del servicio.

#### **A.1.2.6 Certificados de Conformidad. (Artículo 209)**

Las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento básico, o quien haga sus veces, exigirán los Certificados de Conformidad con los Reglamentos Técnicos de los Ministerios del Medio Ambiente, Salud y/o de otras entidades competentes para expedirlos, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud o porque estos Reglamentos Técnicos buscan proteger al consumidor y garantizar la seguridad en su uso. También se deberá solicitar a los oferentes de bienes y servicios, el certificado de conformidad con Norma Técnica Colombiana, en concordancia con lo estipulado en el Decreto 2269 de noviembre de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico y la Resolución 6050 de 1999 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

#### **A.1.2.7 Junta Técnica Asesora del Reglamento. (Artículo 9)**

##### **A.1.2.7.1 Integración**

El Ministerio de Desarrollo Económico, con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este Reglamento, integrará una Junta Técnica Asesora, y regulará sus actuaciones y procedimientos.

Dicha Junta será conformada por un (1) representante de cada uno de los gremios y entidades que se relacionan a continuación:

- Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico, quien actuará como secretaria técnica.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD.
- Comisión de Regulación del Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - ACODAL.
- Asociación Colombiana de Empresas de Ingeniería y Consultoría - AICO.
- Organismo Nacional de Normalización: Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC.
- Asociación Nacional De Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y Actividades Complementarias e Inherentes - ANDESCO.
- Asociación Colombiana de Ingenieros Constructores - ACIC.
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI.

Igualmente, participarán dos representantes de las industrias del sector, las cuales serán escogidas por el Ministro de Desarrollo Económico de una terna concertada por los diferentes gremios.

##### **A.1.2.7.2 Funciones**

Serán funciones generales de la Junta Técnica Asesora del Reglamento las siguientes:

1. Asesorar en forma permanente, la revisión, modificación y actualización del Reglamento Técnico de oficio o a solicitud de la parte interesada, previo estudio de la viabilidad y conveniencia de la petición.

2. Recomendar la incorporación al Reglamento Técnico de métodos y tecnologías de punta aplicables al sector de agua potable y saneamiento básico.
3. Participar en la elaboración de normas técnicas que afecten al sector de agua potable y saneamiento básico.

### **A.1.3 IDONEIDAD Y EXPERIENCIA.**

*(Artículo 5)*

Las autoridades territoriales y/o empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, exigirán para la ejecución de diseños, consultorías, interventorías, obras y servicios propios del sector, que la persona natural o jurídica ejecutora acredite los requisitos de idoneidad y experiencia de que trata el capítulo A.9 del presente Reglamento Técnico.

### **A.1.4 SOBRE LAS NORMAS TÉCNICAS INTERNAS DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.**

*(Artículo 6)*

El presente Reglamento no afecta la aplicación de normas y especificaciones técnicas que internamente emitan las empresas prestadoras de los servicios, siempre que no vayan en detrimento de la calidad del servicio y no contradigan el presente Reglamento Técnico..

### **A.1.5 SOBRE OTROS REGLAMENTOS TÉCNICOS.**

*(Artículo 7)*

El presente Reglamento hace referencia al Decreto 475 de 1998, expedido por los Ministerios de Salud y Desarrollo Económico por el cual se expiden las Normas Técnicas de Calidad del Agua Potable, las Normas de Calidad de los vertimientos a los cuerpos de agua contenidas en el Decreto 1594 de 1984 expedido por el Ministerio de Salud, las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98) de la Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998

### **A.1.6 RESPONSABILIDAD.**

*(Artículo 204)*

La responsabilidad civil, penal o fiscal originada en la inobservancia de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, será la que determine la Ley y recaerá en forma individual en los contratantes, profesionales que elaboren los diseños, constructores que ejecuten las obras, interventores que supervisen los diseños y las obras y autoridades que las autoricen sin diligenciar los requisitos aquí previstos.

#### **A.1.6.1 SANCIONES.**

*(Artículo 205)*

Los diseñadores, constructores, interventores, entidades o personas contratantes y/o autoridades públicas que elaboren, adelanten y/o permitan diseños, adelanten y/o permitan la ejecución de obras propias del sector de agua potable y saneamiento básico sin observar las disposiciones previstas en este Reglamento, serán sancionados por la autoridad competente, de acuerdo a lo previsto por la Ley.

## CAPÍTULO A.2

### A.2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

---

#### (Artículo 10)

Los proyectos que se lleven a cabo en el territorio nacional en el sector de agua potable y saneamiento básico, cubiertos por el alcance de este Reglamento deberán ser ejecutados por profesionales que tengan las calidades y los requisitos de idoneidad que trata el capítulo A.9 y deberán seguir el siguiente procedimiento general :

#### A.2.1 PASO 1 - DEFINICIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

Debe definirse el **nivel de complejidad del sistema**, según se establece en el capítulo A.3 para cada uno de los componentes del sistema.

#### A.2.2 PASO 2- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINICIÓN DE SU ALCANCE

Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico **debe** justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. (Véase capítulo A.4)

Además, el proyecto **debe** cumplir los criterios de priorización establecidos en el capítulo A.5

#### A.2.3 PASO 3 - CONOCIMIENTO DEL MARCO INSTITUCIONAL

El consultor y/o el diseñador y el interventor del diseño **deben** conocer las diferentes entidades relacionadas con la prestación del servicio público referente al sistema, estableciendo las responsabilidades y funciones de cada una. Las entidades y aspectos que **deben** identificarse son :

1. Entidad responsable del proyecto.
2. Papel del municipio, ya sea como prestador directo o indirecto del servicio.
3. Entidad Prestadora del servicio. (Oficial, mixta o privada)
4. Entidades territoriales competentes.
5. Entidades de planeación. (Departamento Nacional de Planeación DNP, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico DGAPSB, etc.)
6. Entidad reguladora. (Comisión de regulación de Agua Potable CRA)
7. Entidad de control, inspección y vigilancia. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD u otra)
8. Operador.
9. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema.
10. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales y municipales del medio ambiente, etc.)

#### **A.2.4 PASO 4 - ACCIONES LEGALES**

El consultor y/o el diseñador y el interventor del diseño **deben** conocer las leyes, decretos, reglamentos y normas técnicas relacionadas con la conceptualización, diseño, operación, construcción, mantenimiento, supervisión técnica y operación de un sistema o cada uno de sus componentes en particular.

Además, deben tomar las medidas legales necesarias para garantizar el adecuado desarrollo del proyecto de acueducto o alguno de sus componentes.

#### **A.2.5 PASO 5 - ASPECTOS AMBIENTALES**

**Debe** presentarse un estudio sobre el impacto ambiental generado por el proyecto, ya sea negativo o positivo, en el cual se incluya una descripción de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente generados por el proyecto, según el literal A.1.2.3

#### **A.2.6 PASO 6 - UBICACIÓN DENTRO DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO PREVISTOS**

El consultor y/o diseñador y el interventor del diseño **deben** conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados en términos de la Ley 388 de 1997 y establecer las implicaciones que el proyecto de un sistema, o cualquiera de sus componentes, tendría dentro del desarrollo urbano.

En particular, el diseño de un sistema, o cualquiera de sus componentes, **debe** contemplar la dinámica de desarrollo urbano prevista en el corto, mediano y largo plazo de las áreas habitadas y las proyectadas en los próximos años, teniendo en cuenta la utilización del suelo, la estratificación socioeconómica, el plan vial y las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales entre otros aspectos.

#### **A.2.7 PASO 7 - ESTUDIOS PREVIOS**

Todo proyecto de cualquier sistema del sector de agua potable y saneamiento básico **debe** llevar a cabo los estudios previos mencionados en el capítulo A.7.

#### **A.2.8 PASO 8 – ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS**

El diseño de cualquier sistema en el sector de agua potable y saneamiento básico **debe** someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el capítulo A.8.

#### **A.2.9 PASO 9 - DISEÑO Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

El diseño de cualquier componente de un sistema de agua potable y saneamiento básico **debe** cumplir con los requisitos mínimos establecidos en los capítulos A.9 y A.11 del presente Reglamento Técnico.

#### **A.2.10 PASO 10 - SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS**

El proveedor de tuberías, accesorios y equipos utilizados en la construcción de cualquier componente de un sistema de agua potable y saneamiento básico **debe** cumplir con lo dispuesto en los artículos 7° y 8° del Decreto 2269 de noviembre de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico, o aquel que lo sustituya o adicione, en lo concerniente al cumplimiento del presente Reglamento Técnico y a la entrega al comprador del Certificado de Conformidad expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio.

### **A.2.11 PASO 11 - CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORÍA**

Los procesos de construcción, supervisión técnica e interventoría se ajustarán a los requisitos establecidos en los capítulos A.9 y A.11 del presente Reglamento Técnico

### **A.2.12 PASO 12 - PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados.

Sin perjuicio de la exigencia de las pólizas de Garantía de Cumplimiento y Estabilidad, cuando se utilicen métodos alternativos de diseño y construcción y/o suministros que incorporen tecnologías no institucionalizadas aún en el país, el constructor, fabricante o proveedor deberá poner en marcha y operar, o acompañar la operación al menos durante seis meses en la nueva tecnología, de forma que se verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento.





## CAPÍTULO A.3

### **A.3. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA**

#### **A.3.1 NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.**

(Artículo 11)

Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad:

1. **Bajo**
2. **Medio**
3. **Medio Alto**
4. **Alto**

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la tabla A.3.1.

TABLA A.3.1  
**Asignación del nivel de complejidad**

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

**Notas :** (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

#### **A.3.2 ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.** (Artículo 12)

La asignación del nivel de complejidad de todo proyecto objeto del presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento y **debe** hacerse según las siguientes disposiciones:

1. La población que **debe** utilizarse para clasificar el nivel de complejidad corresponde a la proyectada en la zona urbana del municipio en el periodo de diseño de cada sistema o cualquiera de sus componentes. **Debe** considerarse la población flotante.
2. El nivel de complejidad del sistema adoptado **debe** ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la población urbana y la capacidad económica. La clasificación anterior solamente puede ser superada si se demuestra que el grado de exigencia técnica es alto y cumple con el requisito 3 del literal A.3.3.
3. En ningún caso se permite la adopción de un nivel de complejidad del sistema más bajo que el establecido según los anteriores numerales.
4. Para determinar la capacidad económica de los usuarios debe utilizarse alguna de las siguientes metodologías:
  - a) La estratificación de los municipios de acuerdo con la metodología establecida por el DNP.

- b) Salarios promedio del municipio.
- c) Ingreso personal promedio del municipio.
- d) O cualquier otro método justificado.

Además, para todos los niveles de complejidad del sistema **debe** cumplirse lo siguiente :

1. El estándar mínimo establecido en el presente Reglamento corresponde al nivel de complejidad del sistema Bajo para todos los casos.
2. Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben cumplir con las normas técnicas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998 de Minsalud y Mindesarrollo Económico o el que lo reemplace o adicione, en todos los niveles de complejidad de los acueductos .

### **A.3.3 MODIFICACIONES DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD.**

*(Artículo 13)*

Se permite la adopción de un nivel de complejidad más alto al determinado en el literal anterior, siempre y cuando el municipio o la empresa de servicios cumpla con los siguientes requisitos :

1. Se justifique técnicamente que en las condiciones establecidas para el nivel de complejidad inicialmente propuesto no se logra la solución necesaria para el problema de salud pública o de medio ambiente existente en la localidad y que es conveniente la adopción de un nivel de complejidad superior. En este caso, el nivel de complejidad propuesto será válido únicamente para un sistema en particular y no podrá extenderse a los demás sistemas existentes o a todo el municipio.
2. Se demuestre capacidad de inversión y capacidad técnica de operación y mantenimiento para desarrollar el sistema en un nivel de complejidad superior.
3. Cuando el grado de exigencia técnica del proyecto sea tal que no hay otra solución económicamente viable para alcanzar el objetivo del proyecto. Se deberá demostrar que es necesario manejar equipos, procesos costosos y mano de obra especializada para la operación y el mantenimiento.

La adopción de un nivel de complejidad diferente **debe** ser autorizada por la Comisión de Regulación de Agua Potable.

## CAPÍTULO A.4

### **A.4. IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS**

---

#### **A.4.1 ALCANCE**

En este capítulo se definen los criterios que **deben** ser tenidos en cuenta en la justificación de proyectos relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico.

#### **A.4.2 COMPETENCIA.** *(Artículo 14)*

Las entidades territoriales, las ESP y otras que promuevan y desarrollen inversiones en el sector, **deben** identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico con el propósito de satisfacer necesidades inherentes al sector, racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad del proyecto.

#### **A.4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.** *(Artículo 15)*

La entidad territorial correspondiente debe presentar en forma concreta el (los) problema(s) o la(s) necesidad(es) que se va(n) a abordar con el proyecto de agua potable o saneamiento básico, con el fin de justificar su ejecución en la medida en que se obtengan beneficios sociales en el área de su jurisdicción. El problema **debe** expresarse en términos de alguna o varias de las siguientes condiciones:

1. Carencia de los servicios de agua potable, recolección y evacuación de aguas residuales y/o aseo urbano por inexistencia de la infraestructura física necesaria.
2. Prestación insuficiente del servicio objeto del sistema en cuanto a cobertura, continuidad y/o calidad.
3. Deficiencia en la prestación del servicio causada por malas condiciones de la infraestructura existente. En la medida de lo posible debe cuantificarse físicamente la deficiencia en términos de variables como continuidad y/o cobertura.
4. Existencia de problemas de salud pública solucionables con la ejecución de un proyecto de agua potable o saneamiento básico.
5. Existencia de problemas relacionados con el deterioro del medio ambiente, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales, o aquellos causados por el incumplimiento de las normas ambientales.

#### **A.4.4 DETERMINACIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.** *(Artículo 16)*

La entidad territorial correspondiente, la ESP u otra entidad que promueva y desarrolle inversiones en el sector, debe definir un objetivo concreto del proyecto, el cual **debe** estar dirigido a solucionar el problema identificado, sus causas y consecuencias, así como las características de la población y de la zona que está siendo afectada por el mismo.

El objetivo debe indicar claramente el estado deseado que se espera obtener a través de la ejecución del proyecto y expresarse en términos de resultados.

Como regla general, el objetivo **debe** cumplir con las siguientes condiciones:

1. Tener un peso significativo dentro de los costos y beneficios del proyecto.

2. Ser realista y realizable bajo las condiciones externas que lo afectan y debe contar con los recursos previstos.
3. Ser medible y cuantificable en el tiempo a través de uno o más indicadores.
4. Estar delimitado en el tiempo.
5. Permitir la comparación de la situación actual y futura en forma clara y precisa.
6. Incorporar beneficiarios o grupos objetivo.
7. Insertarse en los lineamientos (marco de referencia) a largo plazo previstos en los planes maestros de los servicios de acueducto y alcantarillado.
8. Estar de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de la zona, de tal manera que se eviten desarrollos urbanos caóticos y descontrolados.

#### **A.4.5 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA.**

*(Artículo 17)*

Como complemento a la justificación de un proyecto de agua potable o saneamiento básico, la entidad territorial **debe** determinar la población directa o indirectamente afectada por el problema detectado en el literal anterior, así como la población objetivo o beneficiada con la ejecución del proyecto, calculada dentro del periodo de diseño del mismo.

#### **A.4.6 CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA Y/O NECESIDADES.**

*(Artículo 18)*

La entidad territorial del proyecto, la ESP o cualquier otra entidad que promueva y desarrolle inversiones en el sector, debe calcular las demandas actuales y futuras de su sistema con el objetivo de estimar la capacidad necesaria de las obras por construirse, así como de planear adecuadamente las expansiones de cada uno de los componentes. Para esto, **deben** llevarse a cabo las siguientes actividades:

1. Estimar la demanda del servicio objeto del sistema y las necesidades reales de capacidad en el periodo de evaluación, considerando el efecto de las diferentes actividades económicas permanentes y temporales dentro del periodo de análisis que puedan implicar un aumento en la demanda.
2. Definir un periodo de diseño, que será el periodo de tiempo durante el cual la capacidad del sistema debe permitir satisfacer la demanda de la población.
3. Estimar la población actual y futura del municipio con base en el periodo de diseño.
4. Realizar una estimación del nivel máximo de servicios y/o capacidad que será posible atender cada cuatro o cinco años del periodo de diseño, utilizando la información de la capacidad instalada en el momento del diseño y los planes de expansión previstos.
5. Obtener un estimativo del déficit en la prestación de los servicios en cada año durante el periodo analizado, el cuál es calculado como la diferencia entre la oferta y la demanda.

#### **A.4.7 EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE.**

*(Artículo 19)*

En el caso de ampliaciones de un sistema, la entidad territorial, la ESP o cualquier otra entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, **debe** realizar una evaluación del mismo, buscando obtener información sobre el funcionamiento general, la capacidad máxima real, la eficiencia y los criterios operacionales.

Después del análisis **debe** diagnosticar si es posible mejorar o no los niveles de eficiencia del sistema.

La evaluación de los sistemas existentes **debe** realizarse en los componentes mostrados en la tabla A.4.1.

TABLA A.4.1  
**Parámetros por evaluar en los sistemas existentes**

Sistema	Parámetros sujetos de la evaluación
Servicio de suministro de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad y continuidad de la fuente</li> <li>• Evaluación de las dotaciones</li> <li>• Captación y pretratamientos</li> <li>• Capacidad y estado general de la aducción y/o conducción</li> <li>• Capacidad de la PTAP</li> <li>• Calidad actual del agua en planta y en la red de distribución</li> <li>• Estado de la red de distribución</li> <li>• Porcentaje de pérdidas técnicas</li> <li>• Cobertura del servicio</li> <li>• Capacidad del almacenamiento</li> <li>• Continuidad del servicio</li> <li>• Tarifas</li> <li>• Cobertura de la Macromedición</li> <li>• Cobertura de Micromedición</li> </ul>
Servicio de recolección y disposición de aguas residuales y pluviales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura actual</li> <li>• Estimación de conexiones erradas</li> <li>• Estimación de infiltraciones</li> <li>• Capacidad de la PTAR</li> <li>• Tarifas</li> <li>• Caracterización de las aguas residuales</li> <li>• Calidad de agua en la fuente receptora</li> </ul>
Servicio de aseo urbano	<p style="margin: 0;">SISTEMA DE RECOLECCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura y frecuencia de la recolección</li> <li>• Capacidad y calidad de los vehículos</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Tarifas</li> </ul> <p style="margin: 0;">DISPOSICIÓN FINAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la operación</li> <li>• Manejo de lixiviados</li> <li>• Problemas de contaminación en aguas superficiales y subterráneas</li> <li>• Vida útil del sitio de disposición final</li> <li>• Impacto ambiental dentro del servicio de aseo urbano</li> <li>• Cerramiento y clausura.</li> </ul>

**A.4.8 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. (Artículo 20)**

Antes de la ejecución de cualquier proyecto, la entidad territorial correspondiente **debe** evaluar las condiciones físicas y de operación de la infraestructura actual, buscando el máximo aprovechamiento de estas obras dentro del proyecto propuesto, o modificación en sus procedimientos de operación para mejorar la eficiencia.

El análisis **debe** cubrir los siguientes puntos :

1. Nivel y estado actual de los servicios.
2. Estado del catastro de la red
3. Información general relacionada con la situación actual que se desea cambiar.
4. Descripción del estado de las obras físicas.
5. Información sobre labores de mantenimiento realizadas en los 2 últimos años, donde se incluyan, en lo posible, los daños ocurridos de forma imprevista, su causa y métodos de reparación.

En todo caso, **debe** evaluarse la posibilidad de la utilización de obras existentes como parte de las obras civiles e infraestructura necesarias para el proyecto.

## CAPÍTULO A.5

### A.5. PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

---

#### NOMENCLATURA.

(Artículo 21)

AP-AL	= rezago entre cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la del agua potable
Cob.AP	= cobertura de agua potable
Cob RDS	= cobertura de recolección de desechos sólidos
CE Plu/San	= porcentaje de conexiones erradas del alcantarillado pluvial al sanitario
CE San/Plu	= porcentaje normal de conexiones erradas sanitario al pluvial
%Inf	= porcentaje de Infiltración Normal
mic	= cobertura de micromedición
MAC	= cobertura de macromedición
Per Adu	= pérdidas en aducción
Per Dis	= pérdidas en distribución

#### A.5.1 ALCANCE.

(Artículo 21)

Las entidades territoriales, las ESP y otras que promuevan y desarrollen inversiones en el sector, deben identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico con el propósito de satisfacer necesidades inherentes al sector, racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad económica de los proyectos. En esta sección se define la metodología que **debe** seguirse para tal fin.

##### A.5.1.1 Definición de Parámetros.

(Artículo 21)

Para la aplicación de este Reglamento, la tabla A.5.1 define los límites mínimos de cobertura de algunos parámetros utilizados en el proceso de priorización.

TABLA A.5.1  
Variables límites para el proceso de priorización

Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Cobertura mínima de agua potable	Cob.AP	95%	90%	90%	85%
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos	Cob RDS	95%	85%	85%	80%

Se entenderá por cobertura la relación entre la población que cuenta con el servicio público en cuestión y la población total.

##### A.5.1.2 Esquema de priorización de proyectos.

(Artículo 22)

La primera prioridad para una entidad territorial, una ESP u otra entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, será llevar a cabo inversiones que tengan un efecto positivo manifiesto en la salud pública de los habitantes y de su medio ambiente, razón por la cual, tienen preferencia la ejecución de obras de suministro de agua potable de adecuada calidad, según el Decreto 475 de 1998, y la recolección y disposición de aguas residuales. En un nivel inferior de prioridad, se sitúan el manejo de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

Se presenta a continuación una metodología para seleccionar los proyectos prioritarios en materia de agua potable y saneamiento básico, definiendo las actividades complementarias. Dicha metodología podrá hacerse por sectores del municipio.

Así, los proyectos y acciones de las entidades territoriales, las ESP o las que desarrollen o promuevan inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico **deben** ejecutarse evaluando el cumplimiento de las siguientes condiciones que indican el orden **obligatorio** de prioridades, empezando por el de mayor preferencia:

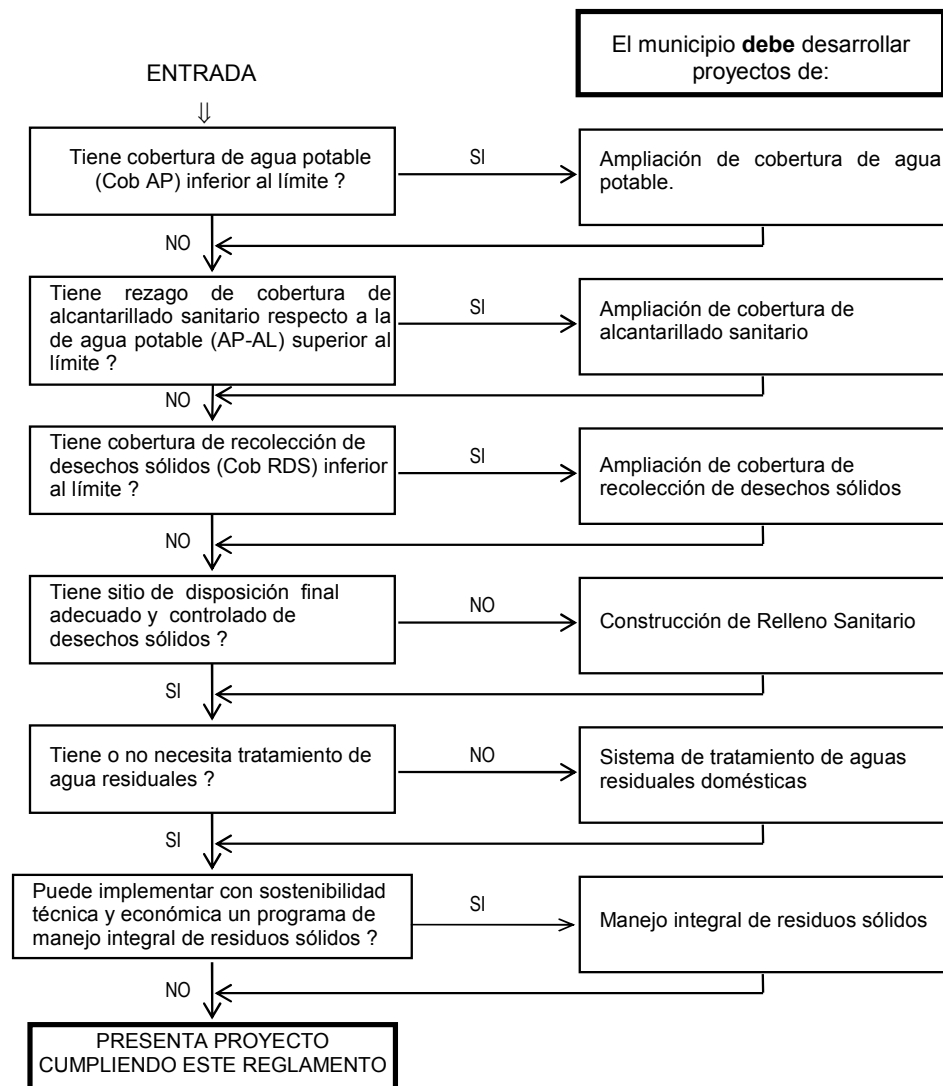
1. Si la cobertura actual del servicio de agua potable (Cob AP) es menor que el porcentaje establecido en la tabla A.5.1, debe ser de mayor prioridad de ejecución un proyecto de ampliación en la cobertura de agua potable.
2. Si la diferencia entre la cobertura actual del servicio de agua potable y la cobertura actual del servicio de alcantarillado sanitario (AP-AL) es mayor que el valor establecido en la tabla A.5.1, debe seguir en orden de prioridades de ejecución un proyecto de ampliación de la cobertura del sistema de recolección de aguas residuales.
3. Si la cobertura actual del servicio de aseo urbano (Cob RDS) es menor que el valor establecido en la tabla A.5.1, debe seguir la ejecución de un proyecto de ampliación de la cobertura de recolección de desechos sólidos.
4. En caso de no tener sitio de disposición final controlada y adecuada de desechos sólidos, debe seguirse con la formulación de un proyecto de relleno sanitario
5. En caso de tener problemas de calidad de agua en las fuentes receptoras, debe incluirse la ejecución de un proyecto de tratamiento de aguas residuales
6. En caso de ser necesario, puede incluirse la ejecución de un programa de manejo de desechos sólidos, ubicado en el último orden de prioridad.

La figura A.5.1 resume el procedimiento para establecer prioridades en las inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico.



FIGURA A.5.1  
**Diagrama general de priorización de proyectos**

Valores límites de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Cobertura mínima de agua potable	Cob.AP	95%	90%	90%	85%
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos	Cob RDS	95%	85%	85%	80%



## A.5.2 ALCANCE Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Todo proyecto **debe** presentarse con actividades complementarias destinadas a mejorar la eficiencia del servicio y a cumplir con las disposiciones de este Reglamento y otras autoridades competentes del sector. En este literal se establecen las actividades que serán necesarias en cada caso.

### A.5.2.1 Parámetros básicos. *(Artículo 23)*

Para efectos de este Reglamento, en la tabla A.5.2 se definen los parámetros que el diseñador **debe** tener en cuenta en la determinación de las características del proyecto, según el nivel de complejidad del sistema establecido.

TABLA A.5.2  
Parámetros para el desarrollo de cada sistema

		Valores según el nivel de complejidad del sistema (Porcentaje)			
		Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Cobertura mínima de agua potable	Cob.AP	95%	90%	90%	85%
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la de agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos	Cob RDS	95%	85%	85%	80%
Porcentaje mínimo de Conexiones Erradas Pluvial/Sanitario	CE Plu/San	0%	5%	10%	10%
Porcentaje mínimo Normal de Conexiones Erradas Sanitario/Pluvial	CE San/Plu	0%	5%	10%	10%
Cobertura mínima de micromedición	Mic	100%	100%	100%	100%
Cobertura mínima de macromedición	MAC	100%	100%	100%	100%
Pérdidas máximas en aducción	Per Adu	5%	5%	5%	5%
Pérdidas Máximas Totales	Per Total.	30%	30%	30%	30%

### A.5.2.2 Suministro de agua potable. *(Artículo 24)*

Cualquier proyecto dirigido a la ampliación de la cobertura o mejoramiento del servicio de suministro agua potable **debe** complementarse con las siguientes actividades, en caso de que se presenten algunas de las condiciones establecidas en la figura A.5.1.A :

1. Ampliación de cobertura de alcantarillado.
2. Plan de mejoramiento de la calidad del agua.
3. Plan de incremento de los niveles de macromedición.
4. Programa de ampliación de cobertura de la micromedición.
5. Programa de reducción de pérdidas
6. Verificación de dotaciones y plan dirigido a reducir el consumo de agua, según la Ley 373 de 1997. Utilización de instrumentos de bajo consumo y campañas de ahorro de agua.

### **A.5.2.3 Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas. (Artículo 25)**

Un proyecto de ampliación de cobertura de alcantarillado sanitario deberá incluir además del desarrollo de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas, el de las pluviales, ya sea en sistemas independientes o en sistemas combinados.

#### **A.5.2.3.1 Sobre la pavimentación de calles**

No se debe permitir pavimentar una calle antes de la construcción de sus redes de alcantarillado sanitario y/o pluvial o combinado, a menos que la pavimentación sea hecha con adoquines. Se exceptúan algunos casos de alcantarillados condominiales, cuando se demuestre que la recolección de las aguas residuales, no afectará la calzada que se va a pavimentar..

#### **A.5.2.3.2 Alcantarillado sanitario o combinado. (Artículo 26)**

Se necesita llevar a cabo un sistema de recolección de aguas residuales domésticas cuando la diferencia entre las coberturas de acueducto y de alcantarillado sanitario sea mayor que el porcentaje establecido en algunas áreas de la localidad, según la tabla A.5.2

El proyecto de recolección y disposición de aguas residuales domésticas **debe** complementarse con los siguientes programas, cuando se den las condiciones expuestas en la figura A.5.2:

1. Revisión del sistema de agua potable cuando se presenten dotaciones por fuera de los rangos establecidos en el capítulo B.2.
2. Programa de mantenimiento preventivo y reparación de redes de alcantarillado sanitario.
3. Programa de ampliación del alcantarillado pluvial.

#### **A.5.2.3.3 Alcantarillado pluvial o combinado. (Artículo 27)**

Se considera necesario llevar a cabo un proyecto de recolección de aguas pluviales mediante la ejecución de un proyecto de alcantarillado pluvial o combinado cuando existan problemas de drenaje de las aguas lluvias.

En caso de que el porcentaje de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial sea mayor que el valor establecido, el proyecto **debe** contener un programa de mantenimiento y reparación del alcantarillado sanitario. (Véase figura A.5.3)

### **A.5.2.4 Tratamiento de aguas residuales domésticas. (Artículo 28)**

Un proyecto de tratamiento de aguas residuales **debe** llevarse a cabo cuando un estudio de calidad de agua en la fuente receptora demuestre que existe o existirá un problema de salud pública o de carácter ambiental, cuya magnitud amerite la construcción de dicho sistema.

Un proyecto de tratamiento de aguas residuales **debe** complementarse con las siguientes actividades cuando se cumplan las condiciones expuestas en la figura A.5.4:

1. Estudios de calidad de agua de la fuente receptora.
2. Caracterización de las aguas residuales domésticas a vertirse en la fuente.
3. Sistema separado de aguas residuales domésticas y pluviales.
4. Programa dirigido a la corrección de conexiones erradas, construcción de interceptores de aguas residuales y reparación y/o construcción de aliviaderos.
5. Plan de mantenimiento preventivo y reparación total del sistema de alcantarillado.
6. Sistema de pretratamiento industrial para remoción de tóxicos.

#### **A.5.2.5 Sistemas de disposición de residuos sólidos.**

**(Artículo 29)**

Todo proyecto destinado a la disposición de residuos sólidos **debe** contener las siguientes actividades, dadas las condiciones expuesta en la figura A.5.5:

1. Alternativas de relocalización
2. Plan de mejoramiento y rehabilitación existente
3. Plan de minimización de impactos

#### **A.5.2.6 Manejo integral de desechos sólidos.**

**(Artículo 30)**

En todo programa de manejo integral de desechos sólidos **debe** incluirse los siguientes planes cuando se cumplan las condiciones expuestas en la figura A.5.6:

1. Plan de optimización de las rutas de recolección.
2. Plan de optimización del tamaño y número de vehículos
3. Posibilidad de reducir los residuos en la fuente.
4. Posibilidad de introducir la clasificación de la basura. Sólo para los niveles **medio alto y alto**.
5. Disposición final.

FIGURA A.5.1.A

**Diagrama para determinación de programas complementarios en un sistema de abastecimiento de agua potable**

Valores máximos de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Nivel de complejidad			
		Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto a la de agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Cobertura mínima de macromedición	MAC	100%	100%	100%	100%
Cobertura mínima de micromedición	Mic	100%	100%	100%	100%
Pérdidas máximas en aducción	Per Adu	5%	5%	5%	5%
Pérdidas Totales Máximas	Per Tec	30%	30%	30%	30%

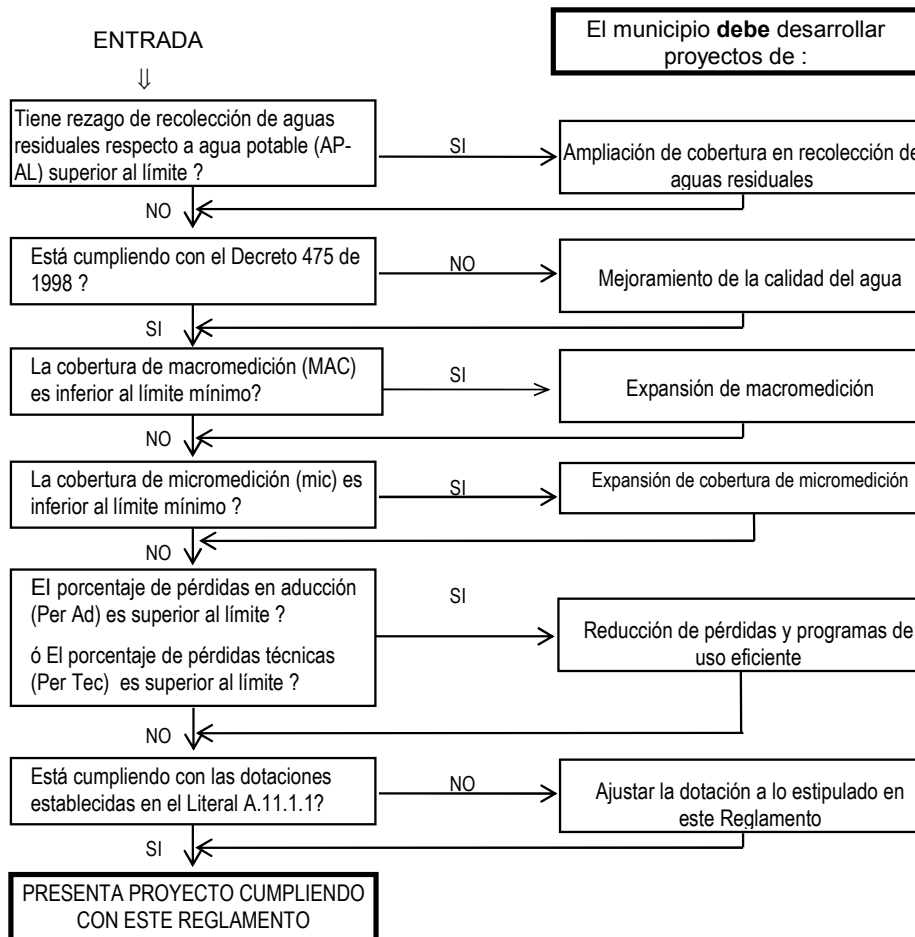
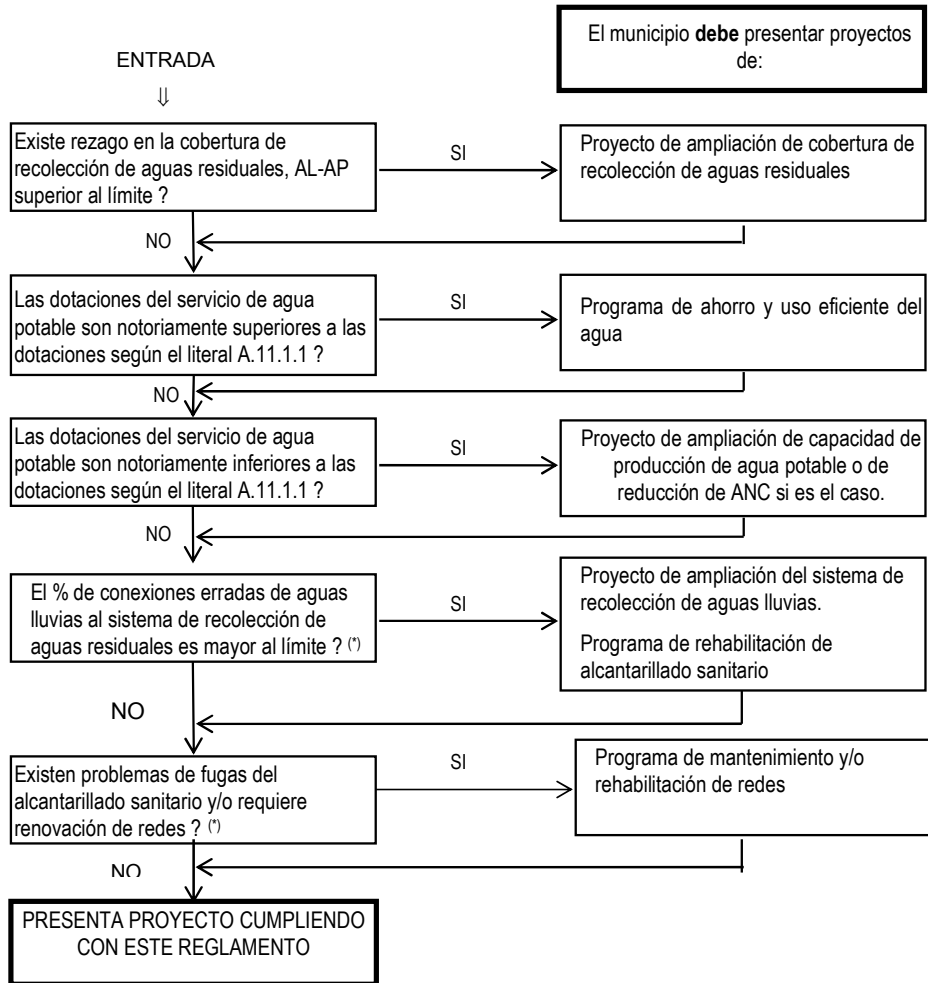


FIGURA A.5.2

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de alcantarillado sanitario o combinado**

Valores máximos de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Conexiones erradas de aguas lluvias al sistema sanitario	CE San/Plu	15%	15%	15%	15%
Porcentaje de infiltraciones	%Inf	15%	15%	20%	20%

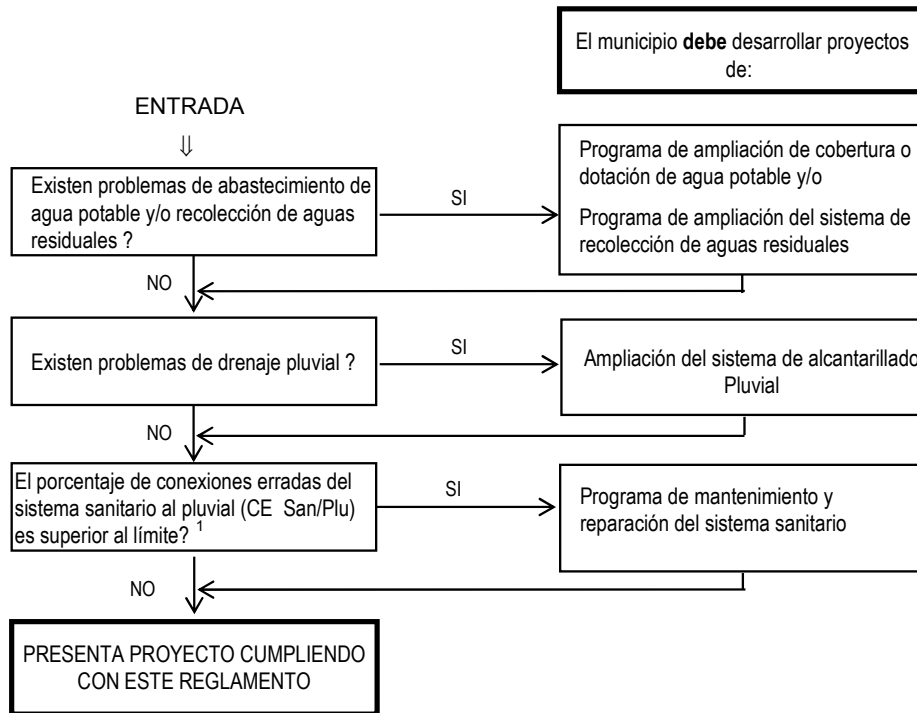


(\*) Pregunta no válida para sistemas combinados

FIGURA A.5.3

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de alcantarillado pluvial o combinado**

Valores máximos de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Rezago de cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la de agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial	CE San/Plu	0%	5%	10%	10%



<sup>1</sup> Pregunta no válida para sistemas combinados

FIGURA A.5.4

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de tratamiento de aguas residuales**

Valores máximos de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario	CE Plu/San	10%	10%	10%	10%
Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (CE San/Plu)	CE San/Plu	15%	15%	15%	15%

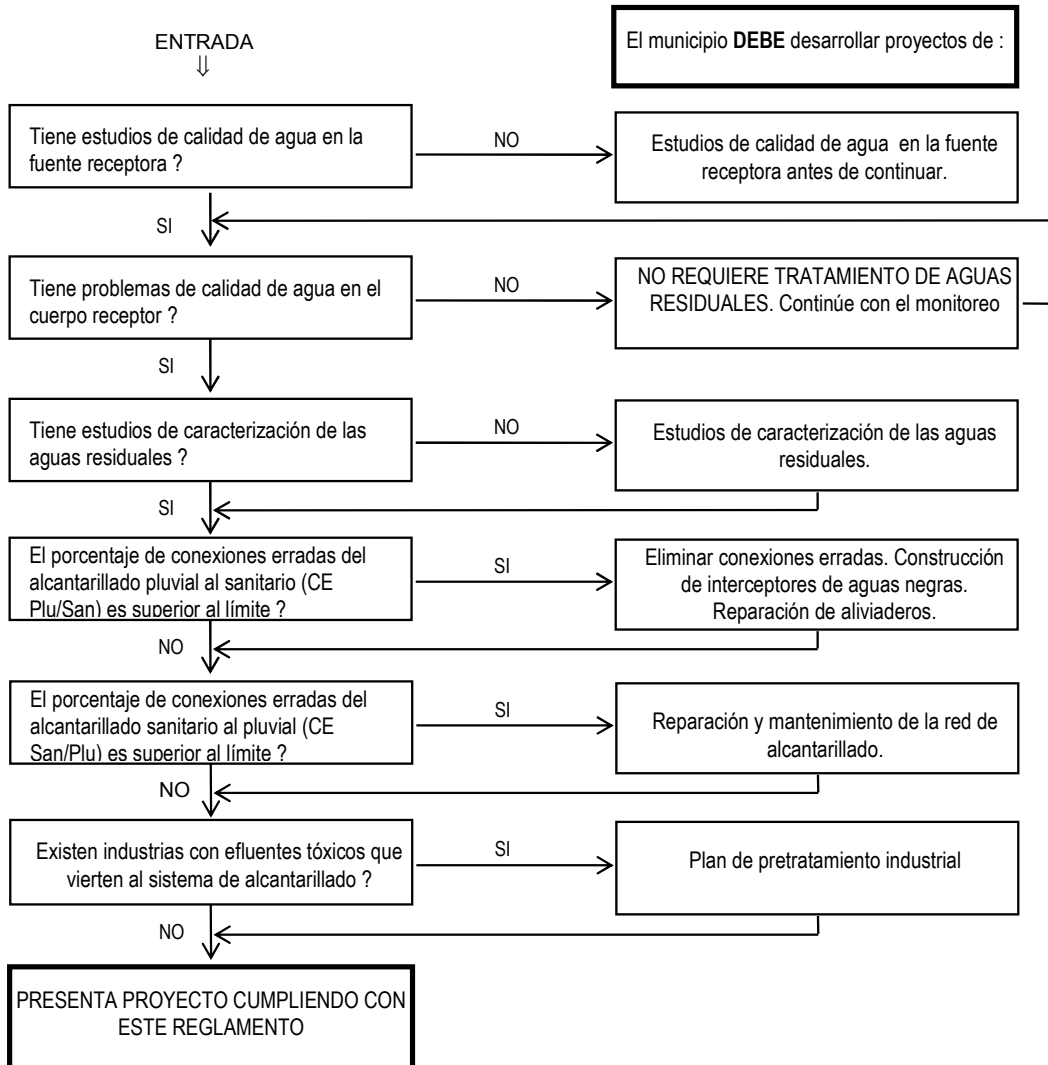




FIGURA A.5.5

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de disposición de residuos sólidos en relleno sanitario**

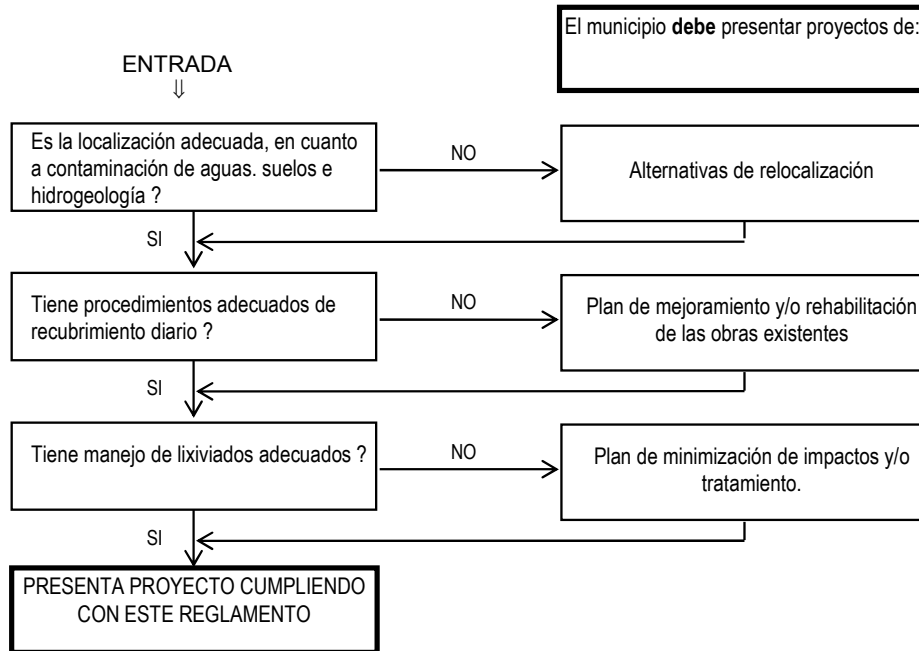
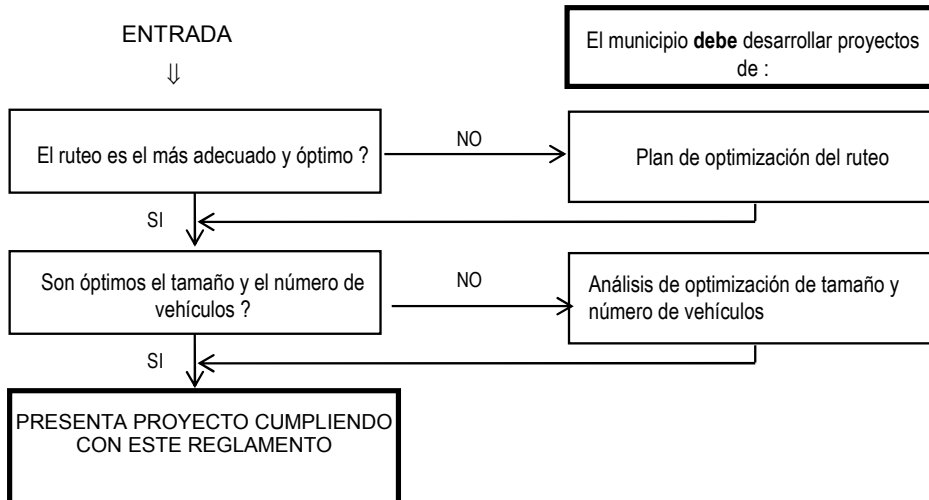


FIGURA A.5.6

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de recolección de residuos sólidos**





## APÍTULO A.6

### **A.6. PRESENTACIÓN DE PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO**

---

#### **A.6.1 PLANOS.**

*(Artículo 31)*

Todos los planos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, estructurales, eléctricos, mecánicos y de instalaciones especiales **deben** ser firmados y rotulados por profesionales debidamente facultados para realizar los diseños respectivos.

Los planos que se elaboren en cada una de las especialidades anteriores, **deben** incluir toda la información básica necesaria para la construcción, tales como :

- Referenciación planimétrica y altimétrica por el IGAC o en su defecto por sistemas de posicionamiento geodésico o satelital.
- Parámetros de calidad para la construcción.
- Características y propiedades mínimas de los materiales a utilizar en la construcción
- Especificaciones e instrucciones de instalación de maquinaria y equipo.
- Detalles de conexiones, empalmes, juntas y demás casos que merecen explicación particular.
- Identificación de las redes existentes de acueducto, alcantarillado, gas, energía y teléfonos
- Suposiciones básicas utilizadas en el diseño y que puedan afectar el uso futuro de la construcción, como cargas supuestas en los análisis, tipo de uso supuesto en el diseño, presiones máximas y mínimas de utilización, precauciones especiales que deben tenerse en cuenta en la construcción o instalación de elementos.
- Demás instrucciones y explicaciones que se requieran para poder realizar la construcción e instalación de maquinaria y equipo acorde con el diseño previsto.

Además, los planos deben especificar el nivel de complejidad del sistema asignado al proyecto y algunos aspectos que faciliten la comprensión de los manuales de operación y mantenimiento.

Aquellos planos que contengan errores aritméticos, de dibujo, cotas, abscisados, transcripción, copia u otras fallas imputables al descuido o falta de revisión por parte del firmante de los mismos, deberán ser corregidos en el original, si es posible, y esto deberá quedar registrado en el mismo plano con la fecha y la firma del responsable de la corrección o modificación. Las copias tomadas de los originales defectuosos deberán ser destruidas para ser reemplazadas por unas nuevas tomadas a partir de los planos originales corregidos. Los planos deben ser elaborados en medios magnéticos para facilitar su corrección, actualización y edición inmediata, permitiendo adicionalmente establecer distintas escalas de impresión de acuerdo a los procedimientos constructivos.

#### **A.6.2 MEMORIAS.**

*(Artículo 32)*

Los planos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, estructurales, eléctricos, mecánicos, de instalaciones especiales y demás que sean necesarios para la ejecución de la obra, **deben** ir acompañados por las memorias detalladas de diseño y cálculo que describan los procedimientos por medio de los cuales se realizaron dichos diseños.

Las memorias **deben** incluir entre otros:

- Las suposiciones utilizadas en los diseños.
- Las metodologías empleadas.

- La verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el presente Reglamento
- Referencia a normas técnicas nacionales o internacionales para los materiales, equipos y procedimientos específicos.
- Los esquemas con base en los cuales se realizan los planos de construcción.
- Especificaciones detalladas e instrucciones de instalación de maquinaria y equipo.
- Las memorias deben especificar en Manuales impresos para tal fin, los procedimientos detallados para puesta en marcha, operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas, así como, el nivel de complejidad del sistema asignado al proyecto.
- Referencia a códigos nacionales.
- En el caso que se utilice procesamiento automático de información, debe entregarse una descripción detallada de los principios en que se basa el procesamiento automático, así como una descripción de los datos de entrada y salida en el proceso.
- Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento.
- Presupuesto detallado, soportado por un análisis de precios unitarios con la fecha precisa de su elaboración.

Al igual que los planos, las memorias deben indicar claramente el nivel de complejidad del sistema utilizado en los diseños, en los procedimientos detallados y demás actividades del proyecto.

Las memorias que contengan errores aritméticos, cotas, abscisados, transcripción, copia u otras fallas imputables al descuido o falta de revisión por parte del diseñador, deberán ser corregidas en el original, si es posible, y las copias procedentes del documento defectuoso deberán ser destruidas.

### **A.6.3 ARCHIVO DE MANUALES, PLANOS Y CATASTROS PARA CONTINGENCIAS POR DESASTRE NATURAL O PROVOCADO.**

**(ARTÍCULO 33)**

Para **todos los niveles de complejidad del sistema**, los Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento; los planos de construcción de redes primarias y secundarias de acueducto y/o alcantarillado, así como los planos de catastro de las redes de acueducto y alcantarillado ejecutados a partir de la fecha de expedición del presente Reglamento, con o sin inversión estatal, deberán ser emitidos en medio magnético, magneto-óptico u óptico, compatibles con tecnologías convencionales que permitan ser fácilmente archivados y almacenados para su consulta posterior en caso de pérdida irremediable del original o por desastre natural. Una copia en cualquiera de estos medios deberá ser enviada al Ministerio de Desarrollo Económico que será el encargado de salvaguardar este bien público directamente o mediante delegación a una entidad privada sin ánimo de lucro.

## CAPÍTULO A.7

### A.7. ESTUDIOS PREVIOS

---

#### A.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD Y DE LA ZONA DEL PROYECTO.

##### (ARTÍCULO 34)

El consultor y/o el diseñador **debe** describir las condiciones físicas, económicas y sociales de la localidad en la cual se planea llevar a cabo el proyecto de agua potable y saneamiento básico, dentro de un estudio que cumpla como mínimo los aspectos mencionados en este capítulo, sin excluir las demás actividades particulares que se indiquen en este Reglamento y hacer las conclusiones pertinentes. Deberá tener en cuenta además la división de usos del suelo e identificar el tipo de consumo predominante del área.

El detalle de los estudios previos deberá quedar establecido en los términos de referencia para su elaboración y de acuerdo al nivel de complejidad del sistema.

##### A.7.1.1 Climatología.

##### (Artículo 35)

Para proyectos de **nivel de complejidad medio alto y alto** y siempre que sea justificable, deberán contemplarse estudios de climatología y meteorología de utilidad, relacionada con su propósito.

##### A.7.1.2 Geología y suelos.

##### (Artículo 36)

Para proyectos de municipios de **nivel de complejidad alto**, es necesario establecer de manera general las características de las principales formaciones geológicas, geomorfológicas y fisiográficas de la región, del paisaje y topografía asociada con la localidad, con el fin de identificar las fallas geológicas activas que se localicen en el área circundante del proyecto y el grado de sismicidad a que puede estar sometido.

Los estudios de suelos **deben** contemplar el reconocimiento general del terreno afectado por el proyecto, para evaluar sus características en un estudio que incluya como mínimo lo siguiente: clasificación de los suelos, permeabilidad, nivel freático, características físico-mecánicas y características químicas que identifiquen la posible acción corrosiva del subsuelo para elementos metálicos y no metálicos que va a quedar localizados en el subsuelo.

El diseñador puede establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de geología y/o suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación.

En proyectos municipales del **nivel de complejidad bajo, medio y medio alto**, es suficiente el concepto de un profesional idóneo en la materia, que identifique la climatología local, las características físico - mecánicas del subsuelo y los posibles riesgos de falla geológica y de sismicidad a que está sometido el proyecto. El diseñador puede establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación.

##### A.7.1.3 Topografía.

##### (Artículo 37)

**Deben** elaborarse estudios topográficos con un nivel de detalle y precisión de acuerdo con el tipo de obra que se proyecte.

##### A.7.1.4 Recursos hídricos.

##### (Artículo 38)

**Deben** identificarse las fuentes de agua principales para el abastecimiento de agua potable y vertimiento de agua residual, así como las formaciones acuíferas existentes, estableciendo la forma en la cual el proyecto puede afectarlas en su continuidad y en la calidad de agua.

#### **A.7.1.5 Descripción de la infraestructura existente.**

**(Artículo 39)**

**Deben** identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia del sistema por desarrollar, tales como carreteras, puentes, líneas de transmisión de energía y cualquier otra obra de importancia. Se deben identificar las redes de otros servicios públicos en la zona, tales como redes de gas, teléfono, energía y oleoductos y sus respectivas áreas de servidumbre con los cuales podrían presentarse interferencias.

#### **A.7.1.6 Características socioeconómicas.**

**(Artículo 40)**

**Deben** determinarse las condiciones socioeconómicas de la localidad, con base en información primaria y/o secundaria, su estratificación, distribución espacial, niveles de ingreso y actividades económicas predominantes. Es necesario establecer el crecimiento y las tendencias de desarrollo industrial y comercial. Se debe tener en cuenta los períodos del año en que se presentan incrementos de la población flotante con motivo de celebraciones típicas propias de la región.

#### **A.7.1.7 Comunicaciones.**

**(Artículo 41)**

**Se debe** identificar el tipo, calidad y cobertura de los servicios de telefonía, correo, radio aficionados y similares, en particular en municipios alejados y de difícil acceso, con el fin de conocer la oferta de los mismos y su relación con el proyecto.

#### **A.7.1.8 Vías de acceso.**

**(Artículo 42)**

**Debe** realizarse un inventario de las carreteras, caminos, ferrocarriles, así como de las rutas de navegación aérea, fluvial y lacustre de acceso a la localidad, estableciendo las distancias a las áreas urbanas más cercanas. Esto permitirá establecer la facilidad del transporte requerido de materiales y equipos para la ejecución de las obras.

#### **A.7.1.9 Disponibilidad de mano de obra.**

**(Artículo 43)**

**Se debe** analizar la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para la construcción de las obras y de personal técnico para labores de operación y mantenimiento, al igual que los salarios vigentes en la localidad

#### **A.7.1.10 Disponibilidad de materiales de construcción.**

**(Artículo 44)**

**Se debe** establecer la disponibilidad y capacidad de producción local, regional y nacional de materiales y equipos requeridos para la construcción de las obras.

#### **A.7.1.11 Disponibilidad de energía eléctrica.**

**(Artículo 44)**

**Deben** determinarse la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica en la localidad, lo mismo que las características de tensión, potencia y frecuencia del servicio. Las tarifas de consumo también **deben** ser analizadas dentro del estudio socio-económico.

### **A.7.2 MARCO INSTITUCIONAL**

#### **A.7.2.1 Definición de responsabilidades.**

**(Artículo 45)**

**Debe** definirse el tipo de concertación y coordinación entre el responsable del proyecto, la comunidad, las empresas de servicios públicos y otras entidades involucradas en el desarrollo del proyecto, definiendo las responsabilidades y acciones concretas de cada una de ellas.

#### **A.7.2.2 Características de la entidad ejecutora.**

**(Artículo 46)**

Para cada proyecto **debe** especificarse la entidad ejecutora, o persona(s) natural(es) y el carácter de la entidad territorial, indicando la naturaleza y experiencia de cada entidad en proyectos similares.

En todo caso, debe estudiarse la posibilidad de reorganización de la entidad ejecutora.

**A.7.2.3 Participación comunitaria.**

**(Artículo 47)**

**Debe** estudiarse la conveniencia de la participación de la comunidad en los diferentes aspectos del proyecto conforme a la Ley, tales como identificación de problemas, procesos de fiscalización en ciertas etapas del proyecto, entre otros.





## CAPÍTULO A.8

### A.8. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

---

#### A.8.1 ALCANCE.

(Artículo 48)

La evaluación socioeconómica de proyectos debe realizarse con el objeto de medir el aporte neto de un proyecto o política de inversión social al bienestar de una comunidad. Es decir, tendrá la capacidad de establecer la bondad del proyecto o programa para la economía nacional en su conjunto. En éstos términos, el valor de cualquier bien, factor o recurso a ser generado o utilizado por el proyecto **debe** valorarse según su contribución al bienestar nacional.

Para proyectos de agua potable y saneamiento básico se permiten los siguientes tipos de estudios socio económicos:

1. Análisis de costo eficiencia
2. Análisis de costo mínimo de expansiones de capacidad

Los estudios de evaluación socioeconómica se deben ejecutar para los **niveles de complejidad medio, medio alto y alto.**

#### A.8.2 ANÁLISIS DE COSTO EFICIENCIA.

(Artículo 49)

Se elaborará una comparación de los costos de varias alternativas factibles de proyectos, con el fin de seleccionar aquella que tenga el menor valor presente de los costos de inversión, operación y mantenimiento.

El análisis de costo-eficiencia **debe** partir de las siguientes suposiciones:

1. Que debe utilizarse la tasa social de descuento establecida
2. Que los beneficios derivados de las alternativas estudiadas son los mismos
3. Que los beneficios son mayores que los costos en cada alternativa.

El análisis debe seleccionar el proyecto que presente el menor valor presente neto entre las alternativas posibles.

#### A.8.3 ANÁLISIS DE COSTO MÍNIMO DE EXPANSIÓN DE CAPACIDAD. (Artículo 50)

Se deberán fijar los años que resulten óptimos para la ejecución de expansiones de capacidad de un sistema, teniendo en cuenta el efecto opuesto que se presenta entre las economías de escala y el costo de oportunidad de capital.

El periodo óptimo de expansión de capacidad para un sistema **debe** ser definido con base en los siguientes criterios:

1. Debe buscarse el equilibrio entre el periodo de expansión fijado por las economías de escala que prefieren un periodo largo, buscando componentes de capacidad grande, y el periodo determinado por el costo de oportunidad de capital que tiende a ser un periodo corto con componentes de poca capacidad, buscando la inversión inmediata de los recursos en otros proyectos.
2. El periodo de expansión debe escogerse para todo el sistema global y no para cada componente particular, de tal forma que se minimice el impacto causado por las ampliaciones puntuales de cada componente, evitando sobrecostos administrativos.

3. El periodo seleccionado puede ajustarse en cada etapa de expansión cuando existan estudios de demanda realizados durante dos expansiones sucesivas que demuestren cambios en las funciones de demanda, y en general, en las condiciones bajo las cuales se formuló el periodo de expansión inicialmente previsto. El nuevo periodo de expansión debe ser obtenido con base en la metodología aquí expuesta.

## CAPÍTULO A.9

### A.9. DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORIA. CALIDADES Y REQUISITOS DE LOS PROFESIONALES

---

#### A.9.1 DISEÑOS

##### A.9.1.1 Diseños y su interventoría.

(Artículo 51)

Para todos los **niveles de complejidad**, los diseños para construir las obras de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico son obligatorios y **deben** garantizar el cumplimiento de los requisitos, parámetros y normas técnicas establecidas en el presente Reglamento. Estos diseños **deben** contemplar **todos** los estudios hidráulicos, sanitarios, estructurales, geotécnicos, mecánicos, eléctricos, ambientales y en general todas las actividades propias de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico.

La interventoría o revisión de los diseños **debe** realizarse en los **niveles de complejidad medio, medio alto y alto**.

##### A.9.1.2 Calidad de los diseñadores y de los Interventores o revisores de diseño. (Artículo 53)

El diseñador y el interventor o revisor de diseño, **deben** ser ingenieros civiles o sanitarios cuando se trate de diseños hidráulicos y sanitarios, ingenieros civiles cuando se trate de diseños estructurales o geotécnicos, arquitectos o ingenieros civiles en el caso de diseños de elementos no estructurales, ingenieros mecánicos para las instalaciones mecánicas, ingenieros electricistas para las instalaciones eléctricas o ingenieros electrónicos para los equipos electrónicos. Las personas naturales o jurídicas que elaboren proyectos deben contar con profesionales con las calidades antes mencionadas.

En todos los casos **deben** tener vigente la matrícula y los requisitos de experiencia que se señalan a continuación.

##### A.9.1.3 Experiencia de los diseñadores y de los interventores o revisores de diseño. (Artículo 54)

Los diseñadores y los interventores o revisores de diseño **deben** poseer una experiencia mayor o igual a la especificada en la tabla A.9.2, en el ejercicio de la actividad correspondiente al diseño en cuestión, demostrable por trabajos ejecutados directamente o bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, contada a partir de la expedición de la Matrícula Profesional.

TABLA A.9.2

#### Experiencia de los diseñadores y de los interventores o revisores de diseño

Nivel de complejidad	Diseños hidráulicos y sanitarios	Diseños estructurales	Diseños geotécnicos	Diseños eléctricos, electrónicos y mecánicos
Bajo	1 año	1 año	1 año	1 año
Medio	1 año	1 año	2 años	1 año
Medio Alto	2 años	3 años	4 años	3 años
Alto	4 años	6 años	6 años	4 años

#### A.9.2 DIRECTORES DE CONSTRUCCIÓN.

(Artículo 55)

El director de construcción **debe** ser un ingeniero civil en el caso de la ejecución de obras civiles, un ingeniero civil o sanitario en el caso de obras sanitarias, un ingeniero mecánico para las instalaciones de equipos mecánicos o un ingeniero electricista para las instalaciones eléctricas. El director **debe** poseer

matrícula profesional y acreditar los requisitos de experiencia establecidos en la siguiente sección y en el literal 1.

#### **A.9.2.1 Experiencia de los directores de construcción.**

**(Artículo 56)**

El director de construcción **debe** acreditar una experiencia mayor a la especificada en la tabla A.9.3 en el ejercicio profesional correspondiente a la construcción en cuestión, contados a partir de la expedición de la matrícula profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin.

TABLA A.9.3  
**Experiencia de los directores de la construcción**

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Experiencia mínima</b>
Bajo	2 años
Medio	3 años
Medio Alto	5 años
Alto	6 años

### **A.9.3 INTERVENTORIA DE CONSTRUCCIÓN U OPERACIÓN**

#### **A.9.3.1 Alcance de la interventoría.**

**(Artículo 57)**

Los trabajos de interventoría incluyen las actividades relacionadas con el control administrativo y la revisión técnica de construcción de proyectos, montaje de equipos, suministros llave en mano o interventoría a la operación de sistemas de agua potable y saneamiento básico, según sea el caso. En los aspectos administrativos el interventor debe supervisar y controlar entre otros: el cronograma de ejecución de la obra y el desarrollo de las actividades programadas, las cantidades de obra contratadas, los costos unitarios, alcance de los proyectos, y el cumplimiento de las condiciones y obligaciones contractuales de los trabajos de construcción u operación. En los aspectos técnicos el interventor deberá ejercer la supervisión y control que garanticen el correcto cumplimiento de los procedimientos y Normas Técnicas establecidos en el presente Reglamento ya sea para la construcción de proyectos, el montaje de equipos, suministros llave en mano y/o a la operación de los sistemas de agua potable y saneamiento básico cuando esta es contratada por el municipio con un tercero.

#### **A.9.3.2 Obligatoriedad de la interventoría**

Exceptuando aquellas obras ejecutadas directamente por parte de la entidad o persona prestadora de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, en toda obra o montaje de equipos que se desarrolle en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y para todos los niveles de complejidad del sistema es obligatoria la interventoría en los términos establecidos en el literal A.1.2.5.

#### **A.9.3.3 Calidades del interventor.**

**(Artículo 58)**

Los interventores **deben** ser ingenieros civiles o ingenieros sanitarios con matrícula profesional vigente. Podrán ser personas jurídicas siempre y cuando cuenten con profesionales con las calidades exigidas en esta sección. En el caso de que las actividades electromecánicas tengan peso significativo en un proyecto de agua potable y saneamiento básico, como es el caso de las estaciones de bombeo de agua cruda, potable o residual, los interventores pueden ser ingenieros mecánicos o electricistas.

En todo caso **deben** acreditar los requisitos de experiencia e idoneidad establecidos a continuación y en el literal 1.

#### **A.9.3.4 Experiencia del interventor.**

**(Artículo 60)**

El interventor **debe** poseer una experiencia mayor o igual a la indicada en la tabla A.9.4, contada a partir de la expedición de la matrícula profesional, demostrable con trabajos de interventoría ejecutados

directamente o bajo la dirección de un profesional con experiencia en el área de construcción, en una o varias actividades, como obras civiles, hidráulicas y/o sanitarias, estructurales, geotécnicas, o en la operación de sistemas de agua potable y saneamiento básico, según el caso.

TABLA A.9.4  
**Experiencia de los interventores**

Nivel de complejidad	Experiencia mínima
Bajo	2 años
Medio	3 años
Medio Alto	5 años
Alto	6 años

## **A.9.4 GRADOS DE SUPERVISION DE LA INTERVENTORIA TECNICA**

La Supervisión Técnica hace parte integral de los trabajos de Interventoría. La supervisión técnica puede ejercerse como supervisión técnica continua o supervisión técnica itinerante y debe ejecutarse según lo establecido en el literal A.9.4.4 de acuerdo con el **Nivel de Complejidad del Sistema**.

### **A.9.4.1 GRADOS DE SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORIA TÉCNICA. (Artículo 61)**

En la construcción de proyectos de acueductos, recolección y disposición de aguas residuales, potabilización, tratamiento de aguas residuales y aseo, se establecen dos grados de supervisión: Grado A y Grado B. Los factores que definen el tipo de grado de supervisión técnica a emplear en el proyecto se definen a continuación.

#### **A.9.4.1.1 Grado A - Supervisión técnica continua**

Es aquella en la cual todas las labores supervisión a la construcción se realizan de una manera permanente. Se debe asignar un residente de interventoría técnica, el cual es una persona profesional de asistencia permanente en la obra. El interventor técnico debe realizar visitas frecuentes a la construcción y además designar en la obra al personal de auxiliar, profesional y no profesional, con el fin de supervisar continuamente las operaciones de construcción. El interventor técnico en este grado de supervisión debe ejecutar los controles especificados en el literal A.9.4.4

#### **A.9.4.1.2 Grado B - Supervisión técnica itinerante**

Es aquella en la cual el interventor técnico visita la obra con la frecuencia necesaria para verificar que la construcción se esté adelantando adecuadamente. Durante las operaciones de construcción, el auxiliar técnico o tecnólogo o inspector de obra, debe asistir personalmente para verificar la adecuada ejecución de la obra. En este grado de supervisión no es necesario designar personal auxiliar residente en obra, y como mínimo, debe efectuar los controles especificados en el literal A.9.4.4.

#### **A.9.4.1.3 Grado de supervisión técnica a emplear**

El grado de supervisión técnica que se debe emplear está determinado por el **Nivel de Complejidad del Sistema** y se especifica en la Tabla A.9.5. Adicionalmente, el diseñador hidráulico, sanitario, estructural, o el ingeniero geotecnista, puede exigir cualquier grado de supervisión técnica según el grado de innovación, complejidad, procedimientos constructivos y materiales especiales empleados, o condiciones en las que la obra la hagan necesaria.

TABLA A.9.5

**Grado de supervisión técnica según el Nivel de Complejidad del Sistema**

Grado de Supervisión Técnica A Emplear	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
A – Continua	-----	-----	Obligatorio	Obligatorio
B – Itinerante	Obligatorio	Obligatorio	-----	-----

**A.9.4.2 ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA. (Artículo 62)**

La supervisión de la interventoría técnica debe, como mínimo, cubrir los siguientes aspectos :

1. Control permanente y supervisión técnica de todos los trabajos realizados de manera que se garantice que éstos se llevan a cabo siguiendo los requisitos del presente Reglamento. La supervisión técnica incluye trabajos de construcción, trabajos geotécnicos, trabajos estructurales y en general todos los trabajos técnicos relacionados con el alcance del presente Reglamento.
2. Aprobación del plan de calidad de la construcción de los elementos estructurales y no estructurales cuando su grado de desempeño así lo requiera. Este plan de calidad debe ser propuesto por el constructor.
3. Aprobación del laboratorio, o laboratorios, que realicen los ensayos de control de calidad.
4. Realización de los controles exigidos por éste Reglamento Técnico.
5. Aprobación de los procedimientos constructivos propuestos por el constructor.
6. Exigir a los diseñadores el complemento o corrección de los planos cuando estos estén incompletos, indefinidos, o tengan omisiones.
7. Solicitar al ingeniero estructural o no estructural, hidráulico, geotécnico, sanitario, mecánico o eléctrico, las recomendaciones complementarias a su diseño o estudio cuando se encuentren situaciones no previstas.
8. Mantener actualizado un registro escrito de todas las labores realizadas, en un libro diario de obra.
9. Velar en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra.
10. Prevenir por escrito al constructor sobre posibles deficiencias en la mano de obra, equipos, procedimientos constructivos, materiales inadecuados, y vigilar para que se tomen los correctivos necesarios.
11. Recomendar la suspensión de labores de construcción de la obra cuando el constructor no cumpla o se niegue a cumplir con los planos, especificaciones y controles exigidos, informando, por escrito, a las autoridades municipales o distritales que expidieron la licencia de construcción.
12. Rechazar los elementos estructurales o no estructurales, que no cumplan con los planos y especificaciones previstas por este Reglamento o por las normas referenciadas por este, salvo cuando existan estudios profundos que soporten condiciones aceptables diferentes a las estipuladas en este Reglamento.
13. Ordenar los estudios necesarios para evaluar la seguridad de la parte o partes afectadas y ordenar las medidas correctivas correspondientes, supervisando los trabajos de reparación.
14. En caso de no ser posible la reparación, recomendar la remoción o demolición de los elementos de la obra a las autoridades municipales o distritales que expidieron la licencia de construcción.
15. Expedir la constancia especificada en el literal A.9.4.3

#### **A.9.4.3 DOCUMENTACIÓN A EMPLEAR POR PARTE DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA.** **(Artículo 63)**

El interventor debe llevar un registro histórico en donde se incluyan todos los controles realizados. El registro escrito comprende, como mínimo, los siguientes documentos :

1. Las especificaciones de construcción y sus adendos si existen.
2. El programa de control de calidad exigido por el supervisor técnico debidamente confirmado en su alcance por las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes y por la compañía o profesional constructor
3. Resultados e interpretación de los ensayos de materiales exigidos por este Reglamento.
4. Toda correspondencia derivada de las labores de supervisión técnica incluyendo: las notificaciones del constructor acerca de las posibles deficiencias en los materiales, procedimientos constructivos, equipos, mano de obra, los correctivos ordenados, las contestaciones, informes acerca de las medidas correctivas o tomadas, o descargos del constructor a las notificaciones emanadas por el interventor
5. Los conceptos emitidos por los diseñadores a las notificaciones del supervisor técnico o del constructor
6. Todos los demás documentos que por su contenido permitan establecer que la construcción de los elementos estructurales o no estructurales se realizó de acuerdo con los requisitos referenciados y especificados en este Reglamento.
7. Una constancia expedida por el supervisor técnico en la cual manifieste inequívocamente que la construcción de los elementos estructurales y no estructurales fue efectuada de acuerdo con las normas y calidad de los materiales especificados o referenciados por este Título, y que las medidas correctivas tomadas durante la construcción, si las hubiere, llevaron a la obra construida al nivel de calidad y seguridad requerido por este Reglamento. Esta constancia debe ser suscrita además por el constructor y por las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes.
8. El supervisor técnico debe entregar como culminación de sus labores una copia del registro escrito a la entidad contratante y a las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes. El supervisor técnico debe conservar este registro escrito al menos por 5 años contados a partir de la terminación de la construcción y de su entrega a las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes y al constructor.

#### **A.9.4.4 CONTROLES EXIGIDOS EN LA INTERVENTORÍA TÉCNICA.**                   **(Artículo 64)**

El interventor debe realizar dentro del alcance de sus trabajos los que se establecen a continuación :

1. Control de planos. El control de planos para los dos grados de supervisión técnica debe consistir, como mínimo, en la constatación de la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.
2. Control de especificaciones. El control de las especificaciones de la construcción de la obra debe llevarse a cabo cumpliendo, como mínimo, las especificaciones técnicas contenidas dentro de la presente norma, y las particularidades contenidas en los planos y especificaciones producidas por los diseñadores, las cuales en ningún caso podrían ser contrarias a lo dispuesto en este Reglamento.
3. Control de materiales. El interventor debe exigir que la construcción de la obra se realice utilizando materiales que cumplan con los requisitos generales y con las normas técnicas de calidad establecidas y referenciadas por este documento. El interventor debe solicitar los certificados de conformidad con las normas correspondientes cuando el Reglamento lo exija.
4. Ensayos de control de calidad durante la construcción. El interventor aprobará al constructor la frecuencia de toma de muestras y el número de ensayos prescritos por esta normativa, que deben realizarse en un laboratorio o laboratorios previamente aprobados por el interventor. El interventor

debe realizar una interpretación de los resultados de los ensayos ejecutados definiendo explícitamente la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas.

#### 5. Control de la ejecución

El interventor debe inspeccionar y vigilar todo lo relacionado con cada una de las etapas de ejecución o procedimientos en la construcción, en concordancia con los requisitos de los planos y especificaciones del diseño de la obra, con la ayuda del personal auxiliar, y según el grado de supervisión recomendado.

#### 6. Procedimientos adicionales de control

Se recomienda implantar un programa de aseguramiento de la calidad para el grado de supervisión técnica Grado A. El interventor debe verificar que el constructor disponga para la obra los medios adecuados de dirección, mano de obra, maquinaria y equipos, suministro de materiales, y en especial de un programa de aseguramiento de calidad que sea llevado a cabo con el fin de :

- Definir la calidad que debe ser alcanzada
- Obtener dicha calidad
- Verificar que la calidad ha sido alcanzada
- Demostrar que la calidad ha sido definida, obtenida y verificada.

#### **A.9.4.5 SUPERVISIÓN GEOTÉCNICA Y ESTRUCTURAL.**

**(Artículo 65)**

La supervisión geotécnica y estructural debe ejecutarse para todas las actividades de construcción, con todos los requisitos y funciones de la supervisión técnica. Adicionalmente, el supervisor técnico estructural debe cumplir con los requerimientos establecidos por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen. Todos los trabajos relacionados con la supervisión técnica hacen parte integral de los trabajos de interventoría

#### **A.9.5 PERSONAL AUXILIAR PROFESIONAL Y NO PROFESIONAL. (Artículo 66)**

Las calificaciones y experiencia requeridas del personal profesional y no profesional, como los inspectores, controladores y técnicos, se dejan a juicio del supervisor técnico, pero deben ser conmensurables con las labores que se le encomienden y el tamaño, importancia y dificultad de la obra.



## CAPÍTULO A.10

### **A.10. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DEL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO**

---

#### **A.10.1 COMPETENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO** *(Artículo 8)*

Corresponde a la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico en relación con el presente Reglamento y de acuerdo al numeral 13 del artículo 17 del Decreto 219 del 15 de febrero de 2000, por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Desarrollo Económico:

1. Atender y absolver las consultas que le formulen las entidades oficiales y particulares.
2. Asistir técnica e institucionalmente a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios mediante la conformación de comisiones de estudio, las cuales serán enviadas a los sitios donde se presenten situaciones anómalas en relación con el cumplimiento de los objetivos de este Reglamento y que ameriten su concurso.
3. Organizar y realizar seminarios y cursos de actualización sobre las normas relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico.
4. Coordinar estudios dirigidos a detectar las causas de fallas de los sistemas de acueductos, potabilización de agua, recolección y disposición de aguas, tratamientos de aguas residuales y aseo urbano a fin de emitir conceptos relacionados con la aplicación del presente Reglamento y sugerir las medidas correctivas que se estimen convenientes.
5. Servir de órgano consultivo del Gobierno Nacional para efectos de sugerir las actualizaciones en los aspectos técnicos que demande el desarrollo de las normas relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico.
6. Orientar y asesorar la elaboración de estudios sobre sistemas de acueducto, potabilización, recolección, disposición y tratamiento de aguas residuales domésticas y aseo urbano y fijar los alcances de los mismos.
7. Nombrar delegados ad-honorem ante instituciones nacionales y extranjeras que traten temas afines con el sector de agua potable y saneamiento básico para lograr desarrollos y actualizaciones de las presentes normas.
8. Asistir técnica e institucionalmente a los organismos seccionales y locales con el fin de asegurar el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.
9. Divulgar ampliamente y en forma didáctica el presente Reglamento
10. Apoyar y prestar la asesoría necesaria a los proyectos que adelanten entidades del orden nacional, departamental, municipal y del sector privado en materia de agua potable y saneamiento básico cuando así se le solicite.
11. Efectuar las modificaciones que sean aprobadas por la Junta Técnica del presente Reglamento en su calidad de Secretaría Técnica de la misma.
12. Las demás que fije la ley y las que le asigne el Gobierno Nacional según su competencia.



## CAPITULO A. 11

### A.11. REQUISITOS TECNICOS OBLIGATORIOS

---

#### OBJETO

El presente capítulo del Reglamento Técnico tiene por objeto señalar los requisitos, parámetros y procedimientos técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la concepción, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de que garanticen su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

#### A.11.1 SISTEMAS DE ACUEDUCTO

Para este Reglamento Técnico por Sistemas de Acueducto se entiende el conjunto de instalaciones que conducen el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta la acometida domiciliar en el punto de empate con la instalación interna del predio a servir y comprende los siguientes componentes: la(s) fuente(s) de abastecimiento, la(s) captación(es) de agua superficial y/o agua subterránea y sus anexidades, la(s) aducción(es) y conducción(es), las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación. Los procesos de tratamiento del agua para su potabilización, se tratan en el literal A.11.2 de este Reglamento Técnico.

##### A.11.1.1 Dotación neta mínima y máxima. *(Artículo 67)*

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

La dotación neta depende del **nivel de complejidad del sistema** y sus valores mínimo y máximo se establecen de acuerdo con la siguiente tabla:

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

En el caso de ampliaciones de sistemas de acueducto, la dotación neta mínima debe fijarse con base en el análisis de los datos de producción y consumo del sistema sin incluir las pérdidas.

##### A.11.1.2 Capacidad de la fuente superficial. *(Artículo 68)*

Si el caudal mínimo histórico de la fuente superficial es insuficiente para cumplir con el caudal de diseño de la estructura de captación, pero el caudal promedio durante un periodo que abarque el intervalo más seco del que se tenga registro, es suficiente para cubrir la demanda, esta debe satisfacerse mediante la construcción de uno o más embalses de compensación. En todos los casos, la fuente debe tener un caudal tal que garantice un caudal mínimo remanente aguas abajo de las estructuras de toma con el fin de no interferir con otros proyectos, tanto de abastecimiento de agua para consumo humano como de agricultura y piscicultura, preservando en todos los casos el ecosistema aguas abajo. Por consiguiente, el

diseñador debe conocer los proyectos presentes y futuros que utilicen agua de la misma fuente del proyecto que está diseñando o construyendo.

**A.11.1.3 Período de diseño de la captación de agua superficial. (Artículo 69)**

Para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar, se especifican en la siguiente tabla:

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

Para los niveles de complejidad medio alto y alto, las obras de captación de agua superficial deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño máximo, llamado también horizonte de planeamiento de proyecto; y si técnicamente es posible, se deberán definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basados en la metodología de costo mínimo.

**A.11.1.4 Capacidad de diseño de la captación de agua superficial. (Artículo 70)**

La obra de captación debe diseñarse tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Para los niveles **bajo y medio de complejidad**, la capacidad de las estructuras de toma debe ser igual al caudal máximo diario (QMD), más la pérdidas en la aducción y las necesidades en la planta de tratamiento si existe almacenamiento; o igual al caudal máximo horario si no existe almacenamiento.

Para el **nivel medio alto de complejidad**, la capacidad de las estructuras de captación debe ser igual a dos veces el caudal máximo diario (QMD).

Para el **nivel alto de complejidad**, la capacidad de las estructuras de captación deben ser igual a 2.5 veces el caudal máximo diario (QMD).

**A.11.1.5 Capacidad de la fuente subterránea. (Artículo 71)**

El diseñador debe realizar todos los estudios previos que garanticen un conocimiento pleno de las características de la zona de captación, la geología, la geotecnia, la topografía, la hidrología, la hidrogeología, la calidad del agua en la zona de captación y la capacidad del acuífero.

La capacidad de la fuente subterránea debe ser como mínimo igual al caudal máximo diario (QMD) cuando se tenga almacenamiento, y al caudal máximo horario (QMH) cuando no se tenga almacenamiento. En ambos casos deben considerarse las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

**A.11.1.6 Período de diseño de pozos profundos de captaciones de agua subterránea. (Artículo 72)**

Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período máximo de diseño que se debe utilizar, se especifica en la siguiente tabla:

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de Diseño
Bajo	15 años
Medio	15 años
Medio alto	20 años
Alto	25 años

Para los niveles de complejidad medio alto y alto, las obras de captación de agua subterránea deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño máximo, llamado también horizonte

de planeamiento de proyecto; y se deberán definir las etapas de construcción de los pozos profundos, según las necesidades del proyecto, basados en la metodología de costo mínimo.

**A.11.1.7 Período de diseño de pozos excavados para captación de agua subterránea. (Artículo 73)**

Los pozos excavados tendrán un período de diseño de 15 años para los niveles **bajo y medio de complejidad**.

**A.11.1.8 Caudal de diseño para captaciones de agua subterránea. (Artículo 74)**

Las obras de captación de agua subterránea deben tener una capacidad mínima igual al caudal máximo diario, QMD, si se cuenta con almacenamiento. En el caso de no tener almacenamiento, la capacidad de la obra debe ser igual al caudal máximo horario, QMH.

**A.11.1.9 Número mínimo de pozos profundos para captación de agua subterránea. (Artículo 75)**

1. Para el **nivel bajo de complejidad** se permite la construcción de un único pozo.
2. Para los niveles **medio y medio alto de complejidad** debe contarse con un mínimo de dos pozos más un pozo de redundancia. El número de pozos debe tener una capacidad sumada igual al caudal de diseño. El pozo de redundancia debe tener una capacidad igual a la de los demás.
3. Para el **nivel alto de complejidad**, debe construirse un mínimo de dos pozos de operación normal con una capacidad sumada igual al caudal de diseño más las pérdidas en la aducción y las necesidades en la planta de tratamiento. Debe colocarse un pozo de reserva por cada 5 pozos de operación normal, con igual capacidad.

**A.11.1.10 Desinfección de los pozos antes de ponerlos en funcionamiento. (Artículo 76)**

Todo pozo debe desinfectarse antes de colocarlo en funcionamiento como captación de agua subterránea para sistemas de acueducto. La desinfección debe hacerse con compuestos clorados, con una concentración de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto. Después de la desinfección, el agua debe estar libre de cloro residual .

Antes de dar al servicio el pozo, deben tomarse muestras de agua, para asegurar que no se presenten efectos de la perforación y/o excavación sobre la calidad del agua.

**A.11.1.11 Período de diseño de las aducciones o conducciones. (Artículo 77)**

El período máximo de diseño de las aducciones o conducciones es función del **nivel de complejidad del sistema** y se **debe** aplicar el establecido en la siguiente tabla:

<b>Nivel de Complejidad del Sistema</b>	<b>Período de diseño</b>
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

Para los niveles de complejidad medio, medio alto y alto, las aducciones o conducciones deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño, para definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

**A.11.1.12 Caudal de diseño de las aducciones o conducciones. (Artículo 78)**

Para calcular el caudal de diseño de las obras de aducción o conducción deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

1. Para los **niveles bajo y medio de complejidad**, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario, (QMD) del año horizonte del proyecto, si se cuenta con almacenamiento; en caso contrario, debe diseñarse para el caudal máximo horario (QMH). En caso de sistemas con bombeo, debe diseñarse para el caudal medio diario y en los días de mayor consumo se aumentará el tiempo de bombeo.
2. Para los niveles **medio alto y alto de complejidad**, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario (QMD) del año horizonte del proyecto más las pérdidas en la conducción o aducción y las necesidades en la planta de tratamiento. En estos casos se supone que existe almacenamiento.
3. En todos los casos debe adicionarse el caudal estimado para el consumo de agua de lavado, de filtros y sedimentadores y el consumo interno de la planta
4. En el caso de aducciones en canales abiertos deben calcularse las pérdidas por evaporación y si el canal no está revestido también deben considerarse pérdidas por infiltración.

**A.11.1.13 Desinfección de la conducción antes de la puesta en marcha. (Artículo 79)**

En el caso de las conducciones de agua tratada, éstas deben ser desinfectadas antes de ponerlas en servicio. La desinfección debe ser hecha con compuestos clorados, con una concentración mínima de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto, al final de las cuales se debe proceder al drenaje total del agua de lavado. Si el cloro residual libre del agua de lavado al final de las 24 horas es inferior a 0,4 mg/l, se debe repetir la operación con 25 p.p.m.

**A.11.1.14 Período de diseño de las redes de distribución. (Artículo 80)**

Para todos los niveles de complejidad, los proyectos de redes de distribución de acueducto deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto, con el fin de definir las etapas de diseño según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

El período de diseño de las redes de distribución de agua potable es función del nivel de complejidad del sistema y se encuentra establecido en las siguientes tablas:

**A.11.1.14.1 Período de diseño de la red matriz o primaria**

El período de diseño de la red matriz se encuentra establecido en la siguiente tabla:

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

**A.11.1.14.2 Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local**

El período de diseño de la red secundaria se establece en la siguiente tabla

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	15 años
Medio alto	20 años
Alto	25 años

#### A.11.1.14.3 Período de diseño de redes menores de distribución o red terciaria o red local

Para los niveles **medio alto y alto de complejidad** en los cuales pueden existir redes menores de distribución, el período de diseño debe corresponder al tiempo esperado para alcanzar la población de saturación. Para los niveles de complejidad Bajo y Medio, el período de diseño para redes menores no puede ser superior al tiempo establecido en la siguiente tabla:

Nivel de complejidad	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años

#### A.11.1.15 Caudal de diseño de las redes de distribución.

(Artículo 81)

El caudal de diseño depende del nivel de confiabilidad del sistema, tal como se discrimina a continuación :

1. Para el **nivel bajo de complejidad**, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto.
2. Para los **niveles medio y medio alto de complejidad**, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto o el caudal medio diario (Qmd) más el caudal de incendio, el que resulte mayor de cualquiera de los dos.
3. Para el **nivel alto de complejidad**, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto.

#### A.11.1.16 Presiones en la red de distribución.

Para el diseño de la red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones de servicio:

##### A.11.1.16.1 Presiones mínimas en la red.

(Artículo 82)

La presión mínima en la red depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser como mínimo el que se especifica a continuación:

Nivel de complejidad	Presión mínima (kPa)	Presión mínima (metros)
Bajo	98.1	10
Medio	98.1	10
Medio alto	147.2	15
Alto	147.2	15

Las presiones de servicio mínimas establecidas en este literal deben obtenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

##### A.11.1.16.2 Presiones máximas en la red menor de distribución.

(Artículo 83)

El valor de la presión máxima a tener en cuenta para el diseño de las redes menores de distribución, para todos los **niveles de complejidad del sistema**, debe ser de 588.6 kPa (60 mca). Cualquier valor mayor debe ser justificado ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

La presión máxima establecida en este literal corresponde a los niveles estáticos, es decir, cuando no haya flujo en movimiento a través de la red de distribución, pero sobre ésta esté actuando la máxima cabeza producida por los tanques de abastecimiento o por estaciones elevadoras de presión.

La presión máxima no debe superar la presión de trabajo máxima de las tuberías de las redes de distribución.

#### A.11.1.17 Diámetros internos de las tuberías en la red de distribución.

A.11.1.17.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz.

(Artículo 84)

Para aquellos casos de los niveles **bajo y medio de complejidad** en los cuales exista una red matriz y para los niveles **medio alto y alto de complejidad**, los diámetros internos mínimos de las tuberías que deben utilizarse en la red matriz se indican en la tabla a continuación:

Nivel de complejidad de sistema	Diámetro mínimo
Bajo	64 mm (2.5 pulgadas)
Medio	100 mm (4 pulgadas)
Medio alto	150 mm (6 pulgadas)
Alto	300 mm (12 pulgadas) o más según diseño

A.11.1.17.2 Diámetros internos mínimos en las redes de distribución.

(Artículo 85)

El valor del diámetro interno mínimo de las tuberías que deben utilizarse en las redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y del usos del agua, tal como se muestra en la tabla

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo		
Bajo	38.1 mm	(1.5 pulgadas)	
Medio	50.0 mm	(2.0 pulgadas)	
Medio alto	100 mm	(4 pulgadas) Zona comercial e industrial	
	63.5 mm	(2 ½ pulga) Zona residencial	
Alto	150 mm	(6 pulgadas) Zona comercial e industrial	
	75 mm	(3 pulgadas) Zona residencial	

#### A.11.1.18 Macromedidores

(Artículo 86)

Debido a que los volúmenes entregados al sistema de distribución de agua potable son un parámetro importante que debe ser considerado en la realización del balance de distribución, en las labores de operación y mantenimiento y en la planeación futura, debe preverse la instalación de macromedidores para la correspondiente obtención de datos de consumo fidedignos.

Los macromedidores pueden ser de Tipo mecánico (hélice o turbina), de presión diferencial (Venturi, tubo Pitot, orificio), o ultrasónico, o electromagnético. Para los **niveles de complejidad del sistema medio alto y alto** los macromedidores deben estar provistos de sistemas de telemetría.

Para la instalación de macromedidores deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Los puntos de medición del caudal entregado deben estar situados a la salida de las plantas de tratamiento de agua y aguas arriba de cualquier salida de agua a los usuarios.
2. Los macromedidores deben estar situados preferiblemente en la entrega a tanques de compensación que formen parte del sistema de distribución de agua potable, teniendo en cuenta la necesidad de contabilizar el rebosamiento en los mismos, y también para utilizarlos en las operaciones de rutina del sistema de abastecimiento de agua.
3. Para los niveles **medio alto y alto de complejidad** en los que la red de distribución sea operada por empresas diferentes, al inicio de la red concedida a cada uno de las empresas prestadoras del servicio debe existir un macromedidor con el fin de contabilizar el agua que está siendo entregada a cada uno de ellos.
4. En el caso de redes de distribución correspondientes a zonas de abastecimiento bien diferenciadas y que pueden ser susceptibles de aislamiento por medio de una o dos tuberías de alimentación, deben tenerse macromedidores en dichas tuberías.



**A.11.1.19 Micromedición (Artículo 87)**

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley 373 de 1997 y la Ley 142 de 1994, para todos los **niveles de complejidad del sistema** es obligatorio colocar medidores domiciliarios para cada uno de los suscriptores individuales del servicio del acueducto. Las excepciones a esta regla serán las establecidas en dichas leyes.

**A.11.1.20 Disposición y diámetros mínimos de Hidrantes. (Artículo 88)**

Se tendrá en cuenta que la presión requerida para la protección contra incendios puede obtenerse mediante el sistema de bombas del equipo del cuerpo de bomberos y no necesariamente de la presión en la red de distribución. Además, deben considerarse las siguientes especificaciones:

1. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices y deberán descargar un caudal mínimo de 5 L/s.
2. La Entidad Prestadora de común acuerdo con el cuerpo de Bomberos local o regional, dispondrá de las distancias mínimas entre los hidrantes para zonas residenciales, pero estas no deben ser superiores a 300 metros. Para zonas industriales y/o comerciales, la distancia mínima deberá ser determinada por el cuerpo de bomberos local o en su defecto por la entidad prestadora del servicio de acueducto local. La disposición final de los hidrantes debe ser recomendada por el diseñador de acuerdo con las exigencias de la zonificación urbana.

**(Artículo 89)**

Los diámetros mínimos de los hidrantes contra incendios, colocados en la red de distribución de agua potable, dependen del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica a continuación:

1. Para los niveles **bajo y medio de complejidad**, el diámetro mínimo de los hidrantes será de 75 mm (3 pulgadas).
2. Para los niveles **medio alto y alto de complejidad**, los diámetros mínimos de los hidrantes serán de 100 mm (4 pulgadas), para sectores comerciales e industriales, o zonas residenciales con alta densidad. Para las zonas residenciales con densidades menores a 200 hab/Ha, el diámetro mínimo de los hidrantes debe ser de 75 mm (3 pulgadas).

**A.11.1.21 Distancias mínimas de los tubos de agua potable y otras redes de servicios. (Artículo 90)**

A continuación se describen las distancias mínimas que deben existir entre los tubos que conforman la red de distribución de agua potable y los ductos de otras redes de servicio públicos:

**A.11.1.21.1 Alcantarillado de aguas negras o alcantarillados combinados**

Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de alcantarillados de aguas negras o alcantarillados combinados dependen del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica en la siguiente tabla. Allí, la distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota de batea de la tubería de acueducto y la cota clave de la tubería de alcantarillado, y la distancia horizontal se refiere a la distancia libre entre bordes de éstas tuberías.

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio	1 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical
Alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical

Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado sanitario o pluvial, y su cota de batea debe estar por encima de la cota clave del alcantarillado. En general,

las tuberías de acueducto deben colocarse hacia uno de los costados de las vías, preferiblemente los costados norte y este, opuesto a aquel donde se coloquen las tuberías de alcantarillado sanitario.

En el caso que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable, sea imposible cumplir con las distancias mínimas anteriormente relacionadas, la tubería de acueducto deberá ser revestida exteriormente con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia, que garantice su estanqueidad ante la posibilidad de contaminación por presiones negativas.

#### A.11.1.21.2 Alcantarillados de aguas lluvias

Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de un alcantarillado de aguas lluvias dependen del nivel de complejidad del sistema, y deben ser como mínimo las que se especifican en la tabla

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1.0 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio	1.0 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical
Alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical

Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado pluvial, y su cota de batea debe estar por encima de la cota clave del alcantarillado. Las tuberías de alcantarillado sanitario irán preferiblemente sobre el eje de la vía.

#### A.11.1.21.3 Teléfonos y energía

Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y los ductos de redes de teléfonos y de energía eléctrica dependen del nivel de complejidad del sistema, y deben ser como mínimo las se especifican en la siguiente tabla

Nivel de complejidad del Sistema	Distancias Mínimas
Bajo	1.0 m horizontal; 0.2 m vertical
Medio	1.0 m horizontal; 0.2 m vertical
Medio alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical
Alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical

#### A.11.1.21.4 Redes domiciliarias de gas

Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de las redes domiciliarias de gas dependen del nivel de confiabilidad del sistema y deben ser como mínimo las que se especifican en la siguiente tabla:

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1.0 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio	1.0 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical
Alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical

En todos los casos, la distancia vertical es aquella distancia medida entre la cota clave de la tubería de la red de gas y la cota de batea de la tubería de la red de distribución de agua potable.

#### A.11.1.22 Profundidades de instalación de las tuberías de la red de distribución.

Las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable deben colocarse teniendo en cuenta los siguientes requisitos sobre profundidades de instalación:

A.11.1.22.1 Profundidad mínima.

**(Artículo 91)**

La profundidad mínima a la cual deben instalarse las tuberías de la red de distribución no debe ser menor de 1.0 m, medido desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

Para los casos críticos de instalación donde sea necesario colocar la clave de la tubería entre 0.60 m y 1.0 m de profundidad, debe efectuarse un análisis estructural teniendo en cuenta las cargas exteriores debidas al peso de tierras, cargas vivas, impacto y otras que puedan presentarse durante el proceso de instalación. Se exceptúan las zonas en donde se garantice que no habrá flujo vehicular, previa aprobación por parte de la Oficina de Planeación del Municipio o de la Entidad Prestadora del servicio de agua potable.

A.11.1.22.2 Profundidad máxima.

**(Artículo 92)**

La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución, en términos generales, no debe exceder de 1.50 m. medidos desde la clave de superficie del terreno. Los casos especiales deben consultarse con la Oficina de Planeación del Municipio o con la Entidad Prestadora del servicio de acueducto.

**A.11.1.23 Período de diseño de las estaciones de bombeo.**

**(Artículo 93)**

El período de diseño depende del **nivel de complejidad del sistema**, y debe ser el establecido en la tabla

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

Los Proyectos para las Estaciones de Bombeo deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del Proyecto, para definir las etapas de construcción de las obras civiles y las de instalación de equipos, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de Costo Mínimo.

**A.11.1.24 Número de bombas.**

**(Artículo 94)**

La instalación de las unidades de bombeo se puede hacer por etapas pero se debe tener en cuenta el número de unidades mínimo a instalar en la etapa inicial. De todas maneras el número de bombas a colocar **debe** definirse de acuerdo con la capacidad requerida y la energía disponible, según las siguientes disposiciones:

1. En el **nivel bajo de complejidad** deben colocarse dos bombas, cada una con una capacidad igual a la capacidad requerida.
2. En el **nivel medio de complejidad** debe colocarse un mínimo de dos bombas. Cuando se utilicen únicamente dos bombas, cada una de ellas debe tener una capacidad igual al caudal de diseño de la estación.
3. En los niveles **medio alto y alto de complejidad** el número de bombas debe ser determinado por el análisis de costo mínimo, colocando un mínimo de dos bombas. Cuando se utilicen únicamente dos bombas, cada una de ellas debe tener una capacidad igual al caudal de diseño de la estación.
4. Para **todos los niveles de complejidad**, cuando el número de bombas sea mayor que dos, la capacidad debe distribuirse equitativamente entre ellas. Además, deben preverse unidades de reserva del mismo tipo.
5. Para **todos los niveles de complejidad** que requieran tres o más bombas, debe colocarse una unidad adicional como reserva por cada tres bombas empleadas.

**A.11.1.25 Caudal de diseño de las estaciones de bombeo. (Artículo 95)**

La capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario, QMD, si el bombeo es de 24 horas. Si se bombea menos horas al día la capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario dividido por el porcentaje del tiempo de bombeo. Siempre debe bombearse a un tanque de almacenamiento o compensación.

No se permite el bombeo directo hacia la red de distribución. De igual forma, no se permite el bombeo directo desde la red de distribución. Se exceptúan de las consideraciones anteriores las estaciones de bombeo de refuerzo (Booster) para elevar la presión, con bombas de velocidad variable.

**A.11.1.26 Período de diseño de tanques de almacenamiento y compensación. (Artículo 96)**

El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser el establecido en la siguiente tabla

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo	20 años
Medio	25 años
Medio alto	30 años
Alto	30 años

Partiendo de un análisis de costo mínimo de expansión de capacidad, el diseño de los tanques de almacenamiento debe considerar un desarrollo de construcción de módulos por etapas, hasta completar la capacidad para el final del periodo de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto.

**A.11.1.27 Número mínimo de tanques. (Artículo 97)**

El número mínimo de tanques debe ser establecido de acuerdo con las siguientes disposiciones:

1. Para los **niveles bajo, medio y medio alto de complejidad**, la red de distribución debe tener como mínimo un tanque de almacenamiento.
2. En el nivel **alto de complejidad**, el número de tanques debe determinarse según los requerimientos de presión y almacenamiento previstos para la red de distribución. En todos los casos, la red de distribución debe tener como mínimo dos tanques o al menos uno con dos módulos o compartimentos iguales que operen en forma independiente ante la posibilidad de que uno de ellos quede fuera de servicio y/o para facilitar las labores de mantenimiento y limpieza sin suspender el servicio.

**A.11.1.28 Caudal de diseño de los tanques de almacenamiento. (Artículo 98)**

El tanque debe proveer el caudal máximo horario (QMH), teniendo en cuenta la variación del consumo que se entrega a la zona que está abasteciendo.

**A.11.1.29 Volumen del tanque. (Artículo 99)**

Para el **nivel bajo de complejidad**, el volumen del tanque debe ser igual a la capacidad de regulación.

Para los niveles **medio, medio alto y alto de complejidad**, el volumen del tanque debe ser la mayor cantidad obtenida entre la Capacidad de regulación y la Capacidad para satisfacer la demanda contra incendio.

En todos los casos debe dejarse un borde libre con el fin de permitir la ventilación. Este borde debe tener como mínimo 0.30 m.

**A.11.1.30 Desinfección de los tanques de almacenamiento antes de su puesta en marcha. (Artículo 100)**

Antes de poner en servicio cualquier tanque de distribución, este debe ser desinfectado. La desinfección debe ser hecha con compuestos clorados, llenando el tanque con una concentración de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto, al final de las cuales se debe proceder al

drenaje total del agua de lavado al sistema de alcantarillado. Si el cloro residual libre del agua de lavado al final de las 24 horas es inferior a 0,4 mg/lit, se debe repetir la operación con 25 p.p.m.

#### **A.11.1.31 Limpieza periódica de los tanque de almacenamiento. (Artículo 101)**

Los tanques de almacenamiento y/o compensación deben limpiarse y desinfectarse por lo menos una vez al año siguiendo el procedimiento del literal anterior.

#### **A.11.1.32 Catastro de redes. (Artículo 102)**

Debe contarse con un catastro de la red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posibles para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorio, material, profundidad y año de instalación. Este catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la red de distribución.

### **A.11.2 SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS. (Artículo 103)**

El presente capítulo esta dirigido al desarrollo de estudios y diseños de los componentes de un sistema de potabilización de agua dirigido a la construcción de obras nuevas o a la rehabilitación, ampliación y/u optimización de obras existentes: prefiltros, microtamices, trampas de grasas y aceites, aireador, unidades de mezcla rápida y floculación, sedimentación, flotación, filtración, desinfección, estabilización, ablandamiento, adsorción sobre carbón activado, desferrización, desmanganetización, manejo de lodos, floculación lastrada, flotación, tanque de contacto del desinfectante, dispositivos de control de las unidades de la planta e instrumentación, laboratorio, sala de dosificación y almacenamiento de los productos. Igualmente se referencian los productos químicos que pueden ser empleados en el tratamiento del agua potable. En caso de emplear otro producto químico debe solicitarse permiso al Ministerio de Salud.

#### **A.11.2.1 Requisitos mínimos para el desarrollo de sistemas nuevos de potabilización.**

Entre los aspectos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de proyectos de potabilización de agua nuevos, se encuentran los siguientes:

##### **A.11.2.1.1 Dotación y caudal de diseño**

Deben satisfacerse los requerimientos mínimos de agua para la población objetivo, considerando la dotación bruta.

El caudal de diseño de la planta de tratamiento debe ser el caudal máximo diario cuando se cuente con almacenamiento, o en su defecto el caudal máximo horario.

##### **A.11.2.1.2 Ubicación de la planta**

Los aspectos que deben considerarse en la ubicación de la planta son los siguientes: 1) Disponibilidad de la tierra; 2) Investigación geotécnica previa para establecer las condiciones geológicas del sitio en función de riesgos de desplazamiento de masa, evitando las fallas geológicas y teniendo en cuenta además el riesgo de sismicidad de la región; 3) En lo posible el sitio seleccionado debe permitir la llegada del agua cruda por gravedad. En caso de no ser posible, se debe buscar el sitio de menor cabeza hidráulica de bombeo; 4) El sitio seleccionado debe tener fácil acceso a conexión de energía eléctrica; 5) El terreno seleccionado debe estar alejado de toda posibilidad de inundación, debe tener un buen drenaje y adicionalmente garantizar la evacuación de agua de lavado de filtros y sedimentadores; 6) La vía de ingreso debe permitir el uso de camiones de carga

Comentario [IC1]:

##### **A.11.2.1.3 Diseño conceptual**

El diseño debe contener la siguiente información: 1) Estudio de Tratabilidad del agua; 2) Los criterios y parámetros adoptados para establecer alternativas de procesos de tratamiento; 3) Planos de las unidades del sistema a nivel prediseño; 4) Presupuesto estimativo por etapas y componentes, costos ambientales, de inversión, de operación y de mantenimiento; 5) Selección del tratamiento de acuerdo a la calidad del

agua; y 6) Alternativas técnicas, dentro del tratamiento seleccionado, con los correspondientes estudios de costos, eficiencia, simplicidad, etc.

Para la selección de las alternativas de tratamiento para sistemas de potabilización de poblaciones menores de 30.000 hab, debe usarse el programa de Selección de Tecnología y Análisis de Costos en Sistemas de Potabilización (Seltec), del Ministerio de Desarrollo Económico.

Para la selección de la alternativa de tratamiento óptima, deben considerarse los factores técnicos, económicos, financieros, institucionales y ambientales. Además, deben evaluarse los siguientes criterios:

#### A.11.2.1.3.1 Nivel tecnológico apropiado

Debe ser el más conveniente de acuerdo con la capacidad técnico - administrativa y financiera de la comunidad, del nivel de desarrollo y la capacidad técnico – administrativa de la entidad responsable de la operación y mantenimiento de los sistemas; además, debe tenerse en cuenta que sea de simple construcción, fácil manejo, bajo costo de operación y que el sistema sea sostenible. .

#### A.11.2.1.3.2 Capacidad de operación y mantenimiento

Debe considerarse la capacitación del personal en el control y manejo del proceso seleccionado. Lo anterior tiene como objetivo evitar, siempre que sea posible, la implantación de tecnologías que excedan la capacidad técnica local para su operación.

#### A.11.2.1.3.3 Simplificación del sistema y nivel de financiación

La alternativa seleccionada debe ofrecer soluciones óptimas que reduzcan el uso de energía eléctrica, combustible, mecanismos complejos o sofisticados, tecnología importada, periodos cortos de construcción con el fin de buscar un tratamiento que ofrezca la mayor eficiencia con los menores costos de construcción, operación y mantenimiento.

#### A.11.2.1.4 Estudio de recursos locales. Este estudio consta de dos partes:

1. Recursos materiales y equipos. Se deben identificar los materiales y equipos disponibles localmente para emplearlos durante la construcción; esto permite obtener un diseño más económico.
2. Recursos humanos y administrativos. Debe evaluarse la capacidad local y de organización que permita la supervisión, construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de acuerdo con la tecnología seleccionada. Este estudio debe ir acompañado de un análisis de la capacidad económica de la comunidad para determinar si cuenta con los recursos financieros necesarios que garanticen la sostenibilidad del proyecto.

#### A.11.2.1.5 Adecuación hidráulica de la planta

Debe adecuarse la hidráulica general de la planta, respecto a la pérdida de carga necesaria para un funcionamiento correcto de cada uno de los procesos que la componen. Deben considerarse la topografía del sitio, las pérdidas de cabeza producidas por los filtros y las conexiones entre unidades, entre otros aspectos. Hidráulicamente la planta debe estar en capacidad de transportar el caudal de diseño a través de todos sus procesos

### A.11.2.2 Procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de la fuente.

#### A.11.2.2.1 Fuente Aceptable.

#### (Artículo 104)

En fuentes superficiales o subterráneas, que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la tabla que sigue, los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar **deben** ser: remoción del material flotante de las fuentes superficiales mediante cribado con rejillas, seguido de los procesos de desinfección y ajuste de pH si se justifica.

Parámetros	Unidades	Resultados de los análisis en $t_{90}$
<b>DBO 5 días</b>		
Promedio mensual	mg/L	$\leq 1.5$
Máximo diario	mg/L	1 – 3
<b>Coliformes totales</b>		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	0 – 50
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	$\geq 4$
<b>PH promedio</b>		6.0 - 8.5
<b>Turbiedad</b>	(UNT)	$< 2$
<b>Color verdadero</b>	(UPC)	$< 10$
<b>Gusto y olor</b>		Inofensivo
<b>Cloruros</b>	(mg/L - Cl)	$< 50$
<b>Fluoruros</b>	(mg/L - F)	$< 1.2$

#### A.11.2.2.2 Fuente Regular.

#### (Artículo 105)

En fuentes superficiales o subterráneas, que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la siguiente tabla, los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar **deben** ser: remoción del material flotante en las fuentes superficiales mediante un cribado con rejillas, seguido de desarenación si se justifica, filtración lenta sencilla o de múltiples etapas; o filtración rápida directa para valores de turbiedad hasta un máximo de 10 UNT; o floculación, sedimentación y filtración rápida, seguida de desinfección y ajuste de pH si se justifica. En este último caso los procesos de coagulación y sedimentación deben diseñarse para obtener una eficiencia tal que permitan reducir la turbiedad a un valor máximo de 10 UNT antes del proceso de filtración rápida.

Parámetros	Unidades	Resultados de los análisis en $t_{90}$
<b>DBO 5 días</b>		
Promedio mensual	mg/L	1.5 – 2.5
Máximo diario	mg/L	3 – 4
<b>Coliformes totales</b>		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	50 – 500
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	$\geq 4$
<b>PH promedio</b>		5.0 - 9.0
<b>Turbiedad</b>	(UNT)	2 – 40
<b>Color verdadero</b>	(UPC)	10 – 20
<b>Gusto y olor</b>		Inofensivo
<b>Cloruros</b>	(mg/L - Cl)	50 – 150
<b>Fluoruros</b>	(mg/L - F)	$< 1.2$

#### A.11.2.2.3 Fuente deficiente.

#### (Artículo 106)

En fuentes superficiales que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la siguiente tabla; los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar **deben** ser: remoción del material

flotante mediante cribado con rejillas, desarenación si se justifica, coagulación, sedimentación, filtración rápida seguida de desinfección y ajuste de pH. Los procesos de coagulación y sedimentación deben diseñarse para obtener una eficiencia tal que permitan reducir la turbiedad a un valor máximo de 10 UNT y el color a un valor máximo de 20 UC.



Parámetros	Unidades	Resultados de los análisis en t <sub>90</sub>
<b>DBO 5 días</b>		
Promedio mensual	mg/L	2.5 – 4
Máximo diario	mg/L	4 – 6
<b>Coliformes totales</b>		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	500 – 5000
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	≥ 4
<b>PH promedio</b>		3.8 – 10.5
<b>Turbiedad</b>	(UNT)	40 – 150
<b>Color verdadero</b>	(UPC)	20 – 40
<b>Gusto y olor</b>		Inofensivo
<b>Cloruros</b>	(mg/L - Cl)	150 – 200
<b>Fluoruros</b>	(mg/L - F)	< 1.2

#### A.11.2.2.4 Fuente muy deficiente.

#### (Artículo 107)

En fuentes superficiales que en promedio, mantengan los parámetros de la siguiente tabla, los procesos de tratamiento mínimos utilizados deben ser los mismos del artículo anterior más los pretratamientos y post-tratamientos específicos para producir una calidad de agua que satisfaga los valores admisibles de todos los parámetros físicos – químicos, microbiológicos y organolépticos contemplados por el Decreto 475 del 10 de marzo de 1998.

Parámetros	Unidades	Resultados de los análisis en t <sub>90</sub>
<b>DBO 5 días</b>		
Promedio mensual	mg/L	> 4
Máximo diario	mg/L	> 6
<b>Coliformes totales</b>		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	>5000
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	< 4
<b>PH promedio</b>		3.8 – 10.5
<b>Turbiedad</b>	(UNT)	≥150
<b>Color verdadero</b>	(UPC)	≥40
<b>Gusto y olor</b>		Inaceptable
<b>Cloruros</b>	(mg/L - Cl)	300
<b>Fluoruros</b>	(mg/L - F)	> 1.7

#### A.11.2.3 Estudio de tratabilidad.

#### (Artículo 108)

Deben realizarse estudios estadísticos de la calidad del agua cruda que cubran por lo menos un periodo de lluvias y uno seco. Para la selección de los procesos de tratamiento previos o paralelos al diseño de una planta, **deben** realizarse ensayos en el laboratorio siendo obligatorio entre estos, el Ensayo de Jarras; y posteriormente, si se justifica, realizar ensayos en planta piloto para determinar el tratamiento al que **debe** ser sometida el agua. Para los **niveles bajo y medio de complejidad** no se recomienda la realización de los ensayos de planta piloto, a menos que se estudie un nuevo proceso o variables desconocidas que no pueden ser analizadas en el laboratorio. El Estudio de Jarras es obligatoria para **cualquier nivel de complejidad**, no solamente en los estudios de tratabilidad del proceso de diseño, sino también diariamente, durante la operación normal de la planta, y cada vez que se presenten cambios en la calidad del agua cruda.

#### A.11.2.4 Desarenación.

#### (Artículo 109)

Siempre que sea necesario, debe construirse un desarenador lo mas cerca posible a la captación de agua superficial, diseñado al menos con dos módulos que operen en forma independiente ante la posibilidad de que uno de ellos quede fuera de servicio. Cada módulo debe tener una capacidad hidráulica igual al

caudal máximo diario (QMD) más las pérdidas que ocurran en el sistema y el consumo de la planta de tratamiento. El periodo de retención del agua en este componente no será menor a 20 minutos en cualquier nivel de complejidad.

**A.11.2.5 Coagulación – Mezcla rápida. (Artículo 110)**

El diseño, operación y construcción de la mezcla rápida ya sea hidráulica o mecánica, **debe** garantizar la dispersión rápida y homogénea de los coagulantes, auxiliares de coagulación y alcalinizantes los cuales **deben** ser aplicados de acuerdo con las dosis mínimas óptimas determinadas por el Ensayo de Jarras.

**A.11.2.6 Floculación convencional. (Artículo 111)**

Las unidades de mezcla rápida y floculación **deben** ubicarse lo más cerca posible. En caso de que esto no sea posible, el flujo de agua a través del canal o ducto de transporte entre las dos unidades no debe tener una velocidad menor de 1 m/s. El diseño, construcción y operación de los floculadores hidráulicos o mecánicos, en cualquiera de las tecnologías que se utilicen debe permitir que la velocidad del agua a través de estas unidades sea de 0.2 m/s a 0.6 m/s. De todas maneras los tiempos de detención y gradientes de velocidad deben obtenerse mediante Ensayos de Jarras previos.

**A.11.2.7 Sedimentación. (Artículo 112)**

Deben realizarse estudios estadísticos de la calidad del agua cruda que cubran por lo menos un periodo de lluvias y uno seco. Si la turbiedad alcanza valores mayores de 1000 UNT por periodos continuos mayores de quince días debe adoptarse un proceso de presedimentación.

Para los **niveles bajo y medio de complejidad**, el proceso de sedimentación debe tener como mínimo dos unidades. Para los **niveles medio alto y alto de complejidad** debe tener como mínimo tres unidades.

Para **todos los niveles de complejidad del sistema**, deben realizarse estudios de tratabilidad en el laboratorio y/o planta piloto para determinar los procesos necesarios y sus parámetros de diseño. En caso de no realizar ensayos previos las unidades deben diseñarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Tipo de sedimentador	Carga Superficial m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .día	Tiempo de detención Horas	Altura Nivel de Agua m.	Dimensiones
De flujo horizontal	15 – 30	2 – 4	4 – 5	Ancho:Largo 1:4 a 1: 8
De flujo ascendente	20 – 30, max 60	2 – 4	4 – 5	Diámetro <40 m
De alta tasa	120 – 185 placa angosta 200 – 300 placa profunda	0,16 – 0,25	4 – 5,5	Espacio entre placas 0,05 m
Con manto de lodos	Concentración de sólidos 10 a 20 % vol	1 – 1,5	Altura del manto 1 – 3 m	Altura tanque 4 – 7 m

**A.11.2.8 Filtración rápida. (Artículo 113)**

Para todos los niveles de complejidad del sistema, deben realizarse estudios de tratabilidad en el laboratorio y/o planta piloto para determinar los parámetros de diseño. Deben adoptarse las siguientes tasas de filtración:

1. Para lechos de arena sola o antracita sola con Te de 0.45 mm a 0.55 mm y una profundidad de 0.75 m máxima, la tasa de filtración debe ser inferior a 120 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día).
2. Para lechos mixtos de antracita y arena y profundidad estándar de 0,60 a 0,75 m, la tasa de filtración máxima es de 300 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día), siempre y cuando la calidad del floc lo permita.

3. Para lechos de arena sola o antracita sola de tamaño grueso, con profundidad mayor de 0.9 m, la tasa de filtración máxima es de 400 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día).

Cuando el lavado de los filtros se hace con fuente externa o tanque de lavado, el número mínimo de unidades deben ser tres; y para lavado mutuo el número mínimo de unidades debe ser cuatro.

**A.11.2.9 Filtración Lenta. (Artículo 114)**

El número mínimo de unidades de filtración lenta que debe tener la planta es dos. La tasa de filtración de la unidad debe estar entre 2.4 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día) a 7.2 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día).

**A.11.2.10 Desinfección. (Artículo 115)**

Es obligatorio en **todos los niveles de complejidad**, desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización.

Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la cloración, ozonación y desinfección con dióxido de cloro.

Para la desinfección por cloración, deben emplearse tanques de contacto en **todos los niveles de complejidad**. El tanque debe proporcionar el tiempo de contacto necesario que garantice la desinfección del agua.

Para la determinación de la dosis óptima de desinfectante, **debe** emplearse el valor Ct Concentración aplicada por tiempo de detención igual a K. Si la operación de la planta permite durante el 90% de su operación, la remoción del 95 al 99% de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración y la turbiedad del agua filtrada se mantiene durante el 95% del tiempo menor de 1,0 UNT, debe usarse la tabla a continuación para determinar K en función de la temperatura del agua y su pH

**Valores de Ct = K en mg·min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log2**

C Dosis de Cloro Aplicada mg/l	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				PH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0.4	24	29	35	42	16	20	23	28	12	15	17	21	8	10	12	14
0,6	25	30	36	43	17	20	24	29	13	15	18	21	8	10	12	14
0,8	26	31	37	44	17	20	24	29	13	15	18	22	9	10	12	15
1	26	31	37	45	18	21	25	30	13	16	19	22	9	10	12	15
1,2	27	32	38	46	18	21	25	31	13	16	19	23	9	11	13	15
1,4	27	33	39	47	18	22	26	31	14	16	19	23	9	11	13	16
1,6	28	33	40	48	19	22	26	32	14	17	20	24	9	11	13	16
1,8	29	34	41	49	19	23	27	33	14	17	20	25	10	11	14	16
2	29	35	41	50	19	23	28	33	15	17	21	25	10	12	14	17
2,2	30	35	42	51	20	23	28	34	15	18	21	26	10	12	14	17
2,4	30	36	43	2	20	24	29	35	15	18	22	26	10	12	14	17
2,6	31	37	44	53	20	24	29	36	15	18	22	27	10	12	15	18
2,8	31	37	45	54	21	25	30	36	16	19	22	27	10	12	15	18
3	32	38	46	55	21	25	30	37	16	19	23	28	11	13	15	18

Si la operación de la planta permite el 90 al 95% de la remoción de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración y la turbiedad del agua filtrada está entre 1,0 y 2,0 UNT, debe usarse la tabla a continuación para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

**Valores de Ct = K en mg·min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log3**

C Dosis de Cloro Aplicada Mg/l	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				PH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0.4	37	44	52	63	25	30	35	42	18	22	26	31	12	15	18	21
0,6	38	45	54	64	25	30	36	43	19	23	27	32	13	15	18	22
0,8	39	46	55	66	26	31	37	44	20	23	28	33	13	16	19	22
1	40	47	56	67	27	32	38	45	20	24	28	34	13	16	19	23
1,2	40	48	57	69	27	32	38	46	20	24	29	35	14	16	19	23
1,4	41	49	58	70	28	33	39	47	21	25	29	35	14	17	20	24
1,6	42	50	60	72	28	33	40	48	21	25	30	36	14	17	20	24
1,8	43	51	61	74	29	34	41	49	22	26	31	37	15	17	21	25
2	44	52	62	75	29	35	42	50	22	26	31	38	15	18	21	25
2,2	45	53	64	77	30	35	43	51	22	27	32	39	15	18	21	26
2,4	45	54	65	79	30	36	43	53	23	27	33	39	15	18	22	26
2,6	46	55	66	80	31	37	44	54	23	28	33	40	16	19	22	27
2,8	47	56	67	82	31	37	45	55	24	28	34	41	16	19	23	27
3	48	57	69	83	32	38	46	56	24	29	34	42	16	19	23	28

Para el caso de plantas que usan una fuente altamente contaminada o que en la operación de los procesos previos de sedimentación y filtración se remueva menos del 90% de los coliformes totales y la turbiedad del agua filtrada esta entre 2,0 y 5,0 UNT, se debe utilizar la tabla a continuación para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

**Valores de Ct = K en mg·min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log<sub>4</sub>**

C Dosis de Cloro Aplicada Mg/l	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0.4	49	59	69	83	33	39	47	55	24	29	35	41	16	19	23	28
0,6	50	60	71	85	33	40	48	57	25	30	36	43	17	20	24	29
0,8	52	61	73	87	35	41	49	59	26	31	37	44	17	21	25	29
1	53	63	75	89	35	42	50	60	26	31	37	45	17	21	25	30
1,2	53	63	76	91	36	43	51	61	27	32	38	46	18	21	25	31
1,4	55	65	77	93	37	43	52	63	27	33	39	47	18	22	26	31
1,6	55	66	79	96	37	44	53	64	28	33	39	48	19	22	27	32
1,8	57	67	81	98	38	45	54	65	29	34	41	49	19	23	27	33
2	58	69	83	100	39	46	55	67	29	35	41	50	19	23	27	33
2,2	59	70	85	102	39	47	57	68	29	35	42	51	20	23	28	34
2,4	60	71	86	105	40	48	57	70	30	36	43	52	20	24	29	35
2,6	61	73	87	107	41	49	59	71	31	37	44	53	21	25	29	35
2,8	62	74	89	109	41	49	59	73	31	37	45	54	21	25	30	36
3	63	75	91	111	42	51	61	74	31	38	45	55	21	25	31	37

Las tablas anteriores están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda.

El Ministerio de Salud podrá exigir una remoción mayor para aguas con alta contaminación.

**A.11.2.11 Pretratamiento para control de sabor y olor. (Artículo 116)**

Los requisitos mínimos de diseño para llevar a cabo el proceso de control de las características organolépticas como sabor y olor son aplicables a los cuatro **niveles de complejidad** del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

Los procesos que deben analizarse para el control organoléptico son la aeración, adsorción sobre carbón activado granular, adsorción sobre carbón activado pulverizado y oxidación química. Los oxidantes que pueden utilizarse como medida de tratamiento del sabor y el olor pueden ser el cloro, el ozono, el permanganato de potasio, el dióxido de cloro, el peróxido de hidrógeno, el sulfato de cobre y el carbón activado extruído.

En caso de emplear algún proceso para el control organoléptico y estético distinto a los mencionados en este título, el diseñador debe pedir permiso especial en los términos del artículo A.1.2.4 del presente Reglamento.

**A.11.2.12 Pretratamiento para desferrización y desmanganetización. (Artículo 117)**

En este literal se establecen los requisitos mínimos de diseño para llevar a cabo el proceso de desferrización y desmanganetización aplicables a los cuatro **niveles de complejidad** del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

El valor admisible de hierro total presente en el agua es 0.3 mg/L y para el manganeso es 0.1 mg/L.

Los procesos de pretratamiento que deben analizarse para la remoción del hierro y manganeso presentes en el agua son los siguientes: Oxidación química; Aeración a presión seguida de filtración; Aeración a presión con tanque de contacto y filtración; Aeración en torres de múltiples bandejas con tanque de contacto y filtración; Filtración sobre zeolita mangánica; y Aeración, sedimentación y filtración.

En caso de emplear algún proceso para la desferrización y desmanganetización distinto a los mencionados en este título, el diseñador debe pedir permiso especial en los términos del artículo A.1.2.4 del presente Reglamento.

**A.11.2.13 Desalinización. (Artículo 118)**

Cuando la fuente de agua superficial o subterránea tenga un contenido de cloruros superior al valor admisible de 250 mg/L, y no habiendo otra fuente económicamente disponible, deberá usarse la ósmosis inversa, la electrodiálisis (inversa) o la nanofiltración para remover los cloruros. Estos procesos de desalinización usuales para el tratamiento del agua de mar o agua salobre, deben utilizarse cuando previamente se haya demostrado que son los que presentan un menor costo de producción del agua potable respecto a otros sistemas (como evaporadores). Si un proceso de separación por membranas es seleccionado para efectuar la desalinización, el estudio previo debe presentar por lo menos dos configuraciones alternativas de las membranas (paso sencillo o doble o sistema por etapas).

**A.11.2.14 Tratamiento y Manejo de Lodos. (Artículo 119)**

Los requisitos mínimos para el tratamiento y manejo de los lodos producidos en los procesos de sedimentación, y filtración producto de la operación de las plantas de tratamiento, son aplicables a los cuatro **niveles de complejidad del sistema**. La descarga de los lodos debe sujetarse a las siguientes especificaciones:

1. Para devolverlos directamente a la corriente de agua o descargarlos en alcantarillados, previo tratamiento, debe adquirirse un permiso de las autoridades competentes y deben realizarse estudios de impacto ambiental en el que se demuestre que no contravienen los artículos 72 y 73 del Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 expedido por el Ministerio de Salud - Normas sobre vertimiento a cuerpos de agua o alcantarillados públicos y el Decreto 302 de 2000 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico
2. Si no es posible lo anterior, se deben llevar a lagunas de almacenamiento en donde se decanten y por extrafiltración y evaporación se elimine el agua de arrastre hasta dejar el lodo semisolidificado. De allí debe extraerse por sistema mecánico y transportarlo al punto de disposición final.

3. Concentrar el lodo en concentradores, extraer dicho lodo y llevarlo a lagunas de secado en donde debe ser solidificado para luego transportarlo y depositarlo en el sitio que se acuerde.
4. Secar el lodo por sistemas mecánicos: filtros prensa, centrifugado, filtros al vacío, o camas de secado, extraer la pasta desecada que se produce en ellos y transportarla hasta el lugar de almacenamiento.
5. La descarga final del agua lixiviada, si se hace a un cuerpo de agua, debe cumplir con las normas de vertimiento que trata el artículo 72 del Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 del Ministerio de Salud.

#### **A.11.2.15 Edificio de operación. (Artículo 120)**

En este literal se establecen los requisitos mínimos y las condiciones con las que se debe diseñar cada una de las áreas que conforman el edificio de operación. Se establecen las condiciones para los cuatro **niveles de complejidad** del sistema. Todas las normas son aplicables a los cuatro niveles del sistema, a no ser que se especifique lo contrario

##### **A.11.2.15.1 Nivel bajo de complejidad**

Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación y cloración; Oficina del administrador; Laboratorio de servicio; Bodega general para productos químicos y repuestos; Baño. Servicios de agua potable. Alcantarillado o tratamiento individual, energía eléctrica o planta y radioteléfono si es posible para comunicar emergencias.

##### **A.11.2.15.2 Nivel medio de complejidad**

Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación y almacenamiento de productos químicos; Sala de cloración y de cilindros de cloro; Oficina del administrador; Laboratorio de servicio y análisis básicos; y Baño. Servicios de agua potable. Alcantarillado o tratamiento individual, gas para el uso del laboratorio, energía eléctrica o planta, radioteléfono o teléfono o celular.

##### **A.11.2.15.3 Nivel medio - alto de complejidad**

Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación; Bodega de almacenamiento; Sala de cloración; Bodega de almacenamiento de cilindros de cloro; Laboratorio de servicios; Sala de operadores; Oficina del laboratorista y depósitos de reactivos; Laboratorio fisicoquímico y microbiológico; Oficina del administrador de la planta con su baño; Oficina del jefe de mantenimiento y auxiliares; Batería de baños; Cocineta; Cuarto de aseo; Zonas de esparcimiento y Parqueaderos. Servicios de agua potable. Alcantarillado o tratamiento individual, gas para el uso del laboratorio, energía eléctrica o planta, radioteléfono o teléfono y celular.

##### **A.11.2.15.4 Nivel alto de complejidad**

Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación; Bodega de almacenamiento junto con su baño; Sala de cloración; Cuarto de depósito para la cloración (incluye equipos de seguridad); Bodega de almacenamiento de cilindros de cloro; Sala de control; Sala de operadores con laboratorio de servicios; Depósito de reactivos y material de laboratorio; Oficina del laboratorista con su baño; Laboratorio fisicoquímico y microbiológico; Oficina del administrador de la planta con su baño; Sala de planoteca y reuniones; Oficina del jefe de mantenimiento; Oficina del ingeniero electrónico o similar; Batería de baños; Facilidades de cocina y cafetería según las necesidades; Cuarto de aseo; Zonas de esparcimiento; y Parqueaderos. Servicios de agua potable. Alcantarillado o tratamiento individual, gas para el uso del laboratorio, energía eléctrica o planta, radioteléfono o teléfono y celular.

La dosificación de los productos químicos puede ser de dos tipos de acuerdo con las características del material a dosificar, si el material está en polvo o a granel deben emplearse dosificadores en seco, los cuales pueden ser volumétricos o gravimétricos. Si la sustancia está en solución deben emplearse los dosificadores en solución, los cuales pueden ser rotatorios, por bombeo o por gravedad u otro de tecnología conocida y de aceptación extendida

**A.11.2.16      Sistemas de instrumentación y control.      (Artículo 121)**

Los requisitos mínimos que deben presentar las plantas de tratamiento para tener un sistema de instrumentación y control, que permita un adecuado y permanente control de la calidad del agua tratada y operación de la planta, son aplicables a los cuatro **niveles de complejidad** del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

Los **niveles bajo y medio de complejidad** deben tener un grado de instrumentación manual suficientemente adecuado para controlar los procesos. Las plantas de tratamiento que se encuentren dentro de estos niveles y que tengan la suficiente capacidad económica pueden implementar sistemas automáticos de instrumentación y control.

Los **niveles medio alto y alto de complejidad** deben tener un nivel de automatización tal que ofrezcan soluciones rápidas a problemas y permitan los ajustes requeridos a variables del proceso que se necesiten modificar.

**A.11.2.17      Calidad del agua tratada.      (Artículo 122)**

El agua producida en un sistema de potabilización no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua para consumo humano debe cumplir los Requisitos de Calidad microbiológicos, organolépticos y físico-químicos exigidos en el Decreto 475 de marzo 10 de 1998, de los Ministerios de Salud y de Desarrollo Económico por el cual se expiden las Normas Técnicas de Calidad del Agua Potable, o en su defecto el que lo reemplace. La calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo de transporte de la planta de tratamiento al consumidor.

**A.11.3 SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES**

**A.11.3.1      Contenido**

El presente capítulo incluye los elementos de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales que conforman los alcantarillados sanitarios, pluviales y combinados, sus diferentes componentes y estaciones de bombeo. Se consideran además nuevas tecnologías y sistemas de disposición *in situ* como alternativas a los sistemas convencionales. No incluye los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ni las instalaciones internas domiciliarias de aguas residuales pluviales o domésticas.

**A.11.3.2      Actividades para el planeamiento y diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales.      (Artículo 123)**

Las actividades que de manera general deben realizarse en el desarrollo de un proyecto completo de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales se enumeran a continuación. Para el caso de expansiones el diseñador debe establecer cuáles de estas actividades son relevantes para el caso específico.

**A.11.3.2.1    Información básica**

Se debe obtener la información relevante citando las fuentes respectivas. Se debe incluir la descripción y diagnóstico del sistema existente de abastecimiento de agua potable y el de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias

**A.11.3.2.2    Delimitación del perímetro sanitario municipal**

Es necesario establecer el límite del perímetro sanitario municipal o la porción relevante de éste, y su relación con el área del proyecto.

#### A.11.3.2.3 Delimitación del área del proyecto

Se debe definir el área para la cual debe ser proyectado el sistema.

#### A.11.3.2.4 Definición del periodo de análisis

Se debe establecer el periodo de planeamiento del sistema y el año inicial de operación

#### A.11.3.2.5 Estimación de la población

En el caso de sistemas sanitarios se debe estimar la población a lo largo del periodo de planeamiento del sistema. La población estimada en el área del proyecto debe considerar las densidades de saturación con base en los planes de ordenamiento territorial de la localidad.

#### A.11.3.2.6 Delimitación de áreas de drenaje

Se debe delimitar las áreas de drenaje contenidas en el área de planeamiento

#### A.11.3.2.7 Determinación de las características del sistema

Se deben determinar las características del sistema existente, y de las aguas residuales y/o pluviales en función de las tendencias de ocupación de la tierra y del ordenamiento territorial.

#### A.11.3.2.8 Generación de alternativas de sistemas para la recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales

Se deben generar alternativas de sistemas de recolección de aguas residuales y/o lluvias. Es necesario evaluar cada alternativa desde el punto de vista de impacto ambiental.

#### A.11.3.2.9 Aprovechamiento de componentes existentes

Debe establecerse la posibilidad de aprovechar total o parcialmente elementos del sistema de recolección y evacuación existente.

#### A.11.3.2.10 Análisis de sitios de descarga

Se deben identificar las poblaciones localizadas aguas abajo de los posibles sitios de vertimiento y/o disposición de las aguas residuales evacuadas de la localidad y se deben analizar las características y capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua receptores (ríos, quebradas, arroyos, humedales, lagos, ciénagas, embalses y mar) y los posibles efectos ambientales de las descargas con y sin tratamiento, con base en la legislación vigente.

#### A.11.3.2.11 Predimensionamiento de los componentes de las alternativas

Se deben dimensionar de manera preliminar los componentes de cada una de las alternativas consideradas en artículo A.11.3.2.8

#### A.11.3.2.12 Definición de criterios para la estimación de costos

Se deben recopilar funciones de costos de componentes similares a los considerados en las diferentes alternativas, citando las fuentes bibliográficas que avalen su validez. Estas funciones deben considerar costos de construcción, operación y mantenimiento.

#### A.11.3.2.13 Determinación de etapas de construcción

Se deben determinar las etapas de construcción o periodos óptimos de expansión de capacidad de los componentes de cada alternativa considerada, con base en análisis de costo mínimo si éste es apropiado para el tipo de componente, la tasa social de descuento, los factores de economías de escala implícitos en el literal A.11.3.2.12 y el análisis de capacidad actual limitante de componentes.



#### A.11.3.2.14 Selección de la alternativa

Con base en consideraciones técnicas, económicas, financieras, culturales y ambientales se debe seleccionar la mejor alternativa para ser diseñada, construida, operada y mantenida. La alternativa seleccionada debe contar con licencia ambiental si esta se requiere, o plan de manejo ambiental.

#### A.11.3.2.15 Diseño de la alternativa seleccionada

La mejor alternativa debe ser dimensionada completamente y sus costos de construcción totalmente cuantificados dentro de un cronograma preciso de ejecución de obras, incluyendo aspectos específicos requeridos de manejo ambiental y urbano durante su construcción, tales como estudios prediales y de servidumbres, licencias ambientales, plan de manejo ambiental, impacto urbano y especificaciones técnicas. El diseño debe generar además obligatoriamente Manuales, programas y procedimientos de operación y mantenimiento apropiados para garantizar la efectividad y sostenibilidad del sistema a lo largo de su vida útil y minimizar efectos ambientales negativos.

#### A.11.3.3 Coeficientes de rugosidad cuando se utilice la fórmula de Manning para el diseño de alcantarillados. (Artículo 124)

Para los niveles de complejidad de sistema medio alto y alto, el valor del coeficiente n de rugosidad de Manning en tuberías de pared lisa debe definirse entre 0.009 y 0.013, previa aprobación de la Entidad Prestadora del servicio de recolección y evacuación de aguas residuales. Este valor será establecido bajo la responsabilidad del diseñador con base en: a) una sustentación técnico - económica incluidos los factores antes mencionados; b) la predicción razonable de que el alcantarillado va a ser adecuadamente construido, operado y mantenido, c) un diseño que tenga en cuenta estimaciones reales de caudal pico diario.

Para los niveles de complejidad de sistema bajo y medio, donde las condiciones de mantenimiento preventivo se hacen en forma ocasional, el coeficiente n de rugosidad de Manning se debe establecer con base en la siguiente tabla

Valores del coeficiente de rugosidad de Maning para varios materiales	
Material	N
<b>CONDUCTOS CERRADOS</b>	
Asbesto – cemento	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 – 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012 – 0.015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015 – 0.017
Gres vitrificado	0.011 – 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 – 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 – 0.015
<i>Metal corrugado</i>	0.022 – 0.026
Coletores de ladrillo	0.013 – 0.017
<b>CONDUCTOS ABIERTOS</b>	
Canal revestido en ladrillo	0.012 – 0.018
Canal revestido en concreto	0.011 – 0.020
Canal excavado	0.018 – 0.050
Canal revestido rip-rap	0.020 – 0.035

En todos los casos el diseñador deberá sustentar adecuadamente el valor del “n” que utilice en su diseño asumiendo la responsabilidad por sus análisis y recomendaciones y **debe** utilizar en sus cálculos el diámetro real interno.

**A.11.3.4 Distancias mínimas a otras redes. (Artículo 125)**

1. Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en la dirección horizontal medidos entre las superficies externas de los dos conductos y 0,3 m en la dirección vertical.
2. En todos los casos, la distancia vertical se mide entre la cota de clave de la tubería de la red de alcantarillado y la cota de batea de la tubería de otros servicios.
3. Los cruces de redes deben analizarse de manera individual para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde la distancia mínima vertical sea menor a la establecida anteriormente.

**A.11.3.5 Diámetro interno real mínimo de los alcantarillados sanitarios. (Artículo 126)**

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg). Sin embargo, el diámetro interno real mínimo permitido en las redes de sistemas de recolección para alcantarillados tipo Condominial o de Flujo Decantado o Convencionales **para niveles de complejidad del sistema Bajo**, éste puede reducirse a 150 mm (6 plg), requiriéndose una justificación detallada por parte del diseñador

**A.11.3.6 Velocidad mínima en alcantarillados sanitarios. (Artículo 127)**

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s.

Cuando el sistema considerado corresponda a un sistema de alcantarillado simplificado, el valor de la velocidad mínima real es de 0,4 m/s o la correspondiente a un esfuerzo cortante mínimo de 1,0 N/m<sup>2</sup> (0,10 Kg/m<sup>2</sup>). Para un sistema de colectores sin arrastre de sólidos se obvia el criterio de autolimpieza, y por lo tanto, el de velocidad mínima.

Los colectores que transporten aguas residuales típicamente industriales deben ceñirse a la legislación y normatividad vigentes sobre vertimientos de este tipo. Para estos colectores la velocidad mínima real aceptable para evitar la formación de sulfuros depende de la demanda bioquímica de oxígeno. Estos valores se definen en la tabla a continuación:

DBO efectiva (mg/l)	Velocidad mínima real (m/s)
Hasta 225	0,50
De 226 a 350	0,65
De 351 a 500	0,75
De 501 a 690	0,90
De 691 a 900	1,00

**A.11.3.7 Velocidad máxima en alcantarillados sanitarios. (Artículo 128)**

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la Entidad Prestadora del servicio.

**A.11.3.8 Pendiente mínima en alcantarillados sanitarios. (Artículo 129)**

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del literal A.11.3.6.

**A.11.3.9 Pendiente máxima en alcantarillados sanitarios. (Artículo 130)**

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el literal A.11.3.7.

**A.11.3.10 Profundidad hidráulica máxima en alcantarillados sanitarios. (Artículo 131)**

Para permitir aeración adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

**A.11.3.11 Profundidad mínima de instalación en alcantarillados sanitarios. (Artículo 132)**

Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores, con relación a la rasante definitiva, se definen en la siguiente tabla

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

**A.11.3.12 Profundidad máxima de instalación en alcantarillados sanitarios. (Artículo 133)**

En general la máxima profundidad de instalación de los colectores con relación a la rasante definitiva, es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante y después de su construcción. Los cruces subterráneos de lagos, ríos y corrientes superficiales deberán acompañarse de un diseño apropiado e idóneo que justifique las dimensiones, los atraques y las profundidades empleadas y deberán proveerse de medios para impedir su destrucción por efectos de la socavación de la corriente atravesada.

**A.11.3.13 Velocidad mínima en alcantarillados pluviales. (Artículo 134)**

La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,75 m/s para el caudal de diseño.

**A.11.3.14 Velocidad máxima en alcantarillados pluviales. (Artículo 135)**

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Valores típicos de velocidad máxima permisible para algunos materiales se presentan en la tabla a continuación. Valores superiores requieren una justificación técnica y aprobación de la Entidad Prestadora del servicio.

Tipo de material	V (m/s)
Ladrillo común	3,0
Ladrillo vitrificado y gres	5,0
Concreto	5,0
PVC	10,0

**A.11.3.15 Pendiente mínima en alcantarillados pluviales. (Artículo 136)**

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza, de acuerdo con los criterios del literal A.11.3.13

**A.11.3.16 Pendiente máxima en alcantarillados pluviales. (Artículo 137)**

El valor de la pendiente máxima admisible es aquella para la cual se tenga una velocidad máxima real, según el literal A.11.3.14

**A.11.3.17 Profundidad mínima de instalación en alcantarillados pluviales. (Artículo 138)**

La profundidad mínima de instalación de los colectores de aguas lluvias, con relación a la rasante definitiva, deben seguir los mismos criterios del literal A.11.3.11.

Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas lluvias deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. Los colectores de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. En general deben considerarse las interferencias con otras redes.

**A.11.3.18 Profundidad máxima de instalación. (Artículo 139)**

La máxima profundidad de los colectores de aguas lluvias debe seguir los mismos parámetros del literal A.11.3.12.

**A.11.3.19 Parámetros de diseño de Alcantarillados combinados. (Artículo 140)**

El diseño debe tener en cuenta los requerimientos para los sistemas de aguas residuales y pluviales, cuya agregación lo conforman. Los valores máximos y mínimos que gobiernan el diseño de sistemas combinados corresponden a los de redes pluviales.

**A.11.3.20 Parámetros de diseño de pozos de inspección. (Artículo 141)**

**A.11.3.20.1 Diámetro**

En los pozos comunes el diámetro interior es generalmente de 1,20 m. Para casos especiales, el diámetro debe estar entre 1,5 y 2 m , dependiendo de las dimensiones de los colectores afluentes.

Para pozos comunes construidos para colectores con diámetros menores que 0,6 m, su diámetro interior debe ser de 1,2 m para permitir el manejo de varillas y demás elementos de limpieza.

Para pozos especiales construidos para colectores hasta de 1,1 m de diámetro, su diámetro interior es 1,5 m. De igual manera, para colectores de 1,20 m o más de diámetro, el diámetro interior del pozo debe ser 2 m , con el fin de permitir el empleo de equipos de limpieza.

**A.11.3.20.2 Profundidad**

La profundidad mínima de los pozos de inspección debe ser 1 m sobre la cota clave del colector afluente más superficial.

**A.11.3.20.3 Diámetro de acceso**

El diámetro del orificio de entrada es generalmente 0,6 m. Sin embargo, si la altura del pozo es menor que 1,8 m, el cuerpo del cilindro puede ser extendido hasta la superficie, donde debe disponerse de una losa como acceso.

**A.11.3.20.4 Distancia entre pozos**

La distancia máxima entre pozos, cuando la limpieza es manual, está entre 100 y 120 m, y para métodos mecánicos o hidráulicos de limpieza, puede llegar a los 200 m . En el caso de alcantarillados sanitarios sin arrastre de sólidos, la distancia entre pozos o cajas puede ser de este orden. En emisarios finales o en colectores principales, donde las entradas son muy restringidas o inexistentes, la distancia máxima entre estructuras de inspección puede incrementarse en función del tipo de mantenimiento, la cual debe ser del orden de 300 m. En cualquier caso, las distancias adoptadas deben ser sustentadas con base en los criterios expuestos.

**A.11.3.21 Parámetros de diseño de las cámaras de caída. (Artículo 142)**

Todos los colectores que lleguen a una estructura de conexión, con una diferencia mayor de 0.75 m con respecto a la batea del colector de salida, deben entregar al pozo mediante una cámara de caída. Para colectores afluentes menores de 300 mm (12 pulg.) de diámetro puede analizarse la alternativa de no

construir la cámara de caída pero debe proveer un colchón de agua en la parte inferior del pozo que amortigüe la caída.

El diámetro del tubo bajante debe ser del mismo diámetro que el tubo de entrada, pero en ningún caso menor que 200 mm (8 pulg.).

Si la tubería de entrada tiene un diámetro mayor que 900 mm (36 pulg.), en lugar de tubo de caída debe diseñarse una transición escalonada entre el tubo y la cámara.

**A.11.3.22 Parámetros de diseño de sumideros. (Artículo 143)**

Los sumideros deben ubicarse en los cruces de las vías, de tal manera que intercepten las aguas lluvias de las cunetas antes de las zonas de tránsito de los peatones y en los puntos intermedios bajos. El diseñador debe justificar los métodos y aproximaciones utilizadas en la estimación de caudales y en el análisis del comportamiento hidráulico de cunetas y sumideros. El dimensionamiento de la tubería de conexión del sumidero al sistema de alcantarillado, ya sea un pozo o fuentes receptoras, debe tener un diámetro mínimo de 200 mm (8 pulg.), pendiente superior al 2% y, en general, no debe tener una longitud mayor de 15 m.

**A.11.3.23 Parámetros de diseño de aliviaderos (Artículo 144)**

El caudal de alivio debe corresponder al caudal medio diario de aguas residuales que llegan a la estructura de alivio multiplicado por el factor de dilución, el cual debe ser mayor que 1.

El factor de dilución es la relación entre el caudal a partir del cual el aliviadero comienza a derivar agua y el caudal medio diario de las aguas residuales.

**A.11.3.24 Parámetros de diseño para canales de aguas lluvias. (Artículo 145)**

Para canales revestidos, la velocidad máxima del agua no debe ser mayor que 8 m/s, y si la pendiente es elevada, deben diseñarse escalones en los canales, de tal forma que la energía disminuya a un valor razonable y si es necesario se dotarán de tanque amortiguador en la llegada, diseñado con el criterio de disipación de energía.

Los canales revestidos deben diseñarse de tal manera que sus colectores tributarios descarguen por encima de las aguas máximas del canal y para que los aliviaderos trabajen libremente.

Deben efectuarse las provisiones apropiadas de borde libre. Si eventualmente el canal funcionase como conducto cerrado, la profundidad hidráulica no debe exceder el 90 % de la altura del conducto.

En curvas horizontales deben proveerse las consideraciones apropiadas de los peraltes necesarios, con las justificaciones del caso.

La velocidad máxima en el canal deberá cumplir con lo especificado en el diseño de alcantarillado pluvial.

La concepción, el trazado y el dimensionamiento hidráulico del canal deben estar plenamente justificados.

Deben hacerse las consideraciones correspondientes al efecto o impacto ambiental del canal.

En el diseño de los canales deben tenerse en cuenta los caudales vertidos por otros canales y colectores de aguas lluvias existentes o proyectados dentro del sistema básico de drenaje.

Cuando los canales entreguen el agua a cuerpos de agua naturales, deberá tenerse en cuenta la cota con la que debe llegar el canal para hacer el empalme hidráulico.

**A.11.3.25 Parámetros de diseño para sifones invertidos. (Artículo 146)**

Los sifones invertidos están conformados por dos o más tuberías, dependiendo de la magnitud del caudal de diseño que se requiera conducir. Estas tuberías deben constar de facilidades de limpieza.

La velocidad mínima de flujo para el caso de alcantarillado sanitario debe ser 1 m/s y el diámetro mínimo debe ser 200 mm (8 pulg.). Para el sistema pluvial o combinado la velocidad mínima es 1,2 m/s y el diámetro mínimo de 300 mm (12 pulg.). En cualquier caso, la velocidad mínima debe ser superior a la velocidad de autolimpieza determinada por esfuerzo cortante.

Las entradas a los conductos auxiliares deben ser reguladas por vertederos, de tal forma que las tuberías puedan entrar en servicio progresivamente.

**A.11.3.26 Periodo de diseño para estaciones de bombeo o elevadoras. (Artículo 147)**

El periodo de diseño depende del **nivel de complejidad del sistema**, según lo establecido en la tabla a continuación.

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño (años)
Bajo	15
Medio	20
Medio alto	25
Alto	30

**A.11.3.27 Caudales de diseño para estaciones de bombeo o elevadoras. (Artículo 148)**

Para el diseño de una estación de bombeo o elevadora de aguas residuales se deben tener en cuenta el caudal promedio diario, los caudales diarios mínimos y máximos y el caudal pico horario. Tanto para aguas residuales como pluviales, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. Caudal máximo al final del periodo de diseño.
2. Caudal mínimo al final del periodo de diseño.
3. Caudal máximo al final de cada etapa del periodo de diseño.
4. Caudal mínimo al final de cada etapa del periodo de diseño.
5. Caudal máximo al inicio de la operación de la estación.
6. Caudal máximo al final de la operación de la estación

**A.11.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

El presente capítulo incluye la caracterización de las aguas residuales, sistemas de tratamiento en el sitio de origen, sistemas centralizados y emisarios submarinos.

**A.11.4.1 Caracterización de aguas residuales. (Artículo 149)**

A continuación se establece el procedimiento que debe seguirse para la caracterización de las aguas residuales. Las prescripciones establecidas a continuación deben aplicarse a los cuatro **niveles de complejidad del sistema** a menos que se especifique lo contrario. Si ya existen alcantarillados debe medirse el caudal y debe determinarse las concentraciones de las aguas residuales mediante análisis de laboratorio de muestras tomadas del agua por tratar.

**A.11.4.1.1 Medición de caudales**

Para la determinación del caudal de las descargas deben efectuarse por lo menos 3 jornadas de medición horaria durante las 24 horas del día y en cada uno de los emisarios que se consideren representativos. Con estos datos deben determinarse los caudales medio y máximo horario representativos de cada descarga y el factor de mayoración correspondiente.

Deben efectuarse mediciones para determinar la cantidad de agua de infiltración y otros caudales afluentes asociados a conexiones erradas al sistema de alcantarillado sanitario. Deben encontrarse factores para caudales de infiltración (en términos de área o de longitud de la red L/s-ha ó L/s-km) de modo que se pueda proyectar el caudal esperado. Así mismo deben tenerse en cuenta los periodos de sequía y de lluvia.

Al mismo tiempo que se efectúan las mediciones de caudales máximos en los colectores, debe estimarse el caudal máximo horario con base en los factores de mayoración.

Los aportes asociados a periodos de lluvia deben ser tomados en consideración al determinar el caudal de diseño, para lo cual debe hacerse un estudio de infiltración y afluentes.

La tasa de infiltración permisible será la estipulada en la tabla a continuación.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s-ha)	Infiltración media (L / s-ha)	Infiltración baja (L / s-ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Para los desechos industriales debe efectuarse una encuesta sobre las industrias existentes y luego se seleccionan los tipos de industrias más relevantes. Deben efectuarse campañas de muestreo en las descargas de los procesos hasta completar el ciclo total de producción en la industria. En los procesos con descargas continuas, deben efectuarse mediciones de caudal, temperatura y pH, y deben tomarse muestras integradas

#### A.11.4.1.2 Caracterización físico – química de las aguas residuales mediante muestras simples.

Los parámetros que deben medirse para caracterizar el agua residual mediante muestras instantáneas para cada nivel de servicio, aparecen en la tabla a continuación.

Nivel	Parámetro
Bajo	Oxígeno disuelto, temperatura, pH.
Medio	Oxígeno disuelto, temperatura, pH.
Medio Alto	Oxígeno disuelto, temperatura, pH.
Alto	Oxígeno disuelto, temperatura, pH, alcalinidad, acidez.

#### A.11.4.1.3 Caracterización físico – química de las aguas residuales mediante muestras compuestas

Las muestras compuestas son la mezcla de varias muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

La tabla a continuación determina los parámetros que deben medirse para caracterizar el agua residual para cada nivel de complejidad del sistema en muestras compuestas.

Nivel de complejidad del sistema	Parámetro
Bajo	DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado)
Medio	DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado)
Medio alto	DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; fósforo (soluble y particulado); aceites; detergentes; grasas y nitrógeno total Kjeldahl.
Alto	DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado); aceites y grasas; fósforo; metales pesados: Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Hg, Cu, Ag, y sustancias orgánicas volátiles, cloruros, detergentes.

Las muestras integradas deben usarse en alguno o varios de los siguientes casos:

1. Para caracterizar el caudal de un río, el cual varía su composición a lo largo de su trayecto y su ancho. Se toman varias muestras para diferentes puntos de sección transversal y se mezclan en proporción a los flujos relativos para cada sección.
2. En tratamientos combinados para diferentes corrientes de aguas residuales separadas.
3. Para cálculo de las cargas (kg/d) de las sustancias contaminantes en la corriente de agua.

La integración debe hacerse de manera proporcional a los caudales medidos al toma la muestra.

#### **A.11.4.2 Parámetros mínimos de calidad del agua que deben medirse. (Artículo 150)**

Para la caracterización de aguas residuales debe procederse, para cada descarga importante, a realizar por lo menos cinco jornadas de medición y muestreo horario de 24 horas de duración, con determinaciones de caudal y temperatura en el campo. Las campañas deben efectuarse en días diferentes.

En la tabla a continuación se especifican los parámetros mínimos que deben medirse para cada nivel de confiabilidad

<b>Parámetro</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio alto</b>	<b>Alto</b>
Oxígeno disuelto	X	X	X	X
DBO <sub>5</sub>				
<i>Soluble</i>	X	X	X	X
<i>Total</i>	X	X	X	X
SS				
SST	X	X	X	X
SSV	X	X	X	X
DQO				
<i>Soluble</i>	X	X	X	X
<i>Total</i>	X	X	X	X
NITRÓGENO				
<i>Total</i>	X	X		
<i>Orgánico</i>				
<i>Soluble</i>			X	X
<i>Particulado</i>			X	X
<i>Amoniaco</i>			X	X
<i>Soluble</i>			X	X
<i>Particulada</i>			X	X
<i>Nitritos</i>			X	X
<i>Nitratos</i>				
FOSFORO TOTAL				
<i>Soluble</i>	X	X	X	X
<i>Particulado</i>	X	X	X	X
CLORUROS			X	X
ALCALINIDAD				X
ACEITES Y GRASAS			X	X
COLIFORMES				
<i>Fecales</i>			X	X
<i>Totales</i>			X	X
PH	X	X	X	X
ACIDEZ	X	X	X	X
DETERGENTES			X	X

#### **A.11.4.3 Caudal de diseño.**

**(Artículo 151)**

El diseño de proceso de las unidades de tratamiento debe basarse en el caudal máximo semanal para el periodo de diseño, excepto en casos especiales. El diseño hidráulico de la planta debe hacerse para el caudal máximo horario. Los caudales industriales deben calcularse para los periodos críticos de



producción. La modularización de caudales para la expansión futura de la planta de tratamiento debe asociarse a estudios de costo mínimo de acuerdo con lo indicado en el capítulo A.8, con excepción del **nivel bajo de complejidad**.

Para comunidades sin alcantarillado sanitario debe determinarse el caudal medio de diseño con base en la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor de retorno entre 0.70 y 0.80, más los caudales de infiltración, conexiones erradas y aportes institucionales comerciales e industriales. Para el cálculo de la dotación se deben seguir las recomendaciones contempladas en el literal A.11.1.1.

#### **A.11.4.4 Estudios de tratabilidad y/o Toxicidad. (Artículo 152)**

Se debe hacer un estudio de tratabilidad de las aguas residuales para los **niveles de complejidad medio, medio alto y alto**. El estudio de tratabilidad debe identificar la(s) tecnología(s) de tratamiento de mayor probabilidad de eficiencia en el tratamiento de los siguientes parámetros de interés: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos (SS), Demanda Química de oxígeno (DQO), grasas y/o aceites, definidos en la normatividad de vertimientos del Decreto 1594 de 1984 de MinSalud. Este estudio se debe hacer a escala laboratorio.

Deben efectuarse estudios de toxicidad a los microorganismos aerobios y anaerobios en plantas de tratamiento biológico en el **nivel alto de complejidad del sistema**. En otros niveles los pueden hacer de considerarse necesario. Deben medirse metales pesados, ya que en altas concentraciones son tóxicos para los organismos degradadores y para el cuerpo de agua receptor. Estos son cromo (Cr), plomo (Pb), níquel (Ni), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cobre (Cu), zinc (Zn). Para el tratamiento biológico se considera tóxica una concentración total acumulada de metales pesados mayor de 2 mg/L. También los elementos y compuestos químicos tóxicos como el arsénico (As) y el Cianuro (CN<sup>-</sup>). También deben medirse los compuestos orgánicos volátiles (VOC). En aguas residuales domésticas, el contenido de VOC es comúnmente menor de 400 mg/L

Deben hacerse análisis de toxicidad de parámetros que se presumen pueden ser descargados aún cuando no estén incluidos en la lista anterior.

Al finalizar la caracterización debe efectuarse un análisis estadístico de los datos generados; en caso de resultar no representativos, debe procederse a ampliar las campañas de caracterización.

#### **A.11.4.5 Sistemas de tratamiento en el sitio de origen**

##### **A.11.4.5.1 Estudios mínimos. (Artículo 153)**

Los sistemas de tratamiento en el sitio son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado o no es posible construir un sistema integrado de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes, antes de proceder a implantar un sistema de tratamiento en el sitio, deben realizarse los siguientes estudios: Inspección visual; Estudio de impacto ambiental: manejo de lodos, olores, tratamiento de patógenos; Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada; Topográficos: pendiente del terreno; Hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual); Revisión de estudios previos hechos en la zona; Vulnerabilidad sísmica e inundaciones.

##### **A.11.4.6 Trampas de Grasa. (Artículo 154)**

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse.

El diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg. de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto.

El tanque debe tener 0.25m<sup>2</sup> de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18 y una velocidad ascendente mínima de 4mm/s.

#### **A.11.4.7 Tanques sépticos.**

**(Artículo 155)**

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios: rendimiento del proceso de tratamiento; almacenamiento de lodos y amortiguamiento de caudales pico.

Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.

La profundidad útil debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la Tabla a continuación, de acuerdo con el volumen útil obtenido.

<b>Volumen útil (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Profundidad útil mínima (m)</b>	<b>Profundidad útil máxima (m)</b>
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

El diámetro interno mínimo para los cilíndricos es de 1.10 m. Para los tanques prismáticos rectangulares, el largo interno mínimo es de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima es de 2:1 y máxima de 4:1

Los tanques sépticos deben conservar las siguientes distancias mínimas: 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración; 3.0 m distantes de arboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua y 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.

#### **A.11.4.8 Campos de infiltración.**

**(Artículo 156)**

Consiste en una serie de trincheras angostas y relativamente superficiales rellenas con un medio poroso (normalmente grava).

Deben localizarse aguas abajo de los tanques sépticos y deben ubicarse en suelos cuyas características permitan una absorción del agua residual que sale de los tanques sépticos a fin de no contaminar las aguas subterráneas. Los canales de infiltración deben localizarse en un lecho de piedras limpias cuyo diámetro debe estar comprendido entre 10 y 60 mm. Debe evitarse la proximidad de arboles, para prevenir la entrada de raíces.

En la siguiente tabla aparecen las dimensiones que se deben usar.

<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>
Diámetro de canales	0.10 - 0.15 m
Pendiente	0.3 - 0.5%
Largo máximo	30 m
Ancho del fondo	0.45 a 0.75 m

El área de absorción necesaria debe obtenerse con base en las características del suelo, que se determinan en los ensayos de infiltración.

Se recomienda utilizar una tasa de aplicación menor que o igual a 100 L/día/m<sup>2</sup> para los efluentes de tanques sépticos, y periodos de aplicación no mayores de 6 horas.

**A.11.4.9 Filtros intermitentes.****(Artículo 157)**

La filtración intermitente puede definirse como la aplicación intermitente de agua residual previamente sedimentada, como el efluente de un pozo séptico, en un lecho de material granular (arena, grava, etc) que es drenado para recoger y descargar el efluente final.

Los filtros deben localizarse aguas abajo del tanque séptico y aguas arriba de la desinfección si se requiere. Para los filtros intermitentes de arena se deben usar los parámetros de diseño de la siguiente tabla

Parámetro	Unidad	Rango
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d	0.3 - 0.6
Carga orgánica	KgDBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> /d	0.002 - 0.010
Frecuencia de dosificación	veces/día	3 - 6
Volumen del tanque de dosificación	caudal día	0.5 - 1.0
Pasos a través del filtro	No.	1
Temperatura del medio filtrante	°C	>15

Para los filtros de medio granular recirculante se debe usar los parámetros de diseño de la tabla a continuación

Parámetro	Unidad	Rango
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d	0.13 - 0.2
Carga orgánica	KgDBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> /d	0.010 - 0.040
Tasa de recirculación		3 :1 - 5 :1
Frecuencia de dosificación	min/30min	1 - 10
Volumen del tanque de dosificación	caudal día	0.5 - 1.0
Pasos a través del filtro	No.	2 - 8
Temperatura del medio filtrante	°C	>15

**A.11.4.10 Humedales artificiales de flujo sumergido.****(Artículo 158)**

Los humedales deben localizarse aguas abajo de un tanque séptico. Para esto, debe hacerse una evaluación de las características del suelo, localización de cuerpos de agua, topografía, localización geográfica, líneas de propiedad y vegetación existente para localizar adecuadamente el humedal.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios: Conductividad hidráulica, Granulometría, Flujo sumergido para todas las condiciones de caudales.

**A.11.4.11 Filtros sumergidos aireados.****(Artículo 159)**

Deben colocarse aguas abajo del tanque séptico que sirve como sedimentador. Para su dimensionamiento el diseñador debe seleccionar una metodología que garantice el correcto funcionamiento de la cámara de reacción con un tiempo de retención hidráulica que produzca las eficiencias de remoción esperadas. El lecho filtrante de la cámara de reacción debe ser llenado con material que permita el crecimiento de los microorganismos en su superficie y su espesor debe ser de 40 mm como mínimo.

En la cámara de sedimentación debe seleccionar una metodología que garantice la acumulación de biomasa en el reactor y produzca un efluente con concentración de sólidos suspendidos compatibles con el nivel de tratamiento exigido por el diseño. El área superficial debe permitir el acceso para limpieza. El ángulo de inclinación del dispositivo de sedimentación no debe ser superior de 40° con relación a la horizontal y la disposición de los sedimentadores deber ser tal que permita su lavado periódico.

**A.11.4.12 Tanques Imhoff.****(Artículo 160)**

El tanque Imhoff debe utilizarse para poblaciones con **nivel bajo de complejidad**. Deben mantenerse las mismas distancias mínimas de los tanques sépticos.

Los tanques Imhoff se dividen en tres cámaras que son: Cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y el respiradero o área de ventilación del gas

El compartimento de sedimentación debe estar diseñado con una tasa de desbordamiento superficial de 25 a 40 (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d) y un tiempo de retención de 2 a 4 horas. La cámara de digestión debe tener una capacidad de almacenamiento de lodo para 6 meses

#### **A.11.4.13 Sistemas centralizados**

##### A.11.4.13.1 Estudios mínimos.

**(Artículo 161)**

La información mínima deberá tener en cuenta: Inspección visual; Estudio de impacto ambiental; Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada, nivel freático; Topográficos: Curvas de nivel; Hidrogeológicos: Por ejemplo, precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual); Revisión de estudios previos hechos en la zona; Vulnerabilidad sísmica; Inundaciones y dirección de los vientos

##### A.11.4.13.2 Estudios de Calidad de la Fuente Receptora.

**(Artículo 162)**

Las características de calidad del agua que garantizan el uso deseado o actual están definidas por el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, o el que lo reglamente o lo sustituya, y se debe hacer un tratamiento tal al agua residual antes de verterla a la fuente receptora, que se logren los criterios allí estipulados para situaciones hidrológicas críticas de bajos caudales y descargas máximas de diseño del vertimiento y en los tramos aguas abajo en la corriente.

Los análisis de calidad de agua del cuerpo receptor deben considerar los vertimientos que se realizan por reboses del alcantarillado, o alcantarillados en caso de que existan sistemas independientes, junto con los vertimientos directos antes y después del tratamiento.

Los parámetros a modelar en el cuerpo de agua receptor serán aquellos que afecten las calidades de agua estipuladas en los usos definidos en el Decreto 1594 de 1984 o aquel que los sustituya.

Como mínimo, se deben realizar los siguientes estudios de calidad de la fuente receptora: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Totales y Fecales, Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) y Sólidos Suspendidos.

##### A.11.4.13.3 Selección de Sitios de Ubicación de los Sistemas Centralizados.

**(Artículo 163)**

Se deben considerar de manera específica los siguientes aspectos: Puntos de emisión de olores y cantidad de emisión en cada uno de ellos; Modelación de la dispersión atmosférica; Evaluación de concentraciones de H<sub>2</sub>S y otras sustancias olorosas en las zonas aledañas considerando concentraciones pico con frecuencias inferiores a 15 minutos y Medidas de mitigación.

Se deben considerar los requerimientos por la demanda actual y futura en el momento de la selección del sitio. El área requerida para una planta de una capacidad depende de las siguientes consideraciones: Grado de tratamiento requerido; Proceso a ser usado; Grado de redundancia requerido; Requerimientos de espacio para instalaciones secundarias y de soporte, y requerimientos de espacio para acceso, circulación y mantenimiento.

La distancia mínima de amortiguamiento para zonas residenciales debe ser de 75m. Para sistemas particulares pueden exigirse aislamientos superiores. En las zonas susceptibles a inundación, se debe proveer una protección adecuada por medio de diques de tierra u otro método, alrededor del perímetro de la planta. Como mínimo la planta debe permanecer operacional para una creciente con un periodo de retorno de 25 años.

Para **cualquier nivel de complejidad del sistema**, la selección del sitio debe considerar la posibilidad de actividad sísmica en la zona. Se debe revisar las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo

Resistente NSR-98 (Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998) para determinar en que zona de amenaza sísmica se encuentra el proyecto para de esta manera tomar los controles que sean necesarios.

No se permite la localización de plantas cerca a hábitats especiales como humedales naturales u otro tipo de ecosistemas críticos, así como tampoco cerca a zonas de recreación a menos que se pueda garantizar la ausencia de impactos. En los casos que se considere necesario, se recomienda evaluar la presencia de recursos culturales, históricos o arqueológicos del sitio. Ni cerca de una bocatoma o captación de agua.

#### A.11.4.14 Selección del tratamiento - Estudios de Análisis de Alternativas. (Artículo 164)

De acuerdo con el nivel de tratamiento deseado existen diferentes alternativas para lograr el objetivo. La tabla a continuación presenta un resumen de los rendimientos típicos que se deben lograr con las diferentes etapas y procesos de tratamiento:

	Unidades de tratamiento	Eficiencia mínima de remoción de constituyentes, Porcentaje						
		DBO	DQO	Sólidos Suspendidos	P	N Org	NH <sub>3</sub> -N	Patógenos
Pre-tratamiento	Rejillas	desp <sup>1</sup>	Desp	Desp.	Desp	Desp.	desp.	Desp.
	Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp	Desp.	desp.	Desp.
Trat. Primario	Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	Desp.
Trat. Secundario	Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	Desp.
	Filtros percoladores de alta tasa, roca. de super tasa, plástico	65-80 65-85	60-80 65-85	60-85 65-85	8-12 8-12	15-50 15-50	8-15 8-15	Desp.
Trat. Anaerobio	Reactores UASB (RAFA)	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
	Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
	Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Post – Tratamiento	Lagunas de oxidación							
	Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99.99
	Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99.99
	Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99.99
	Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99.99
Desinfección	Rayos Ultravioleta	Desp.	Desp	Desp.	Desp	Desp.	Desp.	100
	Cloración	Desp.	Desp	Desp.	Desp	Desp.	Desp.	100

Se deben evaluar los siguientes parámetros de la red de alcantarillado de tal manera que se asegure la integración entre la planta de tratamiento y el sistema de recolección de aguas servidas: Cobertura poblacional del sistema de alcantarillado, proyección de expansión de cobertura para el periodo de diseño de la planta, porcentaje de infiltración y afluentes, porcentaje de conexiones erradas, porcentaje de recolección real de aguas residuales producidas por la población, aporte industrial de caudales y cargas contaminantes, y ubicación y cuantificación de reboses de excesos.

#### A.11.4.15 Rejillas. Requisitos mínimos de diseño. (Artículo 165)

Las rejillas deben colocarse aguas arriba de las estaciones de bombeo o de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. Se recomienda un espaciamiento entre las barras de la rejilla de 15 a 50 mm para rejillas limpiadas manualmente, y entre 3 y 77 mm para rejillas limpiadas mecánicamente. La velocidad de aproximación a las rejillas debe estar entre 0.3 y 0.6 m/s para rejillas limpiadas manualmente, y entre 0.3 y 0.9 m/s para rejillas limpiadas mecánicamente. Se debe usar un rango de velocidades entre 0.3 y 0.6 m/s y entre 0.6 y 1.2 m/s para rejillas limpiadas manualmente y mecánicamente respectivamente. Para ninguno de los dos casos de limpieza manual o mecánica se permitirá una pérdida de cabeza mayor a 75 cm.

<sup>1</sup> Despreciable

**A.11.4.16 Desarenadores. Requisitos mínimos de diseño. (Artículo 166)**

Independiente de las características geométricas de los desarenadores, estos deben localizarse después de rejillas y antes de los tanques de sedimentación primaria y estaciones de bombeo. Los desarenadores deben diseñarse de manera tal que la velocidad pueda controlarse. La velocidad debe estar en un rango entre 0.2 m/s y 0.4 m/s. Se debe construir un mínimo de dos unidades en cualquiera de los **niveles de complejidad**. Cada unidad debe tener la capacidad para operar con los caudales de diseño cuando la otra unidad está en limpieza. Se recomienda un rango entre 700 y 1600 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día de tasa de desbordamiento superficial. Estos valores pueden ser expresados en términos de velocidad de sedimentación, variando aproximadamente entre 30 m/h y 65 m/h. El tiempo de retención hidráulico debe basarse en el tamaño de las partículas que deben separarse.

**A.11.4.17 Sedimentadores primarios. Requisitos mínimos de diseño. (Artículo 167)**

El tanque debe diseñarse para el caudal máximo horario esperado. Para el caso de tanques rectangulares la relación longitud:ancho debe estar entre 1.5:1 y 15:1. Para el caso de tanques circulares se recomienda un diámetro entre 3 y 60 m, una pendiente de fondo entre 6 y 17%. Debe escogerse la mayor de las áreas calculadas, de acuerdo con las siguientes tasas de desbordamiento superficial mínimas recomendadas: 1) Para caudal medio utilizar 33 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día; 2) Para caudal pico sostenido por tres horas utilizar 57 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día, y 3) Para caudal pico utilizar 65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día.

El tiempo de retención debe basarse en el caudal medio de aguas negras y en el volumen del tanque. El diseñador debe escoger una Tasa de Desbordamiento Superficial según el tipo de suspensión que va a separarse y siempre y cuando se demuestre que es apropiada para lograr una eficiencia acorde con el nivel de confiabilidad de servicio en que se encuentre la planta. La profundidad depende del tipo de limpieza de lodos que se practique en la planta.

Los sedimentadores primarios pueden usarse adicionalmente como sistemas de remoción de grasas, en dicho caso debe asegurarse que exista la capacidad de almacenamiento y los dispositivos mecánicos que permitan la evacuación del sobrenadante de forma segura y oportuna para evitar interferencias en los procesos posteriores y generación de malos olores por acumulación prolongada.

**A.11.4.18 Tamices. Requisitos mínimos de diseño. (Artículo 168)**

Para el diseño de estos dispositivos se recomienda los siguientes rangos de capacidad hidráulica, en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d, que aparecen a continuación: Rotativos de bandeja de 0.6 a 2.5; Rotativos cilíndricos de 0.005 a 0.04 y de Disco de 0.004 a 0.04.

Debe obtenerse una remoción de sólidos suspendidos mínima de 15 a 30% para los microtamices rotativos de bandeja y rotativos cilíndricos y de 40 a 50% para los de disco. Los microtamices rotativos cilíndricos deben remover 55% de sólidos sedimentables, 37% de remoción de grasas y 95% de sólidos flotantes.

**A.11.4.19 Lodos activados. Requisitos mínimos de diseño. (Artículo 169)**

El diseñador está en libertad de seleccionar el proceso de lodos activados que considere conveniente, siempre y cuando se garantice la eficiencia operacional, la minimización de impactos por ruidos y olores, adecuado manejo de lodos y eficiencia económica. El proceso de lodos activados requiere atención cuidadosa y una operación de supervisión competente, incluido un control rutinario de laboratorio.

En la tabla a continuación se resumen la características de operación típicas de los procesos de lodos activados y las eficiencias mínimas en remoción de DBO que se deben cumplir.

Modificación al proceso	Modelo de flujo	Sistema de aeración	Eficiencia en remoción de DBO, %
Convencional	Flujo pistón	Aire difuso, aireadores mecánicos	85 – 95
Completamente mezclado	Flujo continuo reactor agitado	Aire difuso, aireadores mecánicos	85 – 95
Aeración escalonada	Flujo pistón	Aire difuso	85 – 95
Aeración modificada	Flujo pistón	Aire difuso	60 – 75
Estabilización por contacto	Flujo pistón	Aire difuso, aireadores mecánicos	80 – 90
Aeración extendida	Flujo pistón	Aire difuso, aireadores mecánicos	75 – 95
Aeración de alta tasa	Flujo continuo reactor agitado	Aireadores mecánicos	85 – 95
Oxígeno puro	Flujo continuo reactores en serie agitados	Aireadores mecánicos	85 – 95
Zanjon de oxidación	Flujo pistón	Aireador mecánico (tipo eje horizontal)	75 – 95
Reactor SBR	Flujo intermitente reactor agitado	Aire difuso	85 – 95

#### A.11.4.20 Filtros percoladores. Requisitos mínimos de diseño.

(Artículo 170)

Los filtros percoladores se utilizan en casos donde no se necesite una eficiencia muy alta en la remoción de DBO. El reactor o filtro consta de un recipiente cilíndrico o rectangular con diámetros variables, hasta de 60 m y con profundidades entre 1.50 y 12 m. El medio filtrante puede ser piedra triturada o un medio plástico manufacturado especialmente para tal fin. El medio debe ser durable, resistente al resquebrajamiento, insoluble, y no debe aportar sustancias indeseables al agua tratada. La escoria de roca o cualquier medio filtrante no debe contener más de un 5% por peso de materia cuya dimensión mayor sea tres veces su dimensión menor. No deberá contener material delgado alargado y achatado, polvo, barro, arena o material fino. Deben estar conforme a los tamaños y granulometría presentados en la tabla a continuación, cuando se clasifiquen mecánicamente a través de tamices vibratorios con aberturas cuadradas.

Tamiz	Porcentaje por peso
Pasando tamiz de 11.4cm (4 ½")	100% por peso
Retenido en tamiz de 7.62 cm (3")	95 – 100% por peso
Pasando por tamiz de 5.08cm (2")	0 - 2% por peso
Pasando por tamiz de 2.54 cm (1")	0 - 1% por peso

Las dimensiones máxima de la piedra serán 12.7 cm (5") y las dimensiones mínimas de piedra, 7.62 cm (3"). Si se utiliza medio plástico manufacturado, la suficiencia de este medio se evalúa con base en la experiencia previa con instalaciones que traten aguas y cargas similares.

Si se efectúa la recirculación, es importante determinar si es antes o después del clarificador primario. El diseñador debe sustentar claramente el tipo de recirculación a usar, su objeto, sus ventajas y las implicaciones operacionales, de diseño y económicas que se tiene en cada caso.

Los valores de tasa de carga hidráulica que se deben usar para cada tipo de filtro se encuentran en la tabla a continuación. En caso de usar valores diferentes se debe sustentar adecuadamente con base en estudios piloto o experiencias anteriores adecuadamente evaluadas por la parte de la autoridad competente.

	Tasa baja	Tasa intermedia	Tasa alta	Super alta tasa	Rugoso	Dos etapas
Medio filtrante	Roca, escoria	Roca, escoria	Roca	Plástico	Plástico, madera roja	Roca, plástico
Carga hidráulica, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·d)	0.9 - 3.7	3.7 - 9.4	9.4 - 37.4	14.0 - 84.2	46.8 - 187.1 (no incluye recirculación)	9.4 - 37.4 (no incluye recirculación)
Carga orgánica, kgDBO <sub>5</sub> /(m <sup>3</sup> ·d)	0.1 - 0.4	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	0.5 - 1.6	1.6 - 8.0	1.0 - 1.9
Profundidad, m	1.8 - 2.4	1.8 - 2.4	0.9 - 1.8	3.0 - 12.2	4.6 - 12.2	1.8 - 2.4
Tasa de recirculación	0	0 - 1	1 - 2	1 - 2	1 - 4	0.5 - 2
Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> , %	80 - 90	50 - 70	65 - 85	65 - 80	40 - 65	85 - 95
Efluente	Bien nitrificado	Parcialmente nitrificado	Poca nitrificación	Poca nitrificación	No nitrificación	Bien nitrificado
Desprendimiento	Intermitente	Intermitente	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo

#### A.11.4.21 Manejo de gases en tratamientos anaerobios.

(Artículo 171)

Toda planta de tratamiento anaerobio debe contar con un sistema que permita el manejo y disposición final del biogás que no genere impactos negativos en la comunidad residente en los alrededores de la planta de tratamiento, bien sea por explosiones o malos olores.

En la tabla a continuación se presentan los valores que se deben usar para el análisis de impactos de emisiones de sulfuro de hidrógeno o gases que lo contengan.

Concentración de sulfuro de hidrogeno Ppm (v / v)	Tiempo de exposición Minutos	Impacto sobre los seres humanos
0.0005	30	No produce molestias por olor.
10 - 100	2 -15	Puede producir pérdida del olfato.
900 - 1500	30	Efectos pulmonares severos y aún la muerte.

#### A.11.4.22 Control de olores en tratamientos anaerobios.

(Artículo 172)

Debe cumplirse con lo siguiente:

Minimizar la turbulencia y evitar caídas mayores a 5 cm. Seleccionar adecuadamente el sitio de la planta. Buscar que se produzcan sumergencias en las tuberías que conecten los diferentes sistemas del reactor. Recoger los gases secundarios y tratarlos. Quemar o tratar los gases primarios. Minimizar escapes de gases de los reactores y sistemas de manejo. Colocar separadas las cajas de entrada y salida de caudales. Colocación de barreras vivas. Colocar plantas aromatizantes.

La distancia mínima a la residencia más próxima de la planta de tratamiento debe ser de 200 m, a menos que el estudio de impacto ambiental demuestre la ausencia de efectos indeseables a la comunidad.

#### A.11.4.23 Lagunas de oxidación o estabilización. Requisitos de aplicabilidad. (Artículo 173)

El tratamiento por lagunas de oxidación es aplicable en los casos en los cuales la biomasa de algas y los nutrientes que se descargan en el efluente puedan ser asimilados sin problema por el cuerpo receptor. En caso de que las algas descargadas al cuerpo receptor no pueden sobrevivir en el, generando una demanda de oxígeno adicional, que impida cumplir con los objetivos de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984 de MinSalud, debe incluirse en el proyecto la remoción de éstas en el efluente final, antes de ser descargado. En los niveles bajo, medio y medio alto de complejidad deben siempre considerarse las lagunas de oxidación dentro de la evaluación de alternativas que se realiza para la selección del sistema de tratamiento. Para el tratamiento de aguas residuales domésticas se consideran únicamente los sistemas de lagunas que tengan unidades anaerobias, aireadas, facultativas y de maduración, en las combinaciones y número de unidades que lo justifique el proyecto.



**A.11.4.24 Localización de las lagunas de oxidación o estabilización. (Artículo 174)**

La ubicación del sitio para un sistema de lagunas de oxidación debe estar aguas abajo de la cuenca hidrográfica, cuando se trate de valles aluviales, en un área extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a inundaciones y avenidas. En el caso de no ser posible, deben proyectarse obras de protección. El área debe estar lo más alejada posible de urbanizaciones con viviendas ya existentes; se recomiendan las siguientes distancias: 1) 1000 m como mínimo para lagunas anaerobias y reactores descubiertos, 2) 500 m como mínimo para lagunas facultativas y reactores cubiertos, y 3) 100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas.

**A.11.4.25 Desinfección de los efluentes de las PTAR. (Artículo 175)**

El proceso de desinfección debe realizarse en el efluente de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR), cuando éste último pueda crear peligros para la salud de las comunidades aguas abajo de la descarga. El proceso de desinfección que se utilice debe seleccionarse después de la debida consideración de: Caudal de aguas residuales a tratar; Calidad final deseada de desinfección; Razón de aplicación y demanda; El pH del agua que va a desinfectarse; Costos del equipo y suministros y disponibilidad.

**A.11.4.26 Manejo de Lodos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Artículo 176)**

Todos los **niveles de complejidad** deben contemplar el manejo de lodos en su sistema de tratamiento de aguas residuales. Para esto, deben presentarse balances de masa de los procesos con los trenes de tratamiento de agua y lodos. Los efluentes líquidos del tren de lodos deben integrarse en los balances de masa del tren líquido. Además deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: No deben descargarse dichos efluentes a cuerpos de agua superficiales o subterráneos; Los lodos primarios deben estabilizarse; Se debe establecer un programa de control de olores; Se debe establecer un programa de control de vectores.

Además se debe hacer una caracterización de los siguientes parámetros en los lodos: Sólidos suspendidos, sólidos totales, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo y metales; adicionalmente para el **nivel alto de complejidad**, Cromo, Plomo, Mercurio, Cadmio, Níquel, Cobre y Zinc.

**A.11.4.27 Emisarios Submarinos**

**A.11.4.27.1 Definición. (Artículo 177)**

Los emisarios submarinos son tuberías instaladas sobre el lecho marino las cuales transportan aguas residuales domésticas hasta una profundidad y distancia de la costa tal, que la carga orgánica y contaminante resultante de su vertimiento no provoque daños sanitarios y/o ecológicos a los ecosistemas marinos y terrestres ni a las poblaciones costeras circundantes ni a las playas de recreación pública ni a la industria pesquera.

**A.11.4.27.2 Estudios previos. (Artículo 178)**

Se deben hacer los siguientes estudios previos antes de proyectar un emisario submarino: Caracterización de las aguas residuales con el fin de establecer el tipo de tratamiento primario que es necesario efectuar antes del vertimiento. Como mínimo, se debe efectuar un cribado con rejillas para separar objetos flotantes no biodegradables que puedan regresar a las playas. Hidrografía y batimetría del área de vertimiento. Estudio estadístico de las corrientes oceánicas y su correlación con la velocidad y la dirección del viento por lo menos cada hora, las mareas y los ecosistemas existentes. Determinación del tiempo  $T_{90}$  o sea el necesario para la desaparición del 90% de los coliformes, en horas. Estudios de la geología del fondo marino con el fin de determinar la mejor ruta de instalación de la tubería del emisario, evitando al máximo formaciones de rocas irregulares y formaciones corales, de ser posible. Se debe buscar una profundidad tal en el vertimiento que garantice una dilución de 1:100 como mínimo

#### A.11.4.27.3 Diseño y construcción.

**(Artículo 179)**

En el diseño deben establecerse sus dimensiones: longitud, diámetro, ubicación y profundidad de descarga. Asimismo es obligatorio tener completo el diseño hidráulico del difusor antes de iniciar la construcción.

En el diseño final estructural se deben especificar los materiales de tubería, las técnicas de construcción y requerimientos para sostener la tubería en el fondo.

El sistema de instalación debe garantizar la estanqueidad de las juntas y el anclaje seguro de la tubería en el fondo. El difusor debe quedar instalado de tal forma que garantice el grado de dilución esperado.

#### A.11.4.27.4 Tratamiento primario previo al vertimiento con emisarios submarinos.

**(Artículo 180)**

Se debe diseñar, construir y operar una planta de tratamiento primario de aguas residuales que garantice una eficiencia de remoción de la DBO<sub>5</sub> como mínimo del 60%.

### **A.11.5 SISTEMAS DE ASEO URBANO**

#### **A.11.5.1 Contenido**

El presente capítulo contiene los requisitos técnicos de obligatorio cumplimiento para el diseño de sistemas de recolección, diseño de sistemas con y sin aprovechamiento, transporte y estaciones de transferencia, incineración, rellenos sanitarios y residuos peligrosos que forman parte de los sistemas de aseo urbano.

#### **A.11.5.2 Requisitos que deben cumplir las actividades de recolección.**

**(Artículo 181)**

La recolección de residuos sólidos debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. La recolección debe efectuarse de modo que se minimicen los efectos ambientales, en especial el ruido y la caída de residuos en la vía pública. En caso de que se viertan residuos durante la recolección es deber del recolector realizar inmediatamente la limpieza correspondiente.
2. La entidad prestadora del servicio debe contar con equipos de reserva para garantizar la normal prestación del servicio de aseo urbano en caso de averías. El servicio de recolección de residuos sólidos no debe ser interrumpido por fallas mecánicas de los vehículos. Sólo podrá suspenderse por los motivos de fuerza mayor o caso fortuito contemplados en las leyes ó decretos vigentes.
3. El servicio de recolección se prestará en las frecuencias y horarios definidos en el contrato de condiciones uniformes celebrado entre la Entidad prestadora del servicio y el usuario.
4. En las zonas en las cuales se utilice el sistema de recolección por contenedores, los usuarios o los operadores, deben instalarlos en la cantidad que sea necesaria para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad y esté acorde con la frecuencia de recolección.
5. La operación de compactación debe efectuarse en zonas donde cause la mínima molestia a los residentes. En ningún caso esta operación puede realizarse frente a centros educativos, hospitales, clínicas o cualquier clase de centros asistenciales.

#### **A.11.5.3 Aspectos de diseño de sistemas sin aprovechamiento.**

**(Artículo 182)**

En el sistema de recolección y transporte deben definirse claramente los siguientes aspectos: 1) Tipo de servicio de recolección a proporcionar: en la aceras frente a cada unidad de almacenamiento. Solo debe permitirse la recolección en esquinas cuando haya imposibilidad de acceso del vehículo recolector porque las calles son muy angostas o porque se trata de vías peatonales. De todas maneras debe existir un diseño para controlar la recolección por esquinas; 2) Tipo de sistema de recolección y equipos utilizados en la actualidad; 3) Cantidad, tipo y tamaño de los vehículos recolectores; 4) Tamaño de la cuadrilla; 5) Metodología general para la puesta en marcha rutas de recolección.

**A.11.5.4 Aspectos de diseño en sistemas con aprovechamiento. (Artículo 183)**

Debe cumplir los mismo aspectos que aparecen en el literal anterior, incluyendo la frecuencia y horarios de recolección para la ruta de reciclaje.

**A.11.5.5 Especificaciones para residuos sólidos aprovechables. (Artículo 184)**

Las siguientes especificaciones corresponden a los requerimientos mínimos que deben tenerse en cuenta para la utilización de los residuos sólidos en las diferentes actividades de aprovechamiento. Los compradores de los residuos sólidos aprovechables pueden solicitar especificaciones adicionales a las presentadas en este literal.

Todos los residuos sólidos deben estar limpios y homogéneos.

1) Aluminio. Se recomienda que las latas sean aplastadas y empacadas. Deben estar libres de humedad y contaminación; 2) Papel y cartón. No deben tener contaminantes como papel quemado por el sol, metal, vidrio y residuos de comida. Deben estar libres de humedad; 3) Plásticos. Deben ser clasificados de acuerdo a las categorías de uso internacional y deben estar libres de humedad; 4) Vidrio. Debe clasificarse por colores, no debe contener contaminantes como piedras, cerámicas o según especificaciones del mercado. No se debe reciclar vidrio de automóvil laminado. Si el uso es para fibra de vidrio, no deberá contener materiales orgánicos, metales o refractarios; 5) Metales féreos. Se recomienda separar las etiquetas de papel, lavar las latas preferiblemente con detergente y aplastarlas. Las tapas de botellas y botes pueden reciclarse junto con latas de acero. Pueden aceptarse las latas de aerosoles vacías; 6) Metales no féreos. Varían según las necesidades y los mercados; 7) Residuos de jardín. Varían según el uso; 8) Construcción y demolición. Varían según las necesidades y los mercados; 9) Madera. Varían según las necesidades y los mercados; 10) Neumáticos. Varían según las necesidades y los mercados; 11) Textiles. Tipo de material; grado de limpieza, y 12) Pilas domésticas. Las pilas reciclables son las de botón de óxido de mercurio y óxido de plata y las pilas de níquel cadmio. No se pueden reciclar pilas alcalinas y de zinc plomo.

**A.11.5.6 Localización de la planta de incineración. (Artículo 185)**

Entre los criterios de localización que deben tenerse en cuenta están: 1) La planta debe ubicarse en una zona donde se disponga de la infraestructura vial necesaria para facilitar el acceso permanente a la misma. 2) Es necesario localizar las plantas de incineración en lugares donde se puedan mantener zonas adecuadas de seguridad alrededor de la instalación. Para tal fin se recomienda la localización de las plantas en zonas o áreas de uso industrial, o en los alrededores de las ciudades. 3) Las condiciones climatológicas, los factores ambientales y los factores socioeconómicos deben tenerse en cuenta como criterios importantes de localización para determinar las direcciones de dispersión de los contaminantes, ver los impactos que se van a generar sobre el medio ambiente y la salud de las personas y finalmente ver la factibilidad económica o no de localizar la planta en un determinado lugar.

La localización de la planta de incineración en zona rural o urbana debe regirse por lo establecido en los artículos 8 y 9 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

Debe presentarse un estudio de impacto ambiental para la instalación de la planta de incineración en la localización escogida. Dicho estudio debe estar acompañado de un análisis de riesgos de los posibles efectos que tengan las emisiones de la planta sobre la salud y el bienestar de las personas. Los puntos del estudio de impacto ambiental se regirán por lo establecido en el artículo 126 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

Cualquiera que sea el sistema de tratamiento y disposición de los residuos sólidos, éste debe contemplar lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial en lo que se refiere a su definición y localización como sistema estructurante del territorio municipal o distrital y como integrante de la estructura ecológica principal y del urbanismo primario del municipio.

**A.11.5.7 Emisiones de los contaminantes del proceso de incineración. (Artículo 186)**

La altura mínima de la chimenea de la planta de incineración debe estar de acuerdo con lo establecido en el artículo 40 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud, altura mínima de descarga de

contaminantes a la atmósfera, o el que lo reemplace. Debe realizarse un análisis de riesgo para determinar los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes.

**A.11.5.8 Parámetros de diseño de plantas de incineración. (Artículo 187)**

Los principales parámetros que deben tenerse en cuenta en el diseño de la planta de incineración son: 1) Sistema de descarga y almacenamiento de los residuos, 2) Sistema de entrada de los residuos al incinerador, 3) Sistema de entrada de aire al incinerador, 4) Cámara de combustión, 5) Sistema de recuperación del calor, 6) Sistema de remoción de partículas, 7) Sistema de remoción de gases, 8) Sistema de descarga y almacenamiento de cenizas residuales, 9) Chimenea.

La altura mínima de la chimenea de la planta de incineración debe estar acorde con lo establecido en el artículo 40 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

**A.11.5.9 Parámetros de control de las plantas de incineración. (Artículo 188)**

Los parámetros que deben ser determinados, registrados, evaluados y monitoreados de manera continua por parte de los operadores de la planta de incineración son: 1) Cantidad de los residuos, 2) Calidad de los residuos, 3) Temperatura de los gases de combustión, 4) Cantidad de aire utilizado en la combustión, 5) Presión dentro de la cámara de combustión, 6) Oxígeno (O<sub>2</sub>) en la salida de los gases de la planta, 7) Monóxido de carbono (CO) en los gases de salida, 8) Opacidad a la salida, 9) Cantidad de cenizas residuales, 10) cantidad de agua utilizada, 11) Energía generada y utilizada, 12) Combustible auxiliar.

Los propietarios y operadores de las plantas de incineración deben realizar tanto mediciones en continuo como mediciones individuales o en discontinuo para el control de ciertos parámetros. En las mediciones deben utilizarse procedimientos y dispositivos de medida apropiados y acordes con el estado de la técnica, según las disposiciones detalladas por la planta misma y/o por el Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

**A.11.5.10 Parámetros de diseño de rellenos sanitarios. (Artículo 189)**

La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario debe realizarse con base en las condiciones topográficas, geotécnicas y geohidrológicas del sitio seleccionado para la disposición final de los residuos. Debe establecerse el perfil estratigráfico del suelo y el nivel de acuíferos freáticos permanentes y transitorios. Los métodos que se deben utilizar son: Método de zanja o trinchera, Método de área, Método de rampa , y Método combinado.

Para los **niveles medio y bajo de complejidad**, al relleno sanitario debe llegarse por una vía pública de acceso, la cual debe ser una vía principal de uso permanente y debe reunir las condiciones aceptables de diseño.

Para los **niveles alto y medio alto de complejidad**, en el trazado de las vías internas debe tenerse en cuenta las dimensiones de las celdas, submódulos y módulos; la metodología operativa y las condiciones climáticas, de manera que bajo cualquier condición deben recibirse los residuos. Las vías externas deben cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones: El acceso al relleno sanitario debe ser por una vía pública, deben ser de trazado permanente y deben garantizar el tránsito en cualquier época del año, a todo tipo de vehículos que acudan al relleno sanitario.

Todo relleno sanitario debe tener un sistema de impermeabilización en el fondo.

Todo relleno sanitario debe contar con un sistema de recolección y evacuación de aguas de escorrentía y lixiviados.

Para el dimensionamiento de las celdas, el ancho debe estar definido por el número de vehículos que llegan simultáneamente o con intervalos de 5 minutos y el largo debe estar definido por la cantidad de residuos sólidos que llega al relleno en un día. Para los **niveles medio y bajo de complejidad** la altura se debe limitar a 1.5 m. incluido el material de cobertura, si este es manual. Para los **niveles alto y medio alto de complejidad** la altura máxima de la celda diaria debe ser de 3 m incluidos el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido, pero de todas maneras la altura depende de la estabilidad del sitio. La estabilidad de los taludes que conforman el relleno sanitario debe ser verificada

teniendo en cuenta la caracterización de los residuos y el esfuerzo cortante a lo largo de las interfaces para lo cual debe ensayarse el material y evaluar el ángulo de fricción en la interfase.

Finalmente debe realizarse el análisis de taludes teniendo en cuenta la aceleración máxima presentada en el sitio según la Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo – Resistente NSR – 98.

#### **A.11.5.11 Control Ambiental en la operación de rellenos sanitarios. (Artículo 190)**

Debe instrumentarse un programa de monitoreo ambiental, que cubra aguas subterráneas y superficiales, biogas, y partículas aerotransportadas. Este debe incluir medición y control de los impactos generados en el sitio de disposición final.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de Acuíferos son: pH, Conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, Metales Pesados, DQO, DBO, Materia Orgánica, Amoníaco, Nitritos y Nitratos. Para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto, debe hacerse el monitoreo de acuíferos con una frecuencia de muestreo semestral, y los de nivel de complejidad Bajo y Medio, con una frecuencia de muestreo anual.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de Biogas son: Composición de biogas (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) que debe hacerse bimestral para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto. El de explosividad debe ser diario para el nivel de complejidad Alto y mensual para el nivel de complejidad Medio Alto.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de las Partículas Aerotransportables son: Partículas suspendidas totales y Partículas respirables. El monitoreo de éstas debe ser mensual para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto y semestral para el nivel de complejidad Medio.

La información obtenida a partir del monitoreo de los impactantes ambientales generados en el relleno sanitario, debe almacenarse en un banco de datos para analizarla y tomar las medidas adecuadas para el control de dichos impactantes.

### **A.11.6 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

#### **A.11.6.1 Contenido**

El presente Capítulo incluye las siguientes actividades que forman parte de los aspectos complementarios: Aspectos geotécnicos, Aspectos estructurales en tuberías de acueducto y alcantarillado, Aspectos de construcción, y Vulnerabilidad y reducción de riesgos

#### **A.11.6.2 Obligatoriedad de los estudios geotécnicos. (Artículo 191)**

Los estudios geotécnicos son de obligatorio cumplimiento en todas aquellas obras o trabajos de excavación destinados a la instalación de ductos o redes, construcciones de tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y en general estructuras propias del sector de Agua potable y saneamiento básico, correspondientes a todos los Niveles de Complejidad del Sistema. El cumplimiento de este artículo, no exime al ingeniero geotecnista de realizar todas las investigaciones y los análisis adicionales necesarios para garantizar un adecuado conocimiento del subsuelo, la estabilidad de la excavación, las construcciones vecinas, de la infraestructura preexistente y de las obras a construir.

#### **A.11.6.3 Consideraciones Sísmicas De Los Diseños Geotécnicos. (Artículo 192)**

Cuando existan estudios particulares de microzonificación sísmica deben emplearse los espectros de diseño recomendados según los mapas de microzonificación respectivos además de los requerimientos especiales de diseño sísmico que se establecen para cada zona en particular. De lo contrario se deben adoptar las consideraciones sísmicas estipuladas en el H.4.3.2.1. de las Normas Colombianas de Diseño

y Construcción Sismo-resistente NSR-98- Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**A.11.6.4 Cargas y diseño sísmico de tuberías. (Artículo 193)**

Todos los sistemas de tuberías para acueductos y alcantarillados que se encuentren ubicadas en zona de amenaza sísmica intermedia y alta según las de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98, deben resistir los sismos de diseño establecidos en las zonas respectivas. En el diseño sísmico deben utilizarse todas las disposiciones aplicables establecidas en las de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**A.11.6.5 Diseño de tanques y compartimientos estancos en concreto reforzado. (Artículo 194)**

El diseño de tanques y compartimientos estancos en concreto reforzado debe realizarse de acuerdo a lo establecido en el capítulo C.20 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**A.11.6.6 Diseño de tanques de acero. . (Artículo 195)**

El diseño y montaje de tanques de acero soldado debe realizarse de acuerdo con normas internacionales existentes, y el diseñador debe realizar consideraciones especiales para considerar el grado de exposición a que se verán sometidos los elementos de acero y debe justificar claramente esta consideraciones en la memoria de cálculo. Se deben cumplir igualmente los requerimientos aplicables del título F. de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**A.11.6.7 Tanques de otros materiales. (Artículo 196)**

Se permite el uso de tanques de otros materiales siempre y cuando el fabricante demuestre que cumple con requisitos equivalentes para tanques de concreto y acero, en cuanto a estanqueidad, resistencia estructural, resistencia sísmica, resistencia al ataque de químicos, materiales o resultantes de los procesos, funcionalidad y durabilidad. El diseñador debe aprobar la utilización particular de un tanque determinado.

**A.11.6.8 Análisis de vulnerabilidad. (Artículo 197)**

Debe realizarse un análisis de vulnerabilidad para cada sistema el cual servirá de base para la realización del plan de contingencias Para estimar la vulnerabilidad de un sistema o componente se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificación y evaluación de amenazas.
2. Identificación de componentes del sistema..
3. Estimación del potencial de daños..
4. Categorización de la severidad de los daños potenciales estimados

**A.11.6.9 Puesta en marcha. (Artículo 198)**

Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de puesta en marcha suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados. Cuando se utilicen métodos alternativos de diseño y construcción y/o suministros que incorporen tecnologías no institucionalizadas aún en el país, el constructor, fabricante o proveedor deberá poner en marcha y operar, o acompañar la operación al menos durante seis meses en la nueva tecnología, de forma que se verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento.

**A.11.6.10 Operación.****(Artículo 199)**

Los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de operación que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes, con el fin de brindar a los usuarios el respectivo servicio con los patrones de calidad y continuidad exigidos en el presente Reglamento Técnico.

**A.11.6.10.1 Presiones en la red.**

Una vez que la red de distribución, o su ampliación, entre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse las presiones en diferentes puntos de la red, teniendo en cuenta los Manuales de Operación y Mantenimiento.

**A.11.6.10.2 Calidad de agua en la red.**

Una vez que la red de distribución se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil de ésta, deben verificarse la calidad del agua en la red, teniendo en cuenta lo establecido en el Capítulo III del Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud Pública, o el que lo reemplace.

**A.11.6.11 Sistemas de instrumentación y control.****(Artículo 200)**

Los requisitos mínimos de instrumentación y control, que permitan un adecuado y permanente control de la calidad del servicio de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo son aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

Los **niveles bajo y medio de complejidad** deben tener un grado de instrumentación manual suficientemente adecuado para controlar los procesos. Los servicios que se encuentren dentro de estos niveles y que tengan la suficiente capacidad económica pueden implementar sistemas automáticos de instrumentación y control.

Los **niveles medio alto y alto de complejidad** deben tener un nivel de automatización tal que ofrezcan soluciones rápidas a problemas y permitan los ajustes requeridos a variables de los procesos que se necesiten modificar

**A.11.6.12 Plan de contingencias.****(Artículo 201)**

Todo plan de contingencias se debe basar en los potenciales escenarios de riesgo del sistema que deben obtenerse del análisis de vulnerabilidad realizado de acuerdo con las amenazas que pueden afectarlo gravemente durante su vida útil. El plan de contingencia debe incluir procedimientos generales de atención de emergencias y procedimientos específicos para cada escenario de riesgo identificado

**A.11.6.13 Mantenimiento.****(Artículo 202)**

Los procedimientos y medidas pertinentes para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Instalación y los Manuales de Operación y Mantenimiento que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes en el caso de sistemas que están en operación. O los suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados, para el caso de las obras nuevas a partir de la vigencia de este Reglamento.





## CAPITULO A. 12

### A.12. DEFINICIONES

---

(Artículo 210)

A.12.1.1.1 Para la aplicación del presente Reglamento Técnico se definen los siguientes conceptos:

**Ablandamiento** Remoción de la dureza (calcio y/o magnesio) del agua.

**Absorción** Concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

**Accesorios** Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

**Acidez** Capacidad de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilo. Se mide cuantitativamente por titulación con una solución alcalina normalizada y se expresa usualmente en términos de mg/l como carbonato de calcio.

**Acometida** Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**Acueducto** Sistema de abastecimiento de agua para una población.

**Acuífero** Formación geológica o grupo de formaciones que contiene agua y que permite su movimiento a través de sus poros bajo la acción de la aceleración de la gravedad o de diferencias de presión.

**Acuífero confinado** Acuífero comprendido entre dos capas impermeables en donde el agua está sometida a una presión mayor que la atmosférica.

**Acuífero libre** Acuífero donde al agua se encuentra sometida a la presión atmosférica.

**Adoquín** Pequeña estructura de concreto (similar al ladrillo) que sirve como capa de pavimento.

**Adsorción** Transferencia de una masa gaseosa, líquida o de material disuelto a la superficie de un sólido.

**Aducción** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

**Aeración** Proceso en el que se produce un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles.

**Afluyente** Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento.

**Agitación hidráulica** Movimiento obtenido al aprovechar la energía del agua para producir turbulencia.

**Agitación mecánica** Movimiento obtenido mediante dispositivos mecánicos (paletas, aspas, etc.) para producir turbulencia.

**Agua cruda** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**Agua potable** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**Aguas lluvias** Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

**Aguas residuales** Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

**Aguas residuales domésticas** Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

**Aguas residuales municipales** Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

**Aguas servidas** Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

**Aire:** Fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

**Aireador** Dispositivo o equipo que permite transferir aire al agua.

**Alcalinidad** Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Alcantarillado** Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas combinadas** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas lluvias** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas residuales** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

**Alcantarillado separado** Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

**Aliviadero** Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

**Almacenamiento** (En sistemas de Acueducto): Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

**Almacenamiento** (en Sistemas de Aseo): Acumulación o depósito temporal, en recipientes o lugares, de la basura y residuos sólidos de un generador o una comunidad, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final.

**Ambiente aerobio** Proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

**Ambiente anaerobio** Proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

**Amenaza:** peligro latente asociado con la potencial ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema. Se expresa matemáticamente como la probabilidad de ocurrencia de un evento de una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición definido.

**Análisis** Examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

**Análisis físico-químico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

**Análisis microbiológico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**Análisis organoléptico** Se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

**Aprovechamiento** (en sistemas de Aseo): Proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.

**Área tributaria** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

**Autoridad municipal ambiental (AMA)** Entidad municipal que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Autoridad regional ambiental (ARA)** Entidad regional que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Bacteria** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

**Basura:** Todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico y productivo, requieren de tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

**Biogas:** Mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica o biodegradable de las basuras, cuyo componente principal es el metano.

**Bocatoma** Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**Borde libre** Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

**Calidad del agua** Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

**Cámara** Compartimento con paredes, empleado para un propósito específico.

**Cámara de caída** Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

**Cámara de combustión:** Compartimento de un incinerador donde los residuos son quemados.

**Canal** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**Capacidad de almacenamiento** Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

**Capacidad específica (agua subterránea o pozos profundos)** Caudal extraído de un pozo por unidad de abatimiento, para un tiempo determinado, expresado en L/s/m.

**Capacidad hidráulica** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

**Capacidad máxima** Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.

**Captación** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**Caracterización de las aguas residuales** Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

**Carbón activado** Forma de carbón altamente adsorbente, usada para remover material orgánico disuelto causante del mal sabor, color y olor del agua.

**Carga orgánica** Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**Carga superficial** Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ( $m^3/(m^2 \text{ día})$ , kg DBO/(ha día).

**Catastro de redes** Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación.

**Caudal de diseño** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Caudal de incendio** Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

**Caudal máximo diario** Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal máximo horario** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal medio** Caudal medio anual.

**Caudal medio diario** Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

**Celda diaria:** Área definida donde se esparcen y compactan los residuos durante el día para cubrirlos al final del mismo.

**Certificado de conformidad** Documento emitido de acuerdo con las reglas de un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de que un producto, proceso o servicio debidamente identificado esta conforme con una norma técnica u otro documento normativo específico. Decreto 2269/93

**Cloración** Aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección ; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

**Cloro residual** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

**Coagulación** Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

**Coagulantes** Sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

**Coefficiente de rugosidad** Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

**Colector principal ó matriz** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

**Colector** Pozo construido desde la superficie del terreno hasta la tubería de alcantarillado, que es empleado en la inspección y mantenimiento de la red.

**Coliformes** Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

**Combinado** Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

**Compactación:** Proceso por unidad normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

**Concentración** Denomínase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**Concreto reforzado:** material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado, estribos transversales o mallas electrosoldadas, colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas.

**Concreto** Mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

**Conducción** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**Conducto** Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**Conexión domiciliaria** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

**Conexiones erradas** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

**Consumo** Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

**Control de calidad del agua potable** Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Cota de batea** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

**Cota de clave** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

**Cuantificable** Que se puede determinar su valor.

**Cuenca hidrográfica** Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**Cuerpo receptor** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ó Demanda de oxígeno** Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO)** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Desarenador** Cámara destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

**Descomposición anaerobia** Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Desecho:** Término general para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y cenizas sacados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.

**Desechos industriales** Desechos líquidos de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.

**Deshidratación de lodos** Proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

**Desinfección** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**Desinfectante** Sustancia que tiene el poder de destruir microorganismos patógenos.

**Diámetro** Diámetro real interno de conductos circulares.

**Diámetro nominal** Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

**Diámetro real** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

**Difusor** Dispositivo para dispersar un fluido en otro.

**Digestión** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión aerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión anaerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en ausencia de oxígeno.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** Polucionante gaseoso, inodoro, ácido, formado principalmente de la combustión de combustibles fósiles.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Gas incoloro, inodoro y no tóxico que produce ácido carbónico cuando está disuelto en agua. Se produce durante la degradación térmica y descomposición (microbial) por microbios de los residuos sólidos.

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Resultado de la combinación del óxido nítrico con oxígeno en la atmósfera. Es el mayor componente del smog fotoquímico.

**Disposición final** Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

**Disposición final de residuos:** Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

**Dosificación** Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

**Dosis óptima** Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.

**Dotación** Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

**Drenaje** Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

**Edificio de operación** Área o conjunto de dependencias de una planta de tratamiento de agua potable que cumple determinadas funciones auxiliares, directa o indirectamente ligadas al proceso de tratamiento, necesarias para su correcta operación, mantenimiento y control.

**Eficiencia de remoción** Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia específica.

**Eficiencia de tratamiento** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**Efluente** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

**Efluente final** Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

**Emergencia** Evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano, como consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar las consecuencias.

**Emisario final** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

**Emisarios Submarino** Es una tubería que conduce las aguas residuales mar adentro.

**Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

**Ensayo de jarras** Ensayo de laboratorio que simula las condiciones en que se realizan los procesos de oxidación química, coagulación, floculación y sedimentación en la planta.

**Ensayo de tratabilidad** Estudios efectuados a nivel de laboratorio o de planta piloto, a una fuente de abastecimiento específica, para establecer el potencial de aplicación de un proceso de tratamiento.

**Escorrentía** Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

**Estación de bombeo** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

**Estación de bombeo de aguas residuales** Componente de un sistema de alcantarillado sanitario o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias.

**Estructuras de disipación de energía** Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

**Estructuras de entrega** Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

**Estudio de evaluación de impacto ambiental:** Estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

**Estudio geotécnico:** se define como estudio geotécnico todas las actividades complementarias definidas en las *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR - 98, Ley 400 de 1997* y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen, cuyo objetivo sea garantizar la estabilidad de las obras lineales para la instalación de ductos y redes.

**Evaluación del riesgo:** Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo posado sobre la salud humana o sobre el ambiente por la presencia actual o potencial y/o por el uso de un polucionante específico.

**Excavación:** retiro permanente o temporal de una masa de material térreo con el objeto de instalar un ducto, construir una obra, modificar la topografía del terreno, explotar materiales, etc.

**Filtración** Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

**Filtración de contacto o en línea** Proceso de filtración sin floculación ni sedimentación previa.

**Filtración lenta** Proceso de filtración a baja velocidad.

**Filtración rápida** Proceso de filtración a alta velocidad.

**Filtración intermitente** Aplicación intermitente de agua residual, previamente sedimentada, a un lecho de material granular, que es drenado para recoger y descargar el efluente final.

**Filtro Anaerobio** Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

**Filtro percolador** Tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual se aplican las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. Este es un sistema de tratamiento aerobio.

**Floculación** Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

**Flotación** Proceso de separación de los sólidos del agua mediante adhesión de microburbujas de aire a las partículas para llevarlas a la superficie.

**Frecuencia** En hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un periodo definido.

**Fuente de abastecimiento de agua** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**Fuente de emisión:** Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

**Fuente fija:** Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

**Fugas** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**Gradiente de velocidad medio** Raíz cuadrada de la potencia total disipada (P) en la unidad de volumen de una estructura hidráulica (V) dividida por la viscosidad absoluta del agua ( $\mu$ ), expresada así:

$$\bar{G} = \sqrt{\frac{P}{V\mu}}$$

**Granulometría** Técnica para la medida del tamaño de los granos o partículas y estudio de la distribución de los mismos con arreglo a una escala de clasificación.

**Hidrante** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

**Humedad:** relación existente entre el peso del agua y el peso de los sólidos en un suelo. Se expresa en porcentaje.

**Impacto ambiental** Afectación del entorno ocasionada por la realización de una obra.

**Incineración:** Procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Proceso de reducir los desechos material inerte (escoria) y a productos gaseosos completamente oxidados mediante la combustión.

**Incinerador:** Horno para quemar o incinerar residuos bajo condiciones controladas.

**Infiltración:** Proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo.

**Instalación interna** Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

**Interceptor** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

**Interventor:** profesional, ingeniero civil, que representa al propietario durante la construcción de la obra, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.

**Laguna aerobia** Término a veces utilizado para significar "laguna de alta producción de biomasa". Lagunas de poca profundidad, que mantienen oxígeno disuelto (molecular) en todo el tirante de agua.

**Laguna aireada** Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se suple el abastecimiento de oxígeno por aeración mecánica o difusión de aire comprimido. Es una simplificación del proceso de lodos activados y según sus características se distinguen cuatro tipos de lagunas aireadas 1. laguna aireada de mezcla completa, 2. laguna aireada facultativa, 3. laguna facultativa con agitación mecánica y 4. laguna de oxidación aireada.

**Laguna anaerobia** Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno disuelto (molecular), con la producción de gas metano y otros gases como el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S).

**Laguna de estabilización** Se entiende por lagunas de estabilización los estanques construidos en tierra, de poca profundidad (1-4 m) y períodos de retención considerable (1-40 días). En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, algas, nutrientes, parásitos, enterobacterias, coliformes, etc).

**Laguna de maduración** Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia - facultativa, aireada – facultativa o primaria - secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

**Laguna facultativa** Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

**Lecho de filtración** Medio constituido por material granular poroso por el que se hace percolar un flujo.

**Lechos de secado** Dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que puedan ser manejados como material sólido.

**Lixiviado:** Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras bajo condiciones aeróbicas y aneróbicas o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

**Lodo (en Potabilización)** Contenido de sólidos en suspensión o disolución que contiene el agua y que se remueve durante los procesos de tratamiento.

**Lodo** Suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

**Lodos activados** Procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los flóculos biológicos y los retorna al tanque aireado.

**Macromedición** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**Mantenimiento** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.



**Mantenimiento preventivo** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas.

**Material de cubierta:** Material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

**Medible** Que se puede determinar sus medidas, con base en el Sistema Internacional de medidas.

**Medición** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**Medio magnético** Placa circular para la grabación y reproducción de sonidos, imágenes o datos informáticos.

**Metales pesados** Son elementos tóxicos que tiene un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a  $5,0 \text{ g/cm}^3$  por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.

**Mezcla lenta** Agitación suave del agua con los coagulantes, con el fin de favorecer la formación de los flóculos.

**Mezcla rápida** Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

**Mezclador** Equipo para producir turbulencia en el agua.

**Micromedición** Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

**Microtamizado** Cribado del agua en mallas.

**Monitoreo:** Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

**Monóxido de carbono (CO):** Gas venenoso, inodoro, incoloro, producido de la combustión incompleta de un combustible fósil.

**Muestra compuesta de agua** Integración de muestras puntuales tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, preparadas a partir de mezclas de volúmenes iguales o proporcionales al flujo durante el periodo de toma de muestras.

**Muestra integrada** Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o tan cerca como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

**Muestra puntual** Muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

**Muestra puntual de agua** Muestra tomada en un punto o lugar en un momento determinado.

**Nivel freático:** Profundidad de la superficie de un acuífero libre con respecto a la superficie del terreno.

**Norma de calidad del agua potable** Valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

**Norma técnica colombiana oficial obligatoria** Norma técnica colombiana o parte de ella, cuya aplicación ha sido declarada obligatoria por el organismo nacional competente. (Decreto 2269/93)

**Operación** Conjunto de acciones para mantener en funcionamiento un sistema.

**Optimización** Proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.

**Organismo de acreditación** Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del sistema nacional de normalización, certificación y metrología. (Decreto 2269/93)

**Organismo de certificación** Entidad imparcial o pública o privada nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales. (Decreto 2269/93)

**Organismo nacional de certificación** Entidad reconocida por el gobierno nacional cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes. El Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC es el organismo nacional de normalización. (Decreto 2269/93)

**Oxígeno disuelto** Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

**Ozonización / Ozonizador** Aplicación de ozono al agua. El ozonizador es el dispositivo empleado para hacer este proceso.

**Parámetros de control de un proceso** Criterios preestablecidos que se utilizan como base para compararlos con los obtenidos en un proceso, con el fin de controlar o medir la eficiencia del mismo.

**Parámetros de diseño** Criterios preestablecidos con los que se diseñan y construyen cada uno de los equipos de la planta de tratamiento.

**Patógenos** Microorganismos que pueden causar enfermedades en otros organismos, ya sea en humanos, animales y plantas.

**Pérdida de carga** Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

**Pérdidas menores** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

**Pérdidas por fricción** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

**Período de diseño** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

**Periodo de retorno** Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

**Permeabilidad:** Propiedad que tiene los cuerpos de permitir el paso de un fluido a través de él.

**pH** Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

**pH óptimo** Valor de pH que produce la máxima eficiencia en un proceso determinado.

**Plan de contingencias** Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema

**Plan maestro de alcantarillado** Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

**Planta de tratamiento de agua potable PTAP** *sin. Planta de potabilización.* Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

**Planta de tratamiento de agua residual PTAR** Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**Planta piloto (para Potabilización)** Modelo para simular operaciones, procesos y condiciones hidráulicas de la planta de tratamiento, utilizando para este efecto el agua de la fuente de abastecimiento.

**Planta piloto (para diseño de PTAR)** Planta de tratamiento a escala de laboratorio o técnica, que sirve para el estudio de la tratabilidad de un desecho líquido o la determinación de las constantes cinéticas y los parámetros de diseño del proceso.

**Población flotante** Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo corto por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.

**Población servida** Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

**Potencial de hidrógeno (pH)** Expresión de la intensidad de la condición básica o ácida de un líquido.

**Pozo o cámara de inspección** Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

**Precipitación** Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

**Presión** Fuerza por unidad de superficie.

**Presión interna:** corresponde a la máxima presión interna a la que estará sometida la tubería durante su vida útil y que resulta directamente del diseño hidráulico y a la sobrepresión máxima que pueda llegar a generarse por efectos de golpes de ariete en el sistema.

**Presión nominal** Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

**Pretratamiento** Proceso previo que tiene como objetivo remover el material orgánico e inorgánico flotante, suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final.

**Proceso biológico** Proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

**Procesos anaerobios de contacto** Los lodos del digestor de alta tasa son sedimentados en un digestor de segunda etapa. El digestor de segunda etapa opera como un tanque de sedimentación que permite la remoción de microorganismos del efluente. Los organismos, como en un proceso de lodos activados, retornan al digestor y se siembran en agua residual cruda.

**Profundidad del colector** Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

**Puesta en marcha** Actividades que se realizan cuando un sistema va a empezar a funcionar al final de la etapa constructiva.

**Punto de descarga:** Ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera.

**Punto de muestreo** Sitio específico destinado para tomar una muestra representativa del cuerpo de agua.

**Reactor** Estructura hidráulica en la cual un proceso químico, físico o biológico se lleva a cabo.

**Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB)** Proceso continuo de tratamiento anaerobio de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilizar parcialmente de la materia orgánica. El desecho se retira del proceso en la parte superior; normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso.

**Reactor de flujo de pistón** Aquel en que todas las partículas del fluido tienen igual tiempo teórico de detención.

**Reciclaje:** Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

**Recolección en acera:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos son presentados por los usuarios para su recolección en el andén ubicado frente a su predio o domicilio.

**Recolección en esquinas:** Sistema de recolección en el que los residuos de un sector son colocados en una zona (esquina) próxima a la vivienda.

**Recolección en unidades de almacenamiento:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos generados por los usuarios se presentan para su recolección en cajas de almacenamiento

**Recolección:** Acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, efectuada por su generador o por la entidad prestadora del servicio público.

**Red de distribución o Red Pública** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Red local de acueducto** Es el conjunto de tuberías y accesorios que conforman el sistema de suministro del servicio público de acueducto a una comunidad y del cual se derivan las acometidas de las inmuebles

**Red local de alcantarillado** Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

**Red matriz** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

**Red menor de distribución** Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.

**Red primaria** Véase Red matriz

**Red pública de alcantarillado** Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

**Red secundaria de distribución** *sin. Red Pública* Parte de la red de distribución que se deriva de la red primaria y que distribuye el agua a los barrios y urbanizaciones de la ciudad y que puede repartir agua en ruta.

**Red secundaria de alcantarillado** Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

**Reglamento Técnico** Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento. Decreto 2269/93

**Registro de corte en el inmueble** Llamado también registro de rueda o válvula de bola, es un dispositivo de suspensión del servicio para efecto de las reparaciones y mantenimiento interno de la vivienda. Está situado después del medidor, generalmente en el límite con la instalación interna. Puede operarlo el usuario.

**Registro de corte o llave de corte** Dispositivo situado en la cámara de registro del medidor (o cajilla del medidor) que permite la suspensión del servicio de acueducto de un inmueble. Solamente lo opera la entidad prestadora del servicio.

**Rejilla** Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

**Relleno sanitario:** Lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería. Confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

**Residuo sólido:** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables.

**Riesgo** Potenciales consecuencias económicas, sociales o ambientales que se pueden generar como resultado de los daños o la pérdida de función de un sistema durante un tiempo de exposición definido. Se expresa matemáticamente, como la probabilidad de exceder una pérdida en un sitio y durante un lapso determinado, resultado de relacionar la vulnerabilidad del sistema y la amenaza a la cual se encuentra sometido.

**Ruta de reciclaje:** Recorrido necesario para recoger los residuos separados en origen.

**Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

**Sedimentación (precedida de coagulación)** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

**Servicio público domiciliario de aseo:** Es el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

**Sifón invertido** Estructura compuesta por una o más tuberías que funcionan a presión. Se utilizan cuando es necesario pasar las tuberías por debajo de obstáculos inevitables.

**Sistema de conducción** Conjunto de tuberías, ductos o canales que sirven para conducir un fluido.

**Sistema de control** El sistema de control permite mantener variables de un proceso dentro de un rango de operación, tomando acciones a partir de comparar el valor deseado con el valor requerido. Un sistema de control está compuesto usualmente por los siguientes elementos Instrumentación de medición-transductor, transmisor, controlador, actuador y sistema de registro.

**Sistema de potabilización** Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

**Sistema de suministro de agua potable** Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.

**Sistema:** grupo de elementos, componentes y métodos operacionales cuya función es la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua potable y/o el saneamiento básico.

**Sólidos disueltos** Mezcla de un sólido (soluto) en un líquido solvente en forma homogénea.

**Sólidos no sedimentables** Materia sólida que no sedimenta en un período de 1 hora, generalmente.

**Sólidos sedimentables** Materia sólida que sedimenta en un periodo de 1 hora.

**Sólidos suspendidos** Pequeñas partículas de sólidos dispersas en el agua; no disueltas.

**Solubilidad** Capacidad de una sustancia o soluto de mezclarse homogéneamente en un solvente para unas condiciones de presión y temperatura específicas.

**Sumidero** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

**Sustancias flotantes** Materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.

**Tamaño efectivo** Diámetro por debajo del cual se encuentra el 10% en peso seco del total de las partículas de una distribución granulométrica dada.

**Tanque de aeración** Cámara usada para inyectar aire dentro del agua.

**Tanque de almacenamiento** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.

**Tanque de compensación** Depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

**Tanque de compensación (en aguas residuales)** Tanque utilizado para almacenar y homogeneizar el desecho, eliminando las descargas violentas.

**Tanque Imhoff** Tanque compuesto de tres cámaras en el cual se realizan los procesos de sedimentación y digestión.

**Tanque séptico** Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas ; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

**Tasa de aplicación superficial (carga superficial)** Relación entre el caudal y el área superficial de una determinada estructura hidráulica ( $m^3/m^2.día$ ).

**Tasa de carga volumétrica** Corresponde a los kilogramos de sólidos volátiles adicionados por día y por metro cúbico de capacidad de digestor.

**Tecnología no institucionalizada** Proceso industrial patentado, que no ha sido probado aún en el país y que para ser comercializado sin reservas, requiere ser avalado por una institución de investigación científica reconocida nacionalmente, o que en prueba piloto controlada rigurosamente en tiempo y esfuerzo, demuestre resultados de funcionamiento satisfactorios.

**Tiempo de contacto para la desinfección** Tiempo que toma al agua moverse desde el punto de aplicación del desinfectante hasta el punto donde se mide la concentración residual del mismo.

**Tiempo de residencia:** Tiempo necesario que deben permanecer los residuos sólidos en la cámara de combustión para que se produzca la combustión completa de los mismos a las condiciones de temperatura y aire en exceso que se tengan.

**Tiempo de retención hidráulica** Tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

**Tipo de usuario** Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

**Tramo** Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

**Tramos iniciales** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

**Tratamiento (para potabilización)** Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Tratamiento anaerobio** Estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**Tratamiento avanzado** Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

**Tratamiento biológico** Procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

**Tratamiento convencional** Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

**Tratamiento primario** Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

**Tratamiento secundario** Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

**Tratamiento (para residuos líquidos o sólidos)** Conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos o basuras, o su conversión en formas más estables.

**Tubería** Ducto de sección circular para el transporte de agua.

**Tubería rígida:** los materiales de tuberías que clasifican como rígidos son aquellos que derivan una parte substancial de su capacidad de carga ante las cargas del terreno a partir de la resistencia estructural del elemento asociada a la rigidez misma de la pared de la tubería.

**Tuberías enterradas:** aquellas en las cuales las tuberías quedan instaladas en pequeñas zanjas completamente enterradas en suelo natural o relativamente pasivo.

**Tuberías superficiales:** aquellas en las cuales las tuberías se apoyan sobre suelos relativamente superficiales y en las que la parte superior del tubo se proyecta por encima de la superficie natural del terreno, y luego es cubierta por un terraplén de relleno.

**Tubo ó tubería** Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

**Turbiedad** Propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

**UASB** Ver reactor anaerobio de flujo ascendente.

**Unidad de la planta de tratamiento** Cada uno de los procesos de tratamiento.

**Usuario** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

**Valor admisible** Valor establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua de consumo humano no representa riesgo para la salud del consumidor.

**Vectores:** Organismos, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno de un organismo a otro.

**Velocidad de filtración** Caudal de filtración por unidad de área.

**Velocidad de lavado** Caudal de lavado por unidad de área.

**Vertedero** Dispositivo hidráulico de rebose de un líquido.

**Vigilancia de la calidad del agua** Actividades realizadas por las autoridades competentes para comprobar, examinar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Volumétrico** El aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se esta aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.

**Vulnerabilidad:** predisposición intrínseca de un sistema de ser afectado o de ser susceptible a sufrir daños o pérdida de su función, como resultado de la ocurrencia de un evento que caracteriza una amenaza.

**Zona de presión de la red de distribución** Es una de las partes en que se divide la red de acueducto para evitar que las presiones mínimas, dinámica y máxima estática sobrepasen los límites prefijados.

A.12.1.1.2 Las siguientes siglas que aparecen en el texto del Presente Reglamento Técnico tiene el siguiente significado y así deben ser identificadas:

ESP	Empresa Prestadora de Servicios Públicos
CRA	Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento básico
DGAPSB	Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAR	Plata de Tratamiento de Aguas residuales
RAS	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios