

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL

**ANALISIS CRITICO AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO – RAS 2.000 RESPECTO A SISTEMAS DE
ACUEDUCTO**

MONOGRAFÍA

MIGUEL ANGEL CASTRO MUNAR

DIRECTOR: Ing. CARLOS JAIRO RAMIREZ GONZALEZ

Bogotá, Octubre de 2.005

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de Especialización por su colaboración y entusiasmo, a los docentes por su pedagogía y experiencia, y a la Universidad por inducir a la producción del conocimiento generando procesos de motivación, de interés y deseo de las personas en el área Ambiental.

“Es necesario empezar a ver la realidad de otra manera, por que solo en la medida en que seamos capaces de ver la realidad de otra manera es posible cambiarla. La actitud frente al conocimiento define la forma como se produce el conocimiento y la manera como se transforma la realidad”

Frank Kafka

INDICE

	PAG
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I	
ACAPITES A ANALIZAR EN LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 Y DEL TITULO B DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000	
1.1 RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000	9
1.2 REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000	24
CAPITULO II	
PLATEAMIENTO DE OBSERVACIONES AL TITULO B Y LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000	71
CAPITULO III	
AJUSTES SUGERIDOS A LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 Y AL TITULO B DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000	
3.1 RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000	78
3.2 REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000	94
CAPITULO IV	
COMPARACIÓN CON OTRAS NORMAS LATINOAMERICANAS	137
BIBLIOGRAFIA	

RESUMEN

TITULO: ANALISIS CRITICO AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000 RESPECTO A SISTEMAS DE ACUEDUCTO *

CASTRO MUNAR, Miguel Angel**

PALABRAS CLAVES

Agua potable: Agua que por reunir los requisitos físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Caudal de diseño: Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

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.

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.

CONTENIDO

El Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, vigente hasta hoy en la República de Colombia, es un documento, de obligatorio cumplimiento para la formulación, diseño construcción, operación y mantenimiento de sistemas de acueductos, cuyo génesis se remonta al año de 1.998 y se realiza una primera y única actualización en el año 2.000.

Bajo esta circunstancia, se realiza un análisis crítico al REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, respecto a sistemas de acueducto, con el fin de proponer un ajuste a los parámetros de diseño que actualmente son obligantes en la normatividad, procurando hacer más adecuada la practica de la Consultoría respecto al diseño de sistemas de abastecimiento.

Concluyendo, se ha realizado un análisis crítico de la Norma que regula el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, respecto a diseño de sistemas de acueducto, y se proponen soluciones que técnicamente mejoran y hacen más operativo el Reglamento mencionado.

* Monografía

** FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
Especialización en Ingeniería Ambiental
Carlos Jairo Ramirez

SUMMARY

TITLE: CRITICAL ANALYSIS TO THE REGULATION OF DRINKABLE WATER AND REPARATION - RAS 2.000 WITH REGARD TO AQUEDUCT SYSTEMS *

CASTRO MUNAR, Miguel Angel**

KEY WORDS

Drinkable water: Water that for gathering physical, chemical and microbiological requirements is suitable and acceptable for the human consumption and fulfills with the rules of water quality.

Flow of design: estimated flow with which equipments, devices and structures of a certain system are designed.

Endowment: Quantity of water assigned to a population or to an inhabitant for his consumption in certain time, expressed in terms of liter per inhabitant, per day or equivalent dimensions.

Period of design: Time in which a system or its components are designed, in which its capacity allows to serve the estimated demand for this time.

CONTENT

Nowadays The Technical Regulation for the sector of Drinkable Water and Basic Reparation is in force in the Colombian Republic, it's an obligatory document for the formulation, design, building, operation and aqueducts systems maintenance, which genesis dates back to the year of 1.998 and a first one and a unique update is carried out in the year 2.000.

Under this circumstance, a critical analysis is realized to the REGULATION OF DRINKABLE WATER AND REPARATION, with regard to aqueduct systems and in order to propose an adjustment to the design parameters that nowadays are obligatory in the regulations, trying to make the practice of the Consultancy more suitable with regard to the system design of supplying.

Concluding, it has been realized a critical analysis of the Rule that regulates the Regulation of Drinkable Water and Reparation, with regard to aqueduct system design , and solutions that improve technically and make more operative the mentioned Regulation are proposed.

* Monography

**Chemical Engeeniery Departament
Chemical Enviroment Specialization
Carlos Jairo Ramírez

INTRODUCCION

En el año 2.000, el entonces Ministerio de Desarrollo, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2.000, por la cual se adoptó el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, vigente hasta hoy en la República de Colombia.

En la mencionada Resolución se determinan los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las Empresas de Servicios Públicos del Sector Agua potable y Saneamiento básico, con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de éstos servicios y en consecuencia resuelve adoptar el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-.

Dicho 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 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. Bajo esta concepción el Título II Requisitos Técnicos, del mencionado Reglamento Técnico, en su Capítulo XII señala los requisitos, parámetros y procedimientos técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la concepción y el diseño de los sistemas de acueducto, 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.

Adicionalmente, dentro de la documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico, aparece la sección II, título B, el cual contiene un Manual de Prácticas de ingeniería para acueductos, de uso no obligatorio, pero conexo con la resolución arriba mencionada.

Se hace evidente que han transcurrido cinco años y que por diferentes circunstancias el material antes mencionado debe someterse a revisión para adecuarse a las condiciones tecnológicas que correlacionan la parte sanitaria y ambiental, respecto a la concepción y diseño de sistemas de acueducto.

Por esta circunstancia en la Monografía a consideración se propone revisar la Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2.000, respecto a los parámetros involucrados en los procesos de diseño de sistemas de acueductos, analizar los parámetros planteados en la mencionada Resolución, que a nuestro juicio merecen ser ajustados y proponer los cambios que son requeridos en la Resolución en mención para hacerla más práctica y operante, lo cual junto con la revisión de los parámetros de diseño del Manual de Prácticas permitirán plantear diseños adecuados para los sistemas de abastecimiento.

Concluyendo la Monografía propone tres capítulos para el cumplimiento de su cometido: En el capítulo Primero se destacan los ítem de la Resolución antes aludida y del Título B, Acueductos, del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento que a nuestro juicio deben ser cambiados o ajustados, en el capítulo Segundo se establecen las observaciones encontradas y en el capítulo Tercero el proyecto de ajuste propuesto al RAS-2000 respecto al diseño de sistemas de acueducto.

CAPITULO I

ACAPITES A ANALIZAR EN LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 Y DEL TITULO B DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000

El Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico es un extenso documento del Ministerio de Desarrollo, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, elaborado por Consultores de Mindesarrollo, la Universidad de Los Andes, con la participación de Acodal, AICO, La Superintendencia de Servicios Públicos, la CRA, Entidades Privadas, etc, cuyo Objeto es señalar los requisitos técnicos que deben cumplir 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.

Teniendo en cuenta este extenso marco del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, la Monografía se circunscribe a analizar los parámetros de diseño de los sistemas de acueducto y proponer los ajustes que en función de normas, literatura existente y nuestra experiencia permitan mejorar las herramientas que actualmente posee el país para Consultoría relacionada con sistemas de abastecimiento.

En estas condiciones, en los acápite siguientes se extractan los ítem de la Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2.000 y del Título B, Acueductos del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento- RAS 2.000 que serán objeto de análisis dentro de esta Monografía

1.1 RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”

EL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO

en ejercicio de las facultades que le confiere la Ley 142 de 1.994 y en especial las consagradas por los artículos 3º y 17º del Decreto 219 de 2.000, y

CONSIDERANDO:

Que corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de Gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y

demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, solicitó al Ministerio de Desarrollo Económico, el señalamiento mediante acto administrativo de los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las Empresas de Servicios Públicos del Sector Agua potable y Saneamiento básico, con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de éstos servicios, siempre y cuando dicho señalamiento no implique restricción indebida a la competencia.

Que una vez surtidos los trámites de notificación del presente Reglamento Técnico conforme con lo dispuesto en el Decreto 1112 de 1996, lo dispuesto en la Decisión 419 de la Comunidad Andina y en la Ley 172 de 1994: ante la Organización Mundial del Comercio, ante la Comunidad Andina y ante el Tratado de Libre Comercio entre los gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, la República de Venezuela y la República de Colombia, respectivamente; no se produjeron observaciones a su contenido y alcance.

Que de conformidad con el Decreto 1112 de 1.996, por medio del 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:

RESUELVE:

ARTICULO 1.- Adoptar el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-, con el siguiente contenido general:

Titulo I

CONDICIONES GENERALES

Titulo II

REQUISITOS TÉCNICOS

Titulo III

CONTROL Y RÉGIMEN SANCIONATORIO

Titulo IV

CERTIFICACIÓN, LICENCIAS Y PERMISOS

Titulo V

DEFINICIONES

ARTÍCULO 2.- OBJETO: 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.

ARTÍCULO 3.- ALCANCE: 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.

**TITULO I
CONDICIONES GENERALES**

**CAPITULO I
CONDICIONES GENERALES DEL REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**CAPITULO II
PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**CAPITULO III
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA**

ARTICULO 11.- NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad: **Bajo, Medio, Medio Alto y Alto**

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la tabla número 1:

TABLA NÚMERO 1

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios⁽²⁾
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.

ARTICULO 12.- ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. La asignación del nivel de complejidad de todo proyecto objeto del presente reglamento 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 Artículo 13.
 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.

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 .

**CAPITULO IV
IDENTIFICACION Y JUSTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS**

**CAPITULO V
PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS**

**CAPITULO VIII
ESTUDIOS PREVIOS**

**CAPITULO IX
EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

**CAPITULO X
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORIA**

TITULO II REQUISITOS TÉCNICOS

El presente Título 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.

CAPITULO XII 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 domiciliaria 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 Capítulo XIII de este Reglamento Técnico.

ARTÍCULO 67.- DOTACIÓN NETA MÍNIMA Y MÁXIMA. 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 tabla No. 9:

TABLA NÚMERO 9

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.

ARTÍCULO 68.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUPERFICIAL. 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.

ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL. Para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar, se especifican en la tabla No. 10:

TABLA NÚMERO 10

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

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 70.- CAPACIDAD DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL. 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 captación deben ser igual a 2.5 veces el caudal máximo diario (QMD).

ARTÍCULO 71.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUBTERRÁNEA. 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.

ARTÍCULO 72.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS PROFUNDOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA. Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período máximo de diseño que se debe utilizar, se especifica en la tabla No. 11:

TABLA NÚMERO 11

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

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 73.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS EXCAVADOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA. Los pozos excavados tendrán un período de diseño de 15 años para los niveles bajo y medio de complejidad.

ARTÍCULO 74.- CAUDAL DE DISEÑO PARA CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA. 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.

ARTÍCULO 75.- NÚMERO MÍNIMO DE POZOS PROFUNDOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.

Para el nivel bajo de complejidad se permite la construcción de un único pozo.

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.

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.

ARTÍCULO 76.- DESINFECCIÓN DE LOS POZOS ANTES DE PONERLOS EN FUNCIONAMIENTO. 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.

ARTÍCULO 77.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES. 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 tabla No. 12:

TABLA NÚMERO 12

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

PARÁGRAFO: 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 máximo, para definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

ARTÍCULO 78.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES. 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.

ARTÍCULO 79.- DESINFECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA. 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.

ARTÍCULO 80.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. 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:

TABLA NÚMERO 13
Período de diseño de la red matriz o red primaria

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

TABLA NÚMERO 14
Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local

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

TABLA NÚMERO 15
Período de diseño de redes menores de distribución o red terciaria o red local

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

Para los niveles complejidad Medio Alto y Alto, 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 tabla anterior .

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 81.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. El caudal de diseño depende del nivel de complejidad 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 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.

ARTÍCULO 82.-PRESIONES DE SERVICIO MINIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

La presión de servicio mínimas en la red depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser como mínimo el que se especifica a continuación en la tabla No 16:

TABLA NÚMERO 16

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

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

ARTÍCULO 83.- PRESIONES MÁXIMAS EN LA RED MENOR DE DISTRIBUCIÓN. 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.

PARAGRAFO: La presión máxima establecida en este artículo 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.

ARTÍCULO 84.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LA RED MATRIZ. 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 No. 17:

TABLA NÚMERO 17

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

ARTÍCULO 85.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. 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 No. 18

TABLA NÚMERO 18

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

ARTÍCULO 86.- MACROMEDIDORES. 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 deben ser de tipo de presión diferencial, o ultrasonido, o electromagnético, o de hélice, o de turbina. 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.

ARTÍCULO 87.- MICROMEDICIÓN. Sin perjuicio de lo establecido en la Ley 373 de 1997 y la Ley 142 de 1194, 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.

ARTÍCULO 88.- DISPOSICIÓN DE LOS HIDRANTES. 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. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices. La Entidad Prestadora de servicio de acueducto 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.- DIAMETROS MÍNIMOS DE LOS HIDRANTES. 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:

Para los niveles bajo y medio de complejidad, el diámetro mínimo de los hidrantes será de 75 mm (3 pulgadas).

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).

ARTÍCULO 90.- DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE Y LAS OTRAS REDES DE SERVICIOS. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de alcantarillado y las redes de teléfonos, energía y gas domiciliario dependen del nivel de complejidad del sistema tal como se especifica en las tablas a continuación. Allí la distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota batea de la tubería de acueducto y la cota clave de la tubería de alcantarillado o del ducto de cualquiera de los otros servicios, y la distancia horizontal se refiere a la distancia libre entre bordes de estas tuberías y ductos.

TABLA NÚMERO 19

Distancias mínimas al alcantarillado de aguas negras o combinadas.

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

TABLA NÚMERO 20

Al alcantarillado de aguas lluvias

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

TABLA NÚMERO 21
A los ductos de teléfonos o energía

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

TABLA NÚMERO 22
A las Redes domiciliarias de gas

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

PARAGRAFO 1: 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.

PARAGRAFO 2: 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.

ARTÍCULO 91.- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN. 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.

PARAGRAFO: 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.

ARTÍCULO 92.- PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN. 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 la tubería hasta la superficie del terreno. Los casos especiales deben consultarse con la Oficina de Planeación del Municipio o con la Entidad Prestadora del servicio de acueducto.

ARTICULO 93.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO. El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser el establecido en la tabla No. 23

TABLA NÚMERO 23

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

PARAGRAFO.- 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.

ARTICULO 94.- NÚMERO MÍNIMO DE UNIDADES DE BOMBEO. 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.

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.

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.

Para todos los niveles de complejidad que requieran tres o más bombas, debe colocarse una unidad adicional como reserva por cada tres bombas empleadas.

ARTICULO 95.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO. 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.

PARAGRAFO: 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, llamadas también Booster, para elevar la presión de la red en un determinado sector de servicio, con bombas de velocidad variable.

ARTICULO 96.-PERÍODO DE DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN. El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser el establecido en la tabla No. 24:

TABLA NÚMERO 24

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

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

ARTICULO 97.-NÚMERO MÍNIMO DE TANQUES. 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.

ARTICULO 98.- CAUDAL DE DISEÑO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO. 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.

ARTICULO 99.- VOLUMEN DEL TANQUE. 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.

ARTICULO 100.- DESINFECCIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ANTES DE SU PUESTA EN MARCHA. 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. de cloro en el agua.

ARTICULO 101.- LIMPIEZA PERIÓDICA DE LOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO. Los tanques de almacenamiento y/o compensación deben limpiarse y desinfectarse por lo menos una vez al año siguiendo el procedimiento del artículo anterior.

ARTÍCULO 102.- CATASTRO DE REDES. 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 posible 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.

.....

ARTÍCULO 211.- VIGENCIA Y DEROGATORIAS. La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de acuerdo con lo señalado con el artículo 119 de la Ley 489 de 1998 y deroga las disposiciones que le sean contrarias

Publíquese y Cúmplase.

Dada en Bogotá, D.C., a los **17 días del mes de noviembre de 2.000**

AUGUSTO RAMIREZ OCAMPO
Ministro de Desarrollo Económico”

**1.3 REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
BASICO RAS – 2000**

**“REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO BASICO
RAS - 2000
SECCION II
TÍTULO B
SISTEMAS DE ACUEDUCTO**



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

CAPÍTULO B.0

B.0. REFERENCIACIÓN GENERAL

B.0.1 SISTEMA DE UNIDADES

año	año
cm ²	centímetro cuadrado
cm ³	centímetro cúbico
dia	día
g	gramo
h	hora
ha	hectárea
hab	habitante
kg	kilogramo
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
kN	kilonewton
kPa	kilopascal
kV	kilovoltio
kW	kilowattio
L	litro
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
mg	miligramo
min	minuto
mm	milímetro
MPa	megapascal
N	Newton
°	grados
Pa	Pascal
s	segundo
t	tonelada
W	Wattio

B.0.2 VARIABLES

%p	= porcentaje de pérdidas (entre 0 y 1)	-
α	= ángulo con respecto a la horizontal de las rejillas)	°
Ψ	= ángulo de reposo del material	°
θ	= ángulo del talud respecto a la horizontal	°
β	= coeficiente en función de la forma de las barras	-
ρ	= densidad del agua	kg/m ³
μ	= viscosidad absoluta del agua	Pa·s
$\sigma_{\text{admisible}}$	= esfuerzo de trabajo máximo admisible	Pa
τ_0	= esfuerzo cortante crítico	N/m ²
μ_p	= relación de Poisson de un material	-
σ_{rotura}	= esfuerzo de rotura	Pa
ρ_s	= densidad del sedimento	kg/m ³
a	= área del desagüe	m ²
a	= celeridad de la onda de presión	m/s
A	= área transversal del acuífero (B.5.1)	m ²
A	= área superficial del tanque (B.9.2)	m ²
A	= área transversal	m ²
A	= área de apoyo del anclaje (B.7.5)	m ²
A _e	= apertura efectiva por metro de rejilla	m ² /m

A_i	= área de influencia o área abastecida por el nodo i	ha
b	= distancia libre entre barras (rejillas)	m
c	= concentración de cloro	mg/L
C_{ij}	= concentración de cloro que entra del nodo i al nodo j	mg/L
c_j	= concentración en un caudal de salida	mg/L
c_k	= concentración en un caudal de entrada	mg/L
C_s	= concentración final de cloro en el agua que sale del nodo j	mg/L
c_w	= concentración de cloro en la pared de la tubería	
d	= diámetro de la partícula por remover (B.4.3)	m
d	= longitud saliente de la tubería en una junta (Tabla B.6.13)	m
D	= diámetro interno real de la tubería	m
D_{75}	= tamaño del 75% que pasa en la curva granulométrica	mm
d_{bruta}	= dotación bruta	L/(hab·día)
dc/dt	= tasa de cambio de la concentración de cloro en el tiempo de caudales	mg/L -s
d_{neta}	= dotación neta	L/(hab.día)
e	= espesor de la tubería	m
E	= módulo de elasticidad de un material (B.6.15)	Pa
E	= escape permitido (B.7.6)	L/h
E_p	= módulo de compresibilidad del líquido (B.6.15)	GPa
f	= coeficiente de fricción de Darcy	-
$f'c$	= Resistencia del concreto	MPa
$F.S$	= factor de seguridad	-
Fr	= número de Froude	-
g	= aceleración de la gravedad	9.81 m ² /s
\square	= peso específico del agua	kN/m ²
H	= altura dinámica total	m
H_m	= cabeza de pérdidas menores	m
\square	= eficiencia de la bomba y el motor	-
h	= nivel dinámico del pozo (aguas subterráneas)	m
h	= cabeza sobre el desagüe (B.9.2)	m
H	= nivel estático del pozo	m
H_{es}	= altura estática de succión	m
h_f	= pérdida de cabeza debida a la fricción	m
i	= gradiente hidráulico	-
K	= conductividad hidráulica	m/s
k_1	= coeficiente de consumo máximo diario	-
k_2	= coeficiente de consumo máximo horario	-
K_b	= constante de reacción de primer orden en el agua	-
K_f	= coeficiente de transferencia entre el agua y la pared de la tubería	-
K_m	= coeficiente de pérdida menor	-
k_s	= rugosidad absoluta de la tubería	m
L	= longitud total de la tubería	m
l_j	= distancia entre juntas	m
L_{rmin}	= longitud mínima de la rejilla	m
m	= espesor del acuífero confinado (B.5.3)	m
n	= coeficiente de contracción del desagüe (B.9.2)	0.50 a 0.60
N	= número de uniones en el sector probado, sin incluir uniones soldadas	-
n_j	= número de juntas	-
$NPSH$	= cabeza neta de succión positiva	m
p	= población (B.2.2)	hab
p	= presión de ensayo hidráulico (B.7.6)	Pa
p	= presión medida en el sector durante una prueba	Pa
P	= potencia requerida por la bomba	W
P_{atm}	= presión atmosférica	Pa
P_v	= presión de vapor del agua	Pa
Q	= caudal de operación	m ³ /s
Q_{95}	= caudal correspondiente al 95% de excedencia en la curva de duración	
Q_d	= caudal de diseño	m ³ /s
q_e	= caudales de entrada	m ³ /s
Q_e	= caudal específico por unidad de superficie	L/s/ha
Q_i	= caudal de consumo en el nodo i	L/s
Q_{ij}	= caudal que fluye del nodo i al nodo j	m ³ /s
Q_{in}	= caudal de incendio	m ³ /s
Q_{MD}	= caudal máximo diario	L/s
Q_{md}	= caudal medio diario	L/s
Q_{MH}	= caudal máximo horario	L/s
Q_s	= caudales de salida	m ³ /s
R	= radio del cono de influencia de un pozo (aguas subterráneas)	m
R	= radio real interno de la tubería	m

R	= radio hidráulico (canales abiertos)	m
r	= radio relativo a un pozo	m
ρ	= densidad del agua	kg/m ³
Re	= número de Reynolds	-
r _h	= radio hidráulico	m
S	= espesor de las barras (rejillas)	m
S _F	= pendiente de la línea de energía total	-
S _O	= pendiente del fondo del canal	-
t	= tiempo	s
T	= tiempo de vaciado en segundos (B.9.2)	s
τ	= período del golpe de ariete	s
v	= velocidad de asentamiento	m/s
V	= velocidad media del flujo	m/s
V	= volumen del tanque (tanques)	m ³
V _e	= velocidad de entrada a la rejilla	m/s
x	= abscisa o distancia horizontal	m
y	= profundidad del flujo	m

B.0.3 ABREVIATURAS

AWWA	American Water Works Association
ASTM	American Society of Testing Materials
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DSPD	Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios del Ministerio de Desarrollo Económico
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
ISO	International for Standardization Organization
NSR-98	Norma Sismorresistente de 1998
NTC	Norma Técnica Colombiana
NTCOO	Norma Técnica Colombiana Oficial Obligatoria
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

CAPÍTULO B.1

B.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO

B.1.1 ALCANCE

El propósito del siguiente título es fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir 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 que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un **nivel de complejidad** determinado.

El presente título incluye el cálculo de la población, la dotación y demanda, las fuentes de abastecimiento, las captaciones de agua superficial y profunda, las aducciones y conducciones, las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación que forman parte de los sistemas de acueducto, cuyas prescripciones particulares deben seguirse según la tabla B.1.1. No incluye las plantas de tratamiento de agua potable, ni los procesos de potabilización, aspectos que son tratados en el Título C.

TABLA B.1.1
Contenido del presente Título

Componente	Capítulo
Aspectos generales	B.1
Población, dotación y demanda	B.2
Fuentes de abastecimiento	B.3
Captaciones de agua superficial	B.4
Captaciones de agua subterránea	B.5
Aducciones y conducciones	B.6
Redes de distribución	B.7
Estaciones de bombeo	B.8
Tanques de compensación	B.9

B.1.2 DEFINICIONES

Para interpretar y aplicar el presente Título deben tenerse en cuenta las siguientes definiciones:

Abatimiento Diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico o de bombeo en el pozo de explotación de un acuífero.

Accesorios Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

Acometida Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de rueda en el punto de empate con la instalación interna del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Aclaración: el registro de rueda es una válvula de operación manual de Compuerta o de Bola va instalado adelante del medidor y puede ser operado por el usuario. Es diferente al registro de corte del servicio de acueducto que va antes del medidor, dentro de la cajilla de este y solamente lo opera la E.S.P. para casos como suspensión del servicio de acueducto. (Decreto 302 Febrero 2000, reglamentario de la Ley 142)

Acueducto Véase sistema de abastecimiento de agua.

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.

Acuífero semiconfinado Acuífero comprendido entre dos capas de baja permeabilidad.

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.

Aducción Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

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 es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Almacenamiento Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

Altura dinámica total Energía suministrada por una bomba a un flujo en tuberías, expresada en términos de cabeza, obtenida como la suma de la altura estática en la succión, de las pérdidas de energía por fricción y pérdidas menores en la succión y en la impulsión, y de la presión requerida al final de la línea de impulsión.

Anclaje Apoyo que soporta los empujes ocasionados por el cambio de dirección en una tubería sometida a presión interna.

Boca de acceso Abertura que se localiza sobre una tubería con el objeto de permitir el acceso a su interior.

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.

Cabeza dinámica total Véase Altura dinámica total.

Cabeza de presión. Presión manométrica en un punto, expresada en metros de columna de agua, obtenida como la razón entre la magnitud de la presión y el peso específico del agua.

Cámara de succión Depósito de almacenamiento de agua en el cual se encuentra la tubería de succión.

Canal Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

Capacidad de acuífero Volumen de agua que puede producir un acuífero.

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 máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Captación Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

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 específico de distribución Caudal de distribución medio que se presenta o se estima en un área específica y definido en términos de caudal por unidad de área o caudal por unidad de longitud de tubería de distribución instalada o proyectada en el área de diseño.

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 diario Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Cloro residual Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado

Coefficiente de almacenamiento Medida del volumen de agua drenado por unidad de área cuando la presión estática desciende un metro en un acuífero.

Coefficiente de consumo máximo diario Relación entre el consumo máximo diario y el consumo medio diario.

Coefficiente de consumo máximo horario con relación al máximo diario Relación entre el consumo máximo horario y el consumo máximo diario.

Coefficiente de consumo máximo horario Relación entre el consumo máximo horario y el consumo medio diario.

Coefficiente de pérdida menor Medida de las pérdidas de energía que se producen por el paso del flujo en un accesorio o estructura, y que es factor de la cabeza de velocidad.

Coefficiente de rugosidad Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

Conducción Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Conductividad hidráulica Caudal que pasa por un área unitaria bajo un gradiente unitario y que mide la capacidad de un acuífero para transportar agua.

Conducto Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

Cuenca hidrográfica Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

Curvas características Curvas que definen el comportamiento de una bomba mostrando el rango de caudales de operación contra la altura dinámica total, la potencia consumida, la eficiencia y la cabeza neta de succión positiva.

Desarenador Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

Desinfección Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

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.

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.

Dragado Proceso realizado en un río, canal o embalse que tiene por objeto la remoción de sedimentos del fondo.

Drenaje Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

Elasticidad económica Relación entre la variación en el consumo y la variación en el precio de un bien, obtenida como la razón entre el incremento proporcional en el consumo sobre el incremento proporcional en el precio.

Empaque de grava (aguas subterráneas) Manto de grava de un pozo de extracción colocado entre las paredes del pozo y la tubería de revestimiento que contiene los filtros para evitar la entrada del material fino proveniente de un acuífero.

Estación de bombeo Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

Filtro (aguas subterráneas) Dispositivo utilizado para evitar la entrada de material fino de un acuífero a la tubería de extracción de un pozo de agua subterránea.

Flujo a presión Aquel transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

Flujo libre Aquel transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

Fuente de abastecimiento de agua Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

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.

Golpe de ariete Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

Hidrante Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

Línea de energía Línea o elevación obtenida como la suma de la cabeza de presión, la cabeza de velocidad y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

Línea piezométrica Línea o elevación obtenida de la suma de la cabeza de presión y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

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.

Medición Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

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.

Nivel dinámico (Aguas subterráneas) Nivel freático en el pozo de un acuífero, cuando a través de éste se extrae el agua.

Nivel estático (Aguas subterráneas) Nivel freático en un acuífero cuando no hay extracción de agua.

Nivel freático Nivel del agua subterránea en un acuífero.

NPSH (Del inglés *Net Positive Suction Head*). Presión necesaria para mover un fluido desde la cámara de succión hasta el impulsor de la bomba.

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.

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.

Planta de potabilización Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

Población de diseño Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.

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.

Porosidad Relación entre el volumen de vacíos y el volumen total de una muestra de suelo.

Pozo piezométrico (aguas subterráneas) Pozo a través del cual es posible conocer el nivel freático en un acuífero.

Presión dinámica Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

Presión estática Presión en un conducto cuando no hay flujo a través de él.

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.

Prueba de bombeo (aguas subterráneas) Procedimiento de campo por medio del cual se busca encontrar las características hidrogeológicas de producción de un pozo perforado para la explotación de un acuífero.

Prueba escalonada Prueba de bombeo realizada con diferentes caudales en un período de tiempo determinado.

Rápida. Caída inclinada de agua con una pendiente alta.

Rebosadero Estructura hidráulica destinada a evitar que el nivel del agua sobrepase una cota determinada; permite la evacuación del agua de exceso en un embalse, tanque o cualquier estructura que almacene agua hacia un lugar conveniente.

Recarga artificial (aguas subterráneas) Método para alimentar artificialmente un acuífero por medio de infiltraciones.

Red de distribución 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 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 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 secundaria 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.

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.

Registro de rueda o de bola. Es un dispositivo de suspensión del servicio para efectuar las reparaciones y el mantenimiento interno en la vivienda. Está situado después del medidor, generalmente en el empate con la instalación interna. Puede operarlo el usuario.

Rejilla Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

Salidas para medición Salida practicada en una conducción, obturable con registro y válvula de incorporación, con el objeto de permitir la instalación de un aparato de medición o muestreo como pitómetro, medidores de la velocidad de flujo, etc.

Sedimentación Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

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.

Tiempo de recuperación (aguas subterráneas) Tiempo que tarda un acuífero en volver a tener el nivel freático anterior a una extracción de agua.

Tipo de usuario Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

Transmisividad hidráulica Producto de la conductividad hidráulica por el espesor total de un acuífero. Representa el caudal que pasa a través de todo el espesor de un acuífero, en un ancho unitario, bajo un gradiente unitario.

Tubería de impulsión Tubería de salida de un equipo de bombeo.

Tubería de succión Tubería de entrada a un equipo de bombeo.

Tubería Ducto de sección circular para el transporte de agua.

Usuario Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, 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)

Válvulas de sectorización Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.

Vida útil Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

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.

B.1.3.5 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 propios del proyecto, siguiendo todo lo establecido en el literal A.1.3

B.2.3.1 Uso residencial

El diseñador debe analizar detenidamente la dotación de uso residencial teniendo en cuenta las siguientes disposiciones:

1. En general el consumo total de uso residencial aumenta con el tiempo. El diseñador debe justificar la proyección de la dotación para las etapas de construcción de las obras del sistema de acueducto y para el período de diseño de cada uno de sus componentes.

CAPÍTULO B.2

B.2. POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA

B.2.1 ALCANCE

En este capítulo se establece el procedimiento que debe seguirse para la evaluación de la población, la dotación bruta y la demanda de agua de un sistema de acueducto con el fin de determinar la capacidad real que un componente en particular o que todo el sistema debe tener a lo largo de un período de diseño determinado.

Las prescripciones establecidas en el presente capítulo deben aplicarse a los cuatro **niveles de complejidad del sistema** a menos que se especifique lo contrario.

B.2.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

B.2.2.1 Censos

B.2.2.2 Censos de vivienda

B.2.2.3 Métodos de cálculo

TABLA B.2.1
Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

B.2.2.4 Ajuste por población flotante y población migratoria

B.2.2.5 Etnias minoritarias

B.2.3 USOS DEL AGUA

B.2.3.1 Uso residencial

B.2.3.2 Uso comercial

B.2.3.3 Uso industrial

B.2.3.4 Uso rural

B.2.3.5 Uso para fines públicos

B.2.3.6 Uso escolar

B.2.3.7 Uso institucional

B.2.4 DOTACIÓN NETA

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.

Cuando se multiplica la población que va a ser servida por la dotación se obtienen la demanda total de agua; por tal razón la evaluación de la dotación es tan importante como la proyección de la población.

B.2.4.1 Dotación neta mínima y máxima

La dotación neta depende del **nivel de complejidad del sistema** y sus valores mínimo y máximo se establecen de acuerdo con la tabla B.2.2.

TABLA B.2.2
Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

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.

La dotación puede obtenerse del consumo medio diario por habitante registrado durante un año. (Véase B.2.7.1)

En aquellos casos en los que exista una carencia notable del recurso agua, pueden tenerse dotaciones netas inferiores a las establecidas en la tabla B.2.2. En éste caso debe tenerse autorización expresa de la DSPD.

B.2.4.2 Estimación de la dotación neta según registros históricos

Siempre que existan datos históricos confiables para el municipio, la dotación neta para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación de un sistema existente debe basarse en el análisis de los datos de medición. En este caso la metodología para estimar la dotación neta deberá cubrir los siguientes pasos en orden secuencial:

1. Investigar si para la facturación de consumos de agua en el sistema, se tiene instalados macro y micromedición; si estos se tienen, conseguir registros históricos de consumos para los diferentes usos del agua, durante por lo menos un año.

Se debe indagar si la información obtenida ya fue objeto de análisis y crítica para descartar aquella proveniente de micromedidores en mal estado de funcionamiento. Si este proceso no se ha realizado se debe analizar en detalle y depurar la información eliminando aquellos valores de consumo, que por ser supremamente bajos o altos indiquen deficiencia en la medida o en la lectura

2. Verificar las condiciones operativas del sistema de suministro de agua durante el período de análisis de los consumos, para constatar que los usuarios medidos tuvieron un pleno abastecimiento.

En un sistema en el que exista racionamiento, el consumo medido no es el mejor estimativo de las necesidades reales de un usuario que corresponde a la dotación neta

3. Optar por instalar algunos micromedidores en acometidas de los usuarios representativos de los principales usos que tenga el agua, si en el municipio en cuestión no existe medición detallada de consumos de agua.

B.2.4.3 Estimación de la dotación neta por comparación con poblaciones similares

En el caso de que no existan datos en el municipio para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema de acueducto existente, los cálculos necesarios para estimar la dotación neta deben hacerse teniendo en cuenta los datos de poblaciones similares. El diseñador debe tener en cuenta los siguientes aspectos para la elección de las poblaciones similares: temperatura media, hidrología, tamaño de la población, nivel socioeconómico, tamaño del sector comercial y tamaño del sector industrial, entre otros.

Como última opción y cuando no es factible apelar a ninguno de los métodos anteriores se debe recurrir a asignar con criterio una dotación neta a cada uso del agua. Para el caso de la dotación neta residencial esta asignación debe hacerse dentro de los valores máximos y mínimos descritos en el numeral B.2.4.1

En la evaluación de las dotaciones netas de agua de un municipio se pueden tener tantas dotaciones como usos de agua existan: residencial, comercial, industrial, institucional, fines públicos, escuelas y rurales; todos los cuales deberán ser considerados en la evaluación de dotaciones y demandas de agua. Sin embargo, es una práctica común de la ingeniería que en sistemas donde los consumos del uso residencial representen más del 90% del consumo total, el cálculo de la demanda de agua se realice únicamente a partir de la dotación neta residencial sumándole a esta un pequeño porcentaje que tenga en cuenta los otros usos agrupados. En caso contrario, el cálculo de la demanda de agua debe hacerse en forma desagregada para cada uno de los usos principales y para cada uno de ellos debe determinarse dotaciones netas.

B.2.4.4 Correcciones a la dotación neta

La dotación neta obtenida en los literales B.2.4.1, B.2.4.2 ó B.2.4.3 puede ajustarse teniendo en cuenta estudios socioeconómicos del municipio, el costo marginal de los servicios y el efecto del clima en el consumo.

En los **niveles bajo y medio de complejidad** este ajuste no puede superar el 20% del valor de la dotación neta establecido inicialmente.

En los **niveles de medio alto y alto de complejidad** puede incrementarse la dotación neta para cierto tipo de consumidores por encima del 20%, siempre y cuando el aumento se produzca únicamente para algún tipo especial de consumo de los mencionados en el literal B.2.3.

B.2.4.4.1 Efecto del tamaño de la población en la dotación neta

Para los **niveles alto y medio alto de complejidad**, la dotación neta puede corregirse teniendo en cuenta el efecto del tamaño de la población en el consumo, considerando que en una población de mayor tamaño pueden existir un número mayor de actividades que requieran agua, tales como máquinas de limpieza, lavado de automóviles, etc. El ajuste por tamaño de población debe ser justificado con registros históricos.

B.2.4.4.2 Efecto del clima en la dotación neta

Teniendo en cuenta el clima predominante en el municipio, el diseñador puede variar la dotación neta establecida anteriormente teniendo en cuenta la tabla B.2.3.

TABLA B.2.3
Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

B.2.4.4.3 Corrección por sistema de alcantarillado existente

B.2.5 PÉRDIDAS

B.2.5.1 Pérdidas en la aducción (agua cruda)

Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%.

B.2.5.2 Necesidades de la planta de tratamiento

Debe considerarse entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento.

B.2.5.3 Pérdidas en la conducción (agua tratada)

Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.

B.2.5.4 Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s), incluidos los consumos operaciones en la red.

Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del **nivel de complejidad del sistema**, como se establece en la tabla B.2.4. En este caso, debe ejecutarse un programa de medición con el objeto de establecer el porcentaje de pérdidas del sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s).

TABLA B.2.4
Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Lo tabla anterior expresa los valores máximos admisibles de las pérdidas técnicas. Sin embargo a la luz del Artículo 6° de la Resolución 1795 de la CRA, todos los sistemas de acueducto están comprometidos a realizar esfuerzos para disminuirlas al máximo pues el nivel máximo de agua no contabilizada que se aceptará para el cálculo de los costos de la prestación del servicio de acueducto será del 30%. De otro lado la Ley 373 de junio de 1997, por la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, invita a hacer esfuerzos ingentes para reducir las pérdidas de los sistemas de acueducto en el territorio nacional.

B.2.5.5 Pérdidas comerciales

Las pérdidas comerciales se obtienen de la diferencia entre el volumen de agua entregado a la salida de las plantas de tratamiento y el volumen facturado por la empresa de acueducto.

B.2.6 DOTACIÓN BRUTA

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \% p} \quad (\text{B.2.1})$$

El porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la tabla B.2.4.

Para efectos del cálculo de la dotación bruta puede adoptarse un porcentaje de pérdidas más alto al establecido, siempre y cuando se justifique económicamente que no resulta factible reducir las pérdidas al valor admisible. En este caso, el sistema de acueducto debe complementarse con un programa de reducción de pérdidas que tenga como meta el valor que resulte menor entre el establecido en la tabla B.2.4 y el que determine la CRA.

B.2.7 DEMANDA

B.2.7.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario, Q_{md} , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400} \quad (\text{B.2.2})$$

B.2.7.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 . (Véase B.2.7.4)

El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Q_{md} \cdot k_1 \quad (\text{B.2.3})$$

B.2.7.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , (véase B.2.7.5) según la siguiente ecuación

$$QMH = QMD \cdot k_2 \quad (\text{B.2.4})$$

B.2.7.4 Coeficiente de consumo máximo diario - k_1

El coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , depende del **nivel de complejidad del sistema** como se establece en la tabla B.2.5.

TABLA B.2.5

Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

B.2.7.5 Coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario - k_2

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, k_2 , puede calcularse, para el caso de ampliaciones de sistema de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, k_2 , es función del **nivel de complejidad del sistema** y el tipo de red de distribución, según se establece en la tabla B.2.6.

TABLA B.2.6
Coefficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución.

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

B.2.7.6 Gran consumidor

Para propósitos de esta normatividad se considera que un suscriptor individual es un gran consumidor cuando su demanda media sea mayor que o igual a 3 L/s (260 m³/día).

La identificación de los grandes consumidores debe llevarse a cabo considerando el catastro de suscriptores de la empresa prestadora del servicio municipio, complementado por el desarrollo de encuestas dirigidas a los grandes consumidores identificados, estén atendidos o por atender.

B.2.7.7 Curva de variación horaria de la demanda

Debe establecerse la curva de demanda que defina la variación del consumo a lo largo del día, con el fin de establecer la necesidad y la magnitud de un posible almacenamiento.

Para el **nivel bajo de complejidad** los datos para elaborar las curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida pueden pertenecer a la localidad en estudio o a una localidad que presenta características semejantes, en términos de nivel socioeconómico, de costumbres y de clima.

Para los **niveles medio, medio alto y alto de complejidad** debe contarse con curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida.

B.2.8 CAUDAL DE INCENDIOS

B.2.8.1 Demanda mínima contra incendios para los niveles bajo y medio de complejidad

Para poblaciones correspondientes a los **niveles bajo y medio de complejidad**, el diseñador debe justificar si la protección contra incendio se considera necesaria.

Sin embargo, 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 descargarán un caudal mínimo de 5 L/s.
2. Se recomienda una distancia mínima de 300 metros entre los hidrantes. La disposición final de los hidrantes debe ser recomendada por el diseñador de acuerdo con las exigencias de la zonificación urbana.

B.2.8.2 Demandas mínimas contra incendios para los niveles medio alto y alto de complejidad

La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Para zonas residenciales densamente pobladas, edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con una población entre 12.500 y 20.000 habitantes, un incendio se considerará servido por un hidrante y las zonas residenciales unifamiliares serán servidas por un hidrante en uso simultáneo con una descarga mínima de 5 L/s.
2. Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con poblaciones entre 20.000 y 60.000 habitantes, un incendio debe ser servido por tres hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por un hidrante en uso simultáneo con una descarga mínima de 5 L/s.
3. Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con poblaciones entre 60.000 y 100.000 habitantes, un incendio debe ser servido por tres hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por dos hidrantes en uso simultáneo con capacidad de descarga mínima de 5 L/s cada uno.
4. Para zonas residenciales densamente pobladas o multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con más de 100.000 habitantes, un incendio debe ser servido por cuatro hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas con dos hidrantes en uso simultáneo con capacidad mínima de 10 L/s cada uno.

CAPÍTULO B.3

B.3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

B.3.1 ALCANCE

B.3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

B.3.3 FUENTES SUPERFICIALES

B.3.3.1 Estudios previos

B.3.3.1.1 Concepción del proyecto

El diseñador debe presentar todas las alternativas técnico-económicas factibles, de tal manera que pueda aplicarse el criterio de costo mínimo. Para la selección de la fuente superficial debe tenerse en cuenta la calidad del agua en la fuente, tanto química como bacteriológica, y la facilidad de construcción, de manera que se tenga una obra de costo mínimo. Además, deben efectuarse los estudios de impacto ambiental con el fin de minimizar los efectos sobre el medio ambiente y el ecosistema, siguiendo los criterios establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente.

B.3.3.1.2 Estudio de la demanda

Para determinar la confiabilidad de una fuente superficial, el diseñador debe realizar los estudios de demanda a que se hace referencia en el capítulo B.2 POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA de este título.

Las fuentes deben suministrar el consumo de la población estimada para el sistema más las pérdidas en la aducción y las necesidades de agua en la planta de tratamiento.

B.3.3.2.5 Cantidad y caudal mínimo

En todos los casos, el caudal correspondiente al 95% de tiempo de excedencia en la curva de duración de caudales diarios, Q_{95} , debe ser superior a dos veces el caudal medio diario si la captación se realiza por gravedad o si el sistema de acueducto incluye sistemas de almacenamiento, o superior a dos veces el caudal máximo horario si la captación se realiza por bombeo.

Si el caudal Q_{95} en la fuente es insuficiente para cumplir el requerimiento anterior, pero el caudal promedio durante un período que abarque el intervalo más seco del que se tenga registro es suficiente para cubrir la demanda, ésta puede satisfacerse mediante la construcción de uno o más embalses o tanques de reserva.

B.3.3.2.6 Caudal mínimo aguas abajo

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 captación 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.

B.3.3.3.3 Manejo integral y protección de las cuencas

El diseñador debe observar todas las leyes, decretos, reglamentos y/o normas existentes con el objeto de garantizar el manejo integral y la protección de las cuencas en las cuales se localice la fuente de agua.

En particular, debe observarse lo establecido por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, o la que la reemplace, que establece que: “El proyecto debe presentar un costo de recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica, considerando una tasa retributiva mínima del 1% de la inversión estimada en la obra física”.

B.3.4 FUENTES SUBTERRÁNEAS

CAPÍTULO B.4

B.4. CAPTACIONES DE AGUA SUPERFICIAL

B.4.1 ALCANCE

B.4.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.4.2.1 Concepción del proyecto

B.4.2.1.2 Marco institucional

Deben tenerse en cuenta todas las leyes, decretos, reglamentos y/o normas existentes en el Ministerio de Desarrollo, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio del Medio Ambiente, los departamentos, los municipios, las corporaciones autónomas regionales y las empresas de servicios públicos, relacionados con el consumo de agua potable.

En particular debe considerarse la ley 09 de 1979, o la que la reemplace, en su artículo 59 el cual establece lo siguiente: "No se permitirán concentraciones humanas ocasionales cerca de las fuentes de agua para el consumo humano, cuando causen o puedan causar contaminación".

Además debe tenerse en cuenta el artículo 57 de la misma ley que establece: "Las entidades encargadas de la entrega de agua potable al usuario velarán por la conservación y el control en la utilización de la fuente de abastecimiento para evitar el crecimiento inadecuado de organismos, la presencia de animales y la posible contaminación por otras causas".

B.4.3 CONDICIONES GENERALES

B.4.3.1 Tipos de captaciones

B.4.3.1.7 Presa de derivación

Este tipo de captación es aconsejable, por razones económicas, en cursos de agua preferentemente angostos y cuando se presentan prolongadas épocas de niveles bajos; la presa tiene como objetivo elevar el nivel del agua de modo que éste garantice una altura adecuada y constante sobre la boca de captación. De acuerdo con las necesidades de abastecimiento y con el régimen de alimentación, se pueden proyectar torres de toma como sistemas de captación en lagos, lagunas y embalses, las cuales tendrán entradas situadas a diferentes niveles, con el fin de poder seleccionar la profundidad a la que se capte el agua.

B.4.3.2 Ubicación de la captación

B.4.3.3 Seguridad

B.4.3.4 Estabilidad

B.4.3.5 Análisis de costo mínimo

- B.4.3.6 Facilidad de operación y mantenimiento**
- B.4.3.7 Lejanía de toda fuente de contaminación**
- B.4.3.8 Aprovechamiento de la infraestructura existente**
- B.4.3.9 Interferencia a la navegación**
- B.4.3.10 Desviación de cursos**
- B.4.3.11 Accesos**
- B.4.3.12 Cerramientos**
- B.4.3.13 Iluminación**
- B.4.3.14 Vulnerabilidad y confiabilidad**

B.4.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.4.4.1 Período de diseño

El período de diseño debe fijar tanto las condiciones básicas del proyecto, como la capacidad de la obra para atender la demanda futura. El período de diseño también depende de la curva de demanda y de la programación de las inversiones, así como de la factibilidad de ampliación, de la tasa de crecimiento de la población y de la tasa de crecimiento del comercio y la industria.

Para el caso de las obras de captación, los periodos de diseño se especifican en la tabla B.4.2.

TABLA B.4.2
Período de diseño según el Nivel de Complejidad del Sistema

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 tal como se recomienda en el literal B.4.3.5.

B.4.4.2 Capacidad de diseño

Para los niveles **bajo y medio de complejidad**, la capacidad de las estructuras de toma debe ser igual al caudal máximo diario, 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 diseño de las estructuras de captación debe ser igual a 1.5 veces el caudal máximo diario.

Para el **nivel alto de complejidad**, la capacidad de diseño de las obras de captación debe ser igual a 2 veces el caudal máximo diario.

B.4.4.3 Canales de aducción

Desde la captación hasta la estación de bombeo o el desarenador, según sea el caso, deben determinarse las áreas mojadas de canales necesarias en cada condición, teniendo en cuenta los distintos parámetros hidráulicos que intervienen. La memoria de cálculo hidráulico debe incluir los criterios utilizados, las fórmulas, las tablas, así como también el trazado de la línea piezométrica de todo el sistema hidráulico.

Debe tratar de evitarse todo flujo en canales cercano al estado de flujo crítico. Las velocidades del flujo deben ser tales que no se produzcan sedimentaciones ni erosiones en los canales que forman parte de la estructura de captación.

B.4.4.3.1 Método de cálculo

Para los cálculos hidráulicos y los diseños de canales puede utilizarse la ecuación de Manning, la ecuación de Kutter modificada o la de Bazin. También puede utilizarse la ecuación de Chèzy.

B.4.4.3.2 Velocidades máximas en los canales de aducción

En la tabla B.4.3 se muestran las velocidades máximas correspondientes a los diferentes tipos de terreno, las cuales deben ser respetadas por los diseñadores.

TABLA B.4.3
Velocidades máximas

Naturaleza de las paredes	Velocidad máxima (m/s)
Roca compacta (granito)	3.00
Roca estratificada (calcáreos)	2.00
Mampostería en mortero – Hormigón	2.50
Mampostería en seco – Concreto	0.75
asfáltico	0.50
Tierra vegetal compacta	0.40
Terreno de naturaleza arenosa	
Terreno de arena fina (médano)	

B.4.4.3.3 Velocidades mínimas en canales de aducción

Con respecto a las velocidades mínimas con las que pueden operar los canales de las captaciones, éstas deben estar dadas en función de la profundidad del flujo y del tipo de limo en suspensión para evitar sedimentación.

B.4.4.3.4 Forma de la sección transversal

En los casos de canales para estructuras de captación, debe adoptarse una sección transversal rectangular o trapezoidal. Las proporciones definitivas de la sección transversal deben adoptarse teniendo en cuenta un criterio de costo mínimo para el canal.

Para el **nivel bajo de complejidad** puede adoptarse una sección trapezoidal cuya base tome valores comprendidos entre 1.5 y 2.5 veces la profundidad del flujo, sin necesidad de hacer un análisis de costo mínimo para el canal.

B.4.4.3.5 Pendientes laterales

En caso de que se adopte una sección transversal trapezoidal, los taludes laterales de ésta dependerán de la naturaleza del terreno. La tabla B.4.4 indica los valores recomendados para distintos tipos de terreno. Sin embargo, para los niveles **medio alto y alto de complejidad** debe hacerse un estudio sobre la estabilidad de los taludes laterales del canal.

TABLA B.4.4
Ángulo de taludes según el terreno

Naturaleza del terreno	Pendiente del talud (horizontal : vertical)
Roca firme (pequeños canales)	talud vertical
Roca firme	1 : 4
Roca compacta - Revestimiento de hormigón	1 : 2 3 : 4
Rocas sedimentarias - Revestimiento en seco	1 : 1 3 : 2
Tierra vegetal consistente	2 : 1
Tierra vegetal y suelo arcillo - arenoso	3 : 1
Suelos arenosos	
Arena fina suelta	

B.4.4.4 Filtros de toma

En algunas captaciones pueden tenerse filtros de toma. En el proyecto de este filtro debe definirse lo siguiente:

1. El caudal que debe ser captado, según las necesidades del municipio al que se va a suministrar agua.
2. La velocidad a través del filtro, la cual debe estar comprendida entre 0.10 m/s y 0.15 m/s, con el fin de evitar, hasta donde sea posible, el arrastre de materiales flotantes y una fuerte succión sobre los peces en las proximidades de la zona de la captación.
3. La apertura y el tipo de ranuras u orificios.
4. La superficie neta de captación.

B.4.4.4.1 Superficie filtrante

La superficie filtrante debe calcularse teniendo en cuenta la carrera del filtro, de modo que sea posible un mantenimiento adecuado en función de la cantidad del material en suspensión de las aguas en la zona de captación. Con fines de diseño, y para determinar las pérdidas de cabeza de diseño, debe suponerse una colmatación del filtro del 30%.

B.4.4.4.2 Materiales para filtros

Con respecto a los materiales en que se construyan los filtros de toma, pueden utilizarse tuberías de hierro galvanizado, de acero inoxidable, plásticas o de aleaciones especiales.

B.4.4.4.3 Tipo de material

La elección del tipo de material del filtro está dada en función del grado de agresividad de las aguas en la captación.

B.4.4.5 Rejillas

B.4.4.6 Desarenadores

Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Preferiblemente debe existir un desarenador con dos módulos que operen de forma independiente, cada uno de ellos dimensionado para el caudal medio diario (Qmd) ante la posibilidad de que uno de los dos quede fuera de servicio.

En el caso de los niveles **bajo y medio de complejidad**, puede prescindirse del desarenador cuando se compruebe que el transporte de sólidos sedimentables no es perjudicial para el sistema de abastecimiento de agua.

B.4.4.6.1 Ubicación

Para la selección del sitio donde se ubicará el desarenador deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. El área de la localización debe ser suficientemente grande para permitir la ampliación de las unidades durante el período de diseño del sistema, siguiendo lo recomendado por el estudio de costo mínimo.
2. El sitio escogido debe proporcionar suficiente seguridad a la estructura y no debe presentar riesgo de inundaciones en los periodos de invierno.
3. La ubicación del desarenador debe garantizar que el sistema de limpieza pueda hacerse por gravedad y que la longitud de desagüe de la tubería no sea excesiva.
4. Los desarenadores deben ubicarse lo más cerca posible del sitio de la captación.
5. El fondo de la estructura debe estar preferiblemente por encima del nivel freático. En caso contrario deben tomarse las medidas estructurales correspondientes considerando flotación y subpresión.

B.4.4.6.2 Capacidad hidráulica

Cada desarenador debe tener una capacidad hidráulica igual al caudal máximo diario (QMD) más las pérdidas que ocurran en el sistema y las necesidades de la planta de tratamiento.

B.4.4.6.3 Velocidad de sedimentación

La velocidad de asentamiento vertical debe calcularse en función de la temperatura del agua y el peso específico de la partícula. El peso específico de las partículas de arena que serán removidas por el desarenador se puede suponer igual a 2.65 gr /cm³.

La velocidad de asentamiento vertical puede ser estimada utilizando la siguiente ecuación

$$v = \frac{(\rho_s - \rho) \cdot d^2 \cdot g}{18 \cdot \mu} \quad (\text{B.4.3})$$

De todas maneras la relación entre la velocidad horizontal y la velocidad de asentamiento vertical debe ser inferior a 20.

B.4.4.6.4 Dimensionamiento

Se recomienda que la relación entre la longitud útil del desarenador y la profundidad efectiva para almacenamiento de arena sea 10 a 1.

La profundidad efectiva para el almacenamiento de arena en el desarenador debe estar comprendida entre 0.75 m y 1.50 m. La altura máxima, para efectos del almacenamiento de la arena, puede ser hasta el 100 % de la profundidad efectiva

El diseñador debe determinar y justificar la ubicación y las características de los desagües, teniendo en cuenta la profundidad efectiva del desarenador.

B.4.4.6.5 Influencia de los procesos de tratamiento posterior al desarenador

Teniendo en cuenta la calidad del agua de la fuente y según se someta o no a los procesos de tratamiento de coagulación y filtración en la planta de tratamiento, el diseño de un desarenador debe cumplir los siguientes requisitos, según sea el caso:

1. Aguas sin tratamiento posterior

Para el caso de aguas sin tratamiento posterior, la velocidad máxima horizontal en el desarenador debe ser 0.17 m/s. Deben removerse las partículas con diámetros mayores que o iguales a 0.1 milímetros y la eficiencia del desarenador no puede ser menos del 75%.

2. Aguas sometidas a un tratamiento posterior

En el caso de aguas sometidas a tratamiento posterior al desarenador, la velocidad horizontal máxima en este será 0.25 m/s. Deben removerse las partículas con diámetros superiores o iguales a 0.2 milímetros y la eficiencia del desarenador no puede ser menos del 75%.

B.4.4.6.6 Accesorios y dispositivos

Para el diseño de desarenadores deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Deben proyectarse los dispositivos de entrada y salida de modo que aseguren una buena distribución del flujo y se reduzca a un mínimo la posibilidad de corto circuito dentro del desarenador.
2. La tubería o canal de llegada debe colocarse en el eje longitudinal del desarenador. Igual sucede en el caso de un canal situado aguas arriba del desarenador.
3. En la entrada debe instalarse un dispositivo para distribuir uniformemente el flujo a lo ancho de la sección transversal del desarenador.
4. El dispositivo de salida debe tener un canal recolector provisto de un vertedero que asegure una distribución uniforme del flujo en toda la sección transversal del desarenador.
5. La altura del canal recolector sobre la entrada de la tubería de conducción debe ser suficiente para garantizar la cabeza de velocidad necesaria para el caudal de diseño.
6. El dispositivo de rebose debe tener un vertedero lateral ubicado cerca de la entrada del desarenador.
7. El dispositivo de limpieza debe ubicarse en el área de almacenamiento y constará de una caja o canal de recolección de arenas con una pendiente mínima del 5 % y una válvula.
8. La pendiente de la placa de fondo estará comprendida entre el 5 y el 8% con el fin de obtener una limpieza eficiente y permitir que los obreros caminen sin resbalar.

9. Las tuberías o canales de rebose y/o limpieza se unirán a una tubería o canal de descarga, los cuales deben tener un diámetro o ancho no menor de 0.25 metros y/o una pendiente no menor del 2%.

10. Debe ubicarse una caja de inspección en la tubería de limpieza adyacente o lo más cerca posible de la descarga de arenas.

B.4.4.6.7 Desarenadores con niveles variables

Si el proyecto incluye un desarenador con niveles variables, que dependen de los niveles de estiaje y de creciente en las fuentes, deben considerarse las condiciones de operación para los niveles máximo y mínimo.

B.4.4.6.8 Desarenadores con remoción manual

En el caso de que se tengan desarenadores con procesos manuales para la remoción de arena, el depósito de arena debe ser capaz de acumular un mínimo equivalente al 10% del volumen total del desarenador. El desarenador debe tener un ancho mínimo que permita el acceso y el libre movimiento de los operadores y del equipo auxiliar de limpieza.

B.4.4.7 Aspectos particulares de las captaciones laterales

En caso de que el proyecto de abastecimiento de agua potable de un municipio tenga una captación lateral, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

La captación lateral estará constituida, entre otras, por las siguientes partes:

1. Un muro normal o inclinado con respecto a la dirección de la corriente para asegurar un nivel mínimo de las aguas.
2. Un muro lateral para proteger y acondicionar la entrada de agua al conducto o canal que conforme la aducción y para colocar los dispositivos necesarios que controlen el flujo e impidan la entrada de materiales extraños.

La bocatoma debe estar ubicada por debajo del nivel de aguas mínimas y por encima del probable nivel de sedimentación del fondo.

La obra debe tener un canal o conducto de entrada provisto de rejilla que impida el acceso de elementos flotantes y peces. En el caso de que aguas abajo exista un canal o un conducto, se conducirán las aguas captadas a un pozo receptor ubicado más adelante.

El agua del río circulará por gravedad hacia el pozo, desde donde será conducida, ya sea por bombeo o por gravedad, al desarenador y posteriormente a la planta de tratamiento.

La bocatoma debe estar provista de dos rejillas. La primera de ellas tendrá una separación entre barrotes de 20 mm a 25 mm, cuya finalidad es impedir el acceso de los elementos más gruesos o flotantes. La segunda tendrá una malla de 3 mm aproximadamente, la cual tendrá como fin evitar el acceso de los elementos de arrastre y los peces.

B.4.4.8 Aspectos particulares de las captaciones sumergidas

B.4.4.9 Aspectos particulares de las captaciones flotantes y las captaciones móviles con elevación mecánica

B.4.4.10 Aspectos particulares de las captaciones de rejilla.

En caso de que la obra de captación involucre una toma de rejilla deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. La toma de rejilla debe ser un pequeño muro transversal a la corriente, con una rejilla superior de captación que permita el ingreso de aguas y limite la entrada de los materiales sólidos.
2. La bocatoma debe estar constituida por los siguientes elementos:
 - a) Una rejilla de captación dispuesta transversalmente a la dirección de corriente.
 - b) Un canal de captación.
 - c) Una tubería o canal de conducción.
 - d) Una compuerta que permita la regulación de caudales.
 - e) Una cámara desarenadora.
3. En los casos en que la conformación de la sección transversal del río así lo requiera, se proyectará un muro de encauzamiento transversal que oriente las líneas de corriente hacia la rejilla en épocas de estiaje.
4. El agua del río será captada a través de la rejilla y conducida por gravedad a lo largo del canal de captación, en cuyo tramo final debe colocarse una compuerta que permitirá la regulación de caudales hacia la tubería o el canal de conducción, y descargar luego las aguas en el desarenador. Desde allí continúa la aducción hasta la planta de tratamiento.
5. Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente de dos a tres veces el caudal máximo diario.
6. La velocidad a través de la rejilla será inferior a 0.15 m/s, para reducir a un mínimo el arrastre de materiales flotantes.
7. La rejilla será de hierro fundido preferiblemente con perfiles o en su defecto con barras paralelas entre sí y colocadas en el sentido de la corriente.
8. La separación libre entre perfiles o barras será de 20 mm a 50 mm.
9. La rejilla estará formada por secciones removibles con el fin de facilitar su limpieza. No se aceptará la colocación de mallas por la dificultad para la limpieza.
10. El canal de captación debe tener una pendiente alta, capaz de impedir la sedimentación de las arenas y el material de arrastre que ingrese a través de la rejilla. El dimensionamiento de dicho canal permitirá conducir la totalidad del agua captada en toda la longitud de la rejilla.
11. El cálculo debe realizarse con base en los lineamientos clásicos para las conducciones a superficie libre.
12. El ancho de la base del fondo del canal debe permitir las operaciones de limpieza mediante elementos manuales.
13. Aguas arriba y aguas abajo del canal de captación debe construirse un enrocamiento en toda su longitud, con un ancho no menor de 3 metros y una profundidad media de 0.6 metros como protección contra la acción erosiva de la corriente.
14. La tubería o el canal de conducción tendrá por finalidad servir de enlace entre el canal de captación y el desarenador. Ésta tubería puede ser proyectada enterrada o a cielo abierto, dependiendo de la topografía de la zona de captación.

B.4.4.11 Aspectos particulares de las captaciones con presas derivadoras

B.4.4.12 Aspectos particulares de las captaciones en toma directa.

B.4.4.13 Aspectos particulares de las captaciones con muelles de toma

B.4.4.14 Embalses

B.4.4.15 Presas

B.4.7.3 Control de sedimentos

Con el fin de mantener un control efectivo sobre los sedimentos que entran a las estructuras de captación, deben considerarse los siguientes requisitos:

1. Para los niveles **bajo y medio de complejidad**, debe mantenerse control sobre la disposición de los sedimentos retenidos por el desarenador. Los sedimentos deben retornar al río o a la fuente aguas abajo de las estructuras de captación. En caso de que esto no sea factible los sedimentos deben depositarse en zonas adecuadas previamente.
2. Para los niveles **medio alto y alto de complejidad**, la empresa prestadora del servicio encargada del abastecimiento del agua potable debe mantener un conocimiento pleno del tipo de sedimentos que se retienen en el desarenador. Para el nivel medio de complejidad se recomienda que la empresa de servicio público conozca permanentemente

CAPÍTULO B.5

B.5. CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA

B.5.1 ALCANCE

B.5.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.5.3 CONDICIONES GENERALES

B.5.4 DISEÑO DE POZOS

B.5.4.1 Período de diseño

B.5.4.1.1 Pozos profundos

Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período de diseño se especifica en la tabla B.5.1

TABLA B.5.1
Período de diseño para las obras de captación de agua subterránea

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.

B.5.4.1.2 Pozos excavados

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

B.5.4.2 Caudal de diseño

Las obras de captación de agua subterránea deben tener una capacidad 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.

B.5.4.3 Número mínimo de pozos profundos

B.5.4.4 Pozos excavados

B.5.4.5 Captación de manantiales

B.5.5 POZOS PIEZOMÉTRICOS

B.5.6 RECARGA DE ACUIFEROS

CAPÍTULO B.6

B.6. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN

B.6.1 ALCANCE

B.6.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.6.2.1 Concepción del proyecto

B.6.2.2 Análisis de costo mínimo

B.6.2.3 Estudio de la demanda

El diseñador debe conocer el estudio de la demanda de agua para el municipio que va a abastecerse, o en su defecto debe realizar este estudio siguiendo lo establecido en el capítulo B.2 - POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA de este título.

B.6.2.4 Aspectos generales de la zona de la aducción o conducción

B.6.2.5 Estudios topográficos

B.6.2.6 Condiciones geológicas

B.6.2.7 Factibilidad de ampliación

B.6.2.8 Servicios de agua cruda

B.6.3 CONDICIONES GENERALES

B.6.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.6.4.1 Período de diseño

El período de diseño de las aducciones o conducciones es función del **nivel de complejidad del sistema** y se encuentra establecido en la tabla B.6.1

TABLA B.6.1
Período de diseño según el nivel de Complejidad del Sistema

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, 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.

B.6.4.2 Caudal de diseño

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 con el caudal máximo diario, (QMD) al final del periodo de diseño o año horizonte del proyecto, si se cuenta con almacenamiento; en caso contrario, debe diseñarse con el caudal máximo horario (QMH). En caso de sistemas con bombeo, debe diseñarse con 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 con el caudal máximo diario (QMD) 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.

B.6.4.3 Canales a flujo libre

B.6.4.4 Análisis de costo mínimo

B.6.4.5 Materiales de las tuberías de aducción y conducción

B.6.4.6 Especificaciones y control de calidad de las tuberías.

B.6.4.7 Accesorios y estructuras complementarias para conductos a presión

B.6.4.8 Estructuras complementarias para aducciones a presión

B.6.4.9 Golpe de ariete

B.6.4.10

B.6.4.10.1 Estaciones disipadoras de presión

Con el fin de reducir la presión hasta un valor menor y establecer un nuevo nivel estático deben emplearse estaciones reductoras de presión. Se recomienda también su empleo cuando la calidad de las tuberías, de las válvulas y de los accesorios de la aducción o conducción no permitan soportar altas presiones, así como para mantener las presiones máximas de servicio en una red de distribución dentro de los límites admisibles.

La estaciones disipadoras de presión pueden estar basadas en el uso de válvulas reductoras de presión o en el uso de cámaras de quiebre de presión que alcancen igualar la presión de la aducción a la presión atmosférica correspondiente.

Estas válvulas permiten producir una pérdida de cabeza predeterminada, con el fin de controlar la presión manteniéndola constante independientemente del caudal que pasa a través de ellas.

Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Se recomienda el uso de válvulas reductoras de presión instalándolas en grupos en una bifurcación de la línea, con el fin de permitir el funcionamiento de la instalación en caso de daño y/o mantenimiento de una de ellas, con las correspondientes válvulas de corte, filtros, manómetros, etc.
2. Las estaciones reductoras de presión deben localizarse en cámaras que brinden un acceso adecuado para labores de montaje, operación y mantenimiento.

B.6.5 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.6.6 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.6.7 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPÍTULO B.7

B.7. REDES DE DISTRIBUCIÓN

B.7.1 ALCANCE

B.7.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.7.2.1 Concepción del proyecto

B.7.2.2 Rango de población

B.7.2.3 Análisis de costo mínimo

B.7.2.4 Optimización de la red de distribución

B.7.2.5 Estudios de demanda

El diseñador debe conocer el estudio de la demanda de agua para el municipio por abastecer, o en su defecto debe realizar este estudio, siguiendo lo establecido en el literal B.2, POBLACIÓN, DOTACIÓN y DEMANDA, de este título.

B.7.2.6 Distribución espacial de demanda

B.7.2.7 Aspectos generales de la zona por abastecer

B.7.2.8 Estudios topográficos

B.7.2.9 Condiciones geológicas

B.7.2.10 Factibilidad de ampliación

B.7.2.11 Recomendaciones sobre el trazado de la red de distribución

B.7.2.12 Areas por abastecer

B.7.2.13 Amenaza sísmica

B.7.3 CONDICIONES GENERALES

B.7.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

Dentro de la ejecución del diseño de un sistema de redes de distribución de agua potable es necesaria una etapa inicial de planeamiento que garantice que el esquema de obras propuesto atienda los requerimientos futuros de la demanda de agua en cuanto a cantidad y oportunidad.

En la etapa de planeamiento, se parte de un diagnóstico de la red de distribución existente y se identifican, plantean y analizan diferentes alternativas de optimización y ampliación del sistema de redes de tuberías, con el fin de atender los requerimientos futuros de la demanda, dentro de un determinado período de diseño.

B.7.4.1 Período de diseño

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:

B.7.4.1.1 Período de diseño de la red matriz o primaria

El período de diseño de la red matriz se encuentra establecido en la tabla B.7.1.

TABLA B.7.1
Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema para redes matrices

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

B.7.4.1.2 Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local

El período de diseño de la red secundaria se establece en la tabla B.7.2

TABLA B.7.2
Período de diseño según el nivel de complejidad de sistema de redes secundarias

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

B.7.4.1.3 Período de diseño de redes menores de distribución o red terciaria

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. Sin embargo, el período de diseño para redes menores no puede ser superior al tiempo establecido en la tabla B.7.3.

TABLA B.7.3
Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema de redes terciarias

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

B.7.4.2 Caudal de diseño

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).
2. Para los **niveles medio y medio alto de complejidad**, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) 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).

B.7.4.3 Pérdidas en la red de distribución

B.7.4.4 Calidad de agua en la red

B.7.4.5 Presiones en la red de distribución

Además de lo establecido en el literal B.7.3.3, Delimitación de zonas de presión, para el diseño de la red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones:

B.7.4.5.1 Presiones mínimas en la red

La presión mínima en la red depende del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica a continuación:

TABLA B.7.4
Presiones mínimas en la red de distribución

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 mínimas establecidas en este literal deben tenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

B.7.4.5.2 Presiones máximas en la red menor de distribución:

B.7.4.6 Diámetros de las tuberías en la red de distribución

B.7.4.6.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz

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 mínimos para la red matriz se describen en la tabla B.7.5

TABLA B.7.5
Diámetros mínimos de la red matriz

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

B.7.4.6.2 Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución

El valor del diámetro mínimo de las redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y del usos del agua, tal como se muestra en la tabla B.7.6

TABLA B.7.6
Diámetros mínimos de la red menor de distribución

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

B.7.4.7 Materiales para las tuberías de la red de distribución

B.7.5 OTRAS CONSIDERACIONES

B.7.6 ACCESORIOS

B.7.7 REFERENCIACIÓN DE COMPONENTES

B.7.8 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.7.9 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.7.10 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPÍTULO B.8

B.8. ESTACIONES DE BOMBEO

B.8.1 ALCANCE

B.8.2 CONSIDERACIONES GENERALES

B.8.3 ESTUDIOS PREVIOS

B.8.3.1 Concepción del proyecto

-
- B.8.3.2 Estudio de la demanda**
 - B.8.3.3 Aspectos generales de la zona**
 - B.8.3.4 Estudios topográficos**
 - B.8.3.5 Condiciones geotécnicas**
 - B.8.3.6 Análisis de costo mínimo**
 - B.8.3.7 Disponibilidad de energía**
 - B.8.3.8 Factibilidad de ampliación**
 - B.8.3.9 Calidad del agua que va a ser bombeada**
 - B.8.3.10 Vulnerabilidad y amenaza sísmica**

B.8.4 CONDICIONES GENERALES

B.8.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.8.5.1 Período de diseño de las estaciones de bombeo

El período de diseño depende del **nivel de complejidad del sistema**, según lo establecido en la tabla B.8.1.

TABLA B.8.1
Período de diseño, según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Período 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.

Sin embargo, el período de diseño puede ser mayor, según el período de diseño de los demás elementos del sistema al que pertenece el bombeo.

B.8.5.2 Caudal de diseño

B.8.5.3 Pozo de succión

B.8.5.4 Bombas

B.8.5.5 Sala de bombas

B.8.5.6 Tuberías de impulsión y succión

B.8.5.7 Golpe de ariete

B.8.6 VÁLVULAS Y ACCESORIOS

B.8.7 INSTALACIONES ELECTRICAS

B.8.8 SISTEMA DE FUERZA

B.8.9 SISTEMA DE ALUMBRADO

B.8.10 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL

B.8.11 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

B.8.12 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.8.13 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.8.14 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPÍTULO B.9

B.9. TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN

B.9.1 ALCANCE

B.9.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.9.2.1 Concepción del proyecto

B.9.2.2 Análisis de costo mínimo

B.9.2.3 Estudio de la demanda

B.9.2.4 Curvas de demanda horaria

Para el **nivel bajo de complejidad** los datos para elaborar las curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida pueden pertenecer a la localidad en estudio o a una localidad que presenta características semejantes, en términos de nivel socioeconómico, de costumbres y de clima.

Para los niveles **medio, medio alto y alto de complejidad** debe contarse con curvas de demanda horarias propias de la población.

B.9.2.5 Aspectos generales de la zona

B.9.2.6 Estudios topográficos

B.9.2.7 Condiciones geológicas

B.9.2.8 Factibilidad de ampliación

B.9.2.9 Trazado de la red y delimitación de zonas de presión

B.9.2.10 Vulnerabilidad y amenaza sísmica

B.9.3 CONDICIONES GENERALES

B.9.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.9.4.1 Período de diseño

El período de diseño depende del nivel de complejidad del servicio, según lo establecido en la tabla B.9.1.

TABLA B. 9.1
Período de diseño, según el nivel de complejidad del sistema

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

B.9.4.2 Número mínimo de tanques

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

1. Para el **nivel bajo de complejidad**, en caso de justificarse almacenamiento según lo establecido en el numeral B.9.2.1, es suficiente que la red de distribución cuente con un solo tanque de compensación.
2. En los **niveles medio y medio alto de complejidad**, la red de distribución debe tener como mínimo un tanque de compensación.
3. 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.

B.9.4.3 Caudal de diseño

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.

B.9.4.4 Capacidad de regulación

El tanque debe tener capacidad de compensar las variaciones entre el caudal de entrada de las plantas de tratamiento y el caudal de consumo en cada instante.

Para definir el volumen del tanque deben tenerse en cuenta las siguientes disposiciones:

1. Debe hacerse un análisis por métodos gráficos o analíticos, con base en curvas de demanda de cada población o zona abastecida y del régimen previsto de alimentación de los tanques. El volumen que va a ser almacenado será igual al volumen calculado multiplicado por un factor de 1.2.
2. En el **nivel bajo de complejidad**, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas.
3. En los **niveles medio y medio alto de complejidad**, en caso de preverse discontinuidad en la alimentación al tanque, el volumen de almacenamiento debe ser igual o mayor que 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo

consumo, más el producto del caudal medio diario (Qmd) por el tiempo en que la alimentación permanecerá inoperante.

4. Para el **nivel alto de complejidad** el volumen de regulación debe ser $\frac{1}{4}$ del volumen presentado en el día de máximo consumo.

B.9.4.5 Capacidad para demanda contra incendio

El volumen destinado a la protección contra incendios será determinado considerando una duración de incendio de 2 horas, calculando el caudal de incendio con la ecuación

$$Q_{in} = \frac{3.86}{60} \sqrt{\frac{P}{1000}} \cdot \left(1 - 0.01 \sqrt{\frac{P}{1000}} \right) \quad (\text{B.9.1})$$

En el **nivel bajo de complejidad** no debe tenerse en cuenta la capacidad para demanda contra incendio.

B.9.4.6 Volumen del tanque

Para el **nivel bajo de complejidad**, el volumen del tanque debe ser igual al volumen de regulación, calculado en el literal B.9.4.4.

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 demanda contra incendio, establecidas en los literales B.9.4.4 y B.9.4.5 respectivamente.

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

En caso de que el volumen calculado del tanque implique costos elevados de bombeo, el volumen puede ser menor al calculado, siempre y cuando se justifique mediante un análisis técnico-económico aplicado al período de diseño y que considere ampliaciones futuras.

B.9.5 DISPOSITIVOS ANEXOS

B.9.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

B.9.7 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.9.8 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.9.9 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO II

PLATEAMIENTO DE OBSERVACIONES AL TITULO B Y LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000

Concatenado con los acápites de la Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2.000 y del Titulo B, Sistemas de Acueducto, plasmado como Manual de Buenas Prácticas de Ingeniería, a continuación se establece un formato en el cual se plasman las observaciones que esta monografía sugiere ser tenidas en cuenta para adecuación del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, en relación con diseños de sistemas de acueducto.

CUADRO No.1

FORMATO DE OBSERVACIONES

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
	B.1.2.DEFINICIONES	Agua Potable: Aparece el término Organoléptico. En el nuevo Decreto que reemplaza al Dec. 475/98 desaparece el término Organoléptico
	B.1.2 DEFINICIONES	Desarenador: Aclarar el término “mediante un proceso de sedimentación mecánica”. El término empleado es restrictivo puesto que existen otros tipos de sedimentación.
	B.1.3 ASPECTOS AMBIENTALES	Manifiesta el ítem que “Debe presentarse Estudio de Impacto Ambiental”, pero el Decreto 1220 de 2.005 relacionado con Licencias Ambientales no lo exige
	B.2.3.1 USO RESIDENCIAL DEL AGUA	“En general el consumo total de uso residencial aumenta con el tiempo”. Esta es una afirmación que para la realidad nacional debe reevaluarse por dos causas: por presión de la tarifa y por consumo real de la población colombiana. Bástese mencionar la dotación promedio de la ciudad de Bogotá, estimada en la actualidad en 120 lts/hab/día
ARTÍCULO 67.- DOTACIÓN NETA	B.2.4.1 DOTACIÓN NETA MÍNIMA Y MÁXIMA	Por la misma situación anterior es una Parámetro a analizar, por mostrar una realidad menor.

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
	B.2.4.4.2 EFECTO DEL CLIMA	Valores a analizar igual que el ítem anterior por idéntica circunstancia
	B.2.5.1 PERDIDAS EN LA ADUCCIÓN	Es un Parámetro que debe desaparecer, tomando como referencia control y calidad en los sistemas de abastecimiento y a que en función de las pérdidas técnicas del sistema estas deben asumirse globalmente y no por componentes
	B.2.5.3 PÉRDIDAS EN LA CONDUCCIÓN	Parámetro igualmente a eliminar por idéntica razón anterior
	B.2.5.4 PERDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO	Se sugiere disminuir a un 25% las pérdidas para los niveles bajo, medio y medio alto, con lo cual se disminuye la dotación bruta.
	B.2.7.4 COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO K1	Para todos los niveles de complejidad se sugiere un factor K1 de 1.2, pues el establecer un valor de 1.3 para niveles bajo y medio implica un 8.3 % de mayor caudal con respecto a los demás niveles.
	B.3.3.1.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO	Se debe Analizar los requerimientos de Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a la normatividad ambiental existente.
	B.3.3.1.2 ESTUDIO DE LA DEMANDA	Deben eliminarse las pérdidas en la aducción, por las razones ya anotadas y las necesidades de agua en la planta de tratamiento por estar consideradas en la Dotación
	B.3.3.2.5 CANTIDAD Y CAUDAL MÍNIMO	Debe analizarse el término “ o superior a dos veces el caudal máximo horario si la captación si la captación (sic) se realiza por bombeo”. Se presenta un error evidente respecto a la concepción de bombeos
	B.3.3.2.6 CAUDAL MÍNIMO AGUAS ABAJO	El RAS debe incluir el caudal ecológico, dentro de este numeral
	B.3.3.3.3 MANEJO INTEGRAL Y PROYECCIÓN DE LAS CUENCAS	Se afirma que “, debe observarse lo establecido por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, o la que la reemplace, que establece que: “El proyecto debe presentar un costo de recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica, considerando una tasa retributiva mínima del 1% de la inversión estimada en la obra física”. Debe agregarse que el Artículo a renglón seguido dice:” El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación en la cuenca que se determinen en la Licencia Ambiental del Proyecto. De acuerdo al Dec. 1220 de 2.005 los proyectos de acueducto no se licencian, por lo que el ítem en análisis debe replantearse..
	B.4.2.1.2 MARCO INSTITUCIONAL	Adecuar los Ministerios y Entidades a la realidad actual, pues se mencionan Entidades que ya no existen o han cambiado su nombre.

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
		existen o han cambiado su nombre
ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL		En razón a uniformizar periodos de diseño se plantea un único valor de 30 años
ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL		Igualmente se propone un valor de 30 años
ARTÍCULO 72.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS PROFUNDOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA		La tendencia es a mantener un periodo de diseño para todos los componentes del sistema, por lo cual se propone un tiempo de 30 años
ARTÍCULO 73.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS EXCAVADOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA		Igual planteamiento de 30 años sin tener en cuenta el nivel de complejidad del sistema
ARTÍCULO 74.- CAUDAL DE DISEÑO PARA CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA		Uniformizar criterios para que el caudal sea el Caudal Máximo diario.
	B.4.3.1.7 PRESA DE DERIVACIÓN	Se sugiere agregar un párrafo relacionado con el paso de peces agua arriba y agua debajo de la estructura. Debe insertarse un párrafo que manifieste que El diseñador proyectará la estructura teniendo en cuenta el camino para peces.
	B.4.4.1 PERIODO DE DISEÑO	Para el nivel bajo de complejidad se sugiere que el periodo de diseño sea de 20 años en razón a las dificultades económicas para la ejecución del proyecto, lo cual acorta la vida técnica del mismo
	B.4.4.2 CAPACIDAD DE DISEÑO Y B.4.4.10, NUMERAL 5	Existe una evidente contradicción al establecer la capacidad de diseño de las estructuras según nivel de complejidad, y determinar que las rejillas y el canal de recolección de las bocatomas se calcularán con un caudal equivalente de dos a tres veces el caudal máximo diario. Se propone que el Numeral B.4.4.2 diga: Para todos

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
		los niveles de complejidad , la capacidad de las estructuras deben ser hasta de dos veces el caudal máximo diario, mientras que para el numeral 4.4.10-5 `puede dejarse: Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente a la capacidad de diseño de la estructura.
	B.4.4.6 DESARENADORES	<p>Dice “Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Preferiblemente debe existir un desarenador con dos módulos que operen de forma independiente, cada uno de ellos dimensionado para el caudal medio diario (Qmd) ante la posibilidad de que uno de los dos quede fuera de servicio.</p> <p>En el caso de los niveles bajo y medio de complejidad, puede prescindirse del desarenador cuando se compruebe que el transporte de sólidos sedimentables no es perjudicial para el sistema de abastecimiento de agua.” . Se sugiere lo siguiente: Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Contendrá un canal o paso directo para operación, mientras se efectúa mantenimiento. Por razones económicas no se justifica, ni normalmente se realiza el diseño de dos estructuras en paralelo</p> <p>El segundo párrafo debe desaparecer, pues normalmente los sistemas proyectan su sedimentador, excepto que tomen aguas de embalses o lagos.</p>
	B.4.4.6.2 CAPACIDAD HIDRÁULICA	El termino:” más las pérdidas que ocurran en el sistema y las necesidades de la planta de tratamiento” debe desaparecer puesto que las perdidas deben concentrarse en un solo ítem para evitar las distorsiones que se presentan en el actual Reglamento.
B.9.10	B.9.11 B.4.4.6.3 VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN	Parámetro que debe analizarse en función del Numero de Reynolds, pues la fórmula de Stockes no es aplicable en todos los casos.
	B.4.4.6.4 DIMENSIONAMIENTO	Se encuentra una inconsistencia entre la relación longitud, profundidad efectiva, al estimarse que esta última debe estar entre 0,75 y 1.50 m, lo cual implicaría que la mínima longitud de una estructura sería de 7.5 m., situación que en la realidad no sucede
	B.4.4.6.5 INFLUENCIA EN PROCESOS	Se sugiere diseñar el desarenador para aguas sometidas a tratamiento posterior <u>únicamente</u> , pues

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
	PROCESOS	aguas sin tratamiento posterior sería la excepción y el desarenador optimizaría aún más el sistema de abastecimiento.
	B.4.4.7 ASPECTOS PARTICULARES DE LAS CAPTACIONES LATERALES	Se afirma:” La bocatoma debe estar provista de dos rejillas”. En la realidad no se cumple este planteamiento, puesto que normalmente todas las bocatomas de este estilo son proyectadas con una sola rejilla. Se sugiere ajustar este ítem.
	B.4.4.10. CAPTACIONES DE REJILLA	<p>1. Se sugiere adicionar el siguiente párrafo: y limite la entrada de los materiales sólidos, <u>igualmente tendrá en cuenta el diseño del camino de peces</u></p> <p>2. f) Un camino para peces que permita su movilidad aguas arriba o aguas debajo de la presa.</p> <p>5. Modificar este numeral de la siguiente manera : Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente a la capacidad de diseño de la estructura. (ver numeral B.4.4.2)</p>
	B.6.2.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO – POZOS	Se indica :”Si existen pozos profundos, debe existir una unidad de bombeo adicional por cada 5 pozos”. Este párrafo aplica en mantenimiento pero no en la concepción de un proyecto, por lo que tal afirmación debe desaparecer.
ARTÍCULO 77.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES	B.6.4.1 PERIODO DE DISEÑO (CONDUCCIONES)	Análisis difícil ya que normalmente la vida técnica de la tubería supera los 30 años. Para no dejar deudas a futuras generaciones y que a la vez estas asuman su responsabilidad parece prudente adoptar un periodo de diseño de 30 años para cualquier nivel de complejidad.
	B.6.4.2 NIVEL DE COMPLEJIDAD	<p>Para todos los niveles de complejidad la aducción y conducción debe diseñarse con el caudal máximo diario, (QMD) al final del periodo de diseño o año horizonte del proyecto. (Como criterio debe establecerse que todo sistema debe contar con almacenamiento).</p> <p>No se comparte que para bombeos se diseñe con caudal medio diario, sino que, igualmente deben diseñarse con Caudal Máximo diario, si el bombeo es de 24 horas. En caso contrario el caudal será el volumen máximo diario producido dividido por el No. De horas de bombeo. Existe divergencia con el numeral B.8.5.2 Caudal de diseño.</p> <p>Debe eliminarse el numeral 3 del Ítem B.6.4.2 puesto que estos consumos ya se consideraron en la dotación.</p>

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
ARTÍCULO 78.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES		Para cualquier nivel de complejidad las aducciones y conducciones deben diseñarse para el caudal máximo diario, excluyendo las pérdidas en el sistema, por considerarse como pérdidas totales, mas no parciales.
	B.6.4.10.1 ESTACIONES DISIPADORAS	Analizar las máximas alturas a las cuales pueden colocarse las cámaras de quiebre de presión, en función de la presión de trabajo de las tuberías de conducción.
ARTÍCULO 80.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	B.7.4.1 PERÍODO DE DISEÑO -REDES	Establece el RAS periodos de diseño variables según los niveles complejidad del sistema, según se trate de redes matrices, redes secundarias o redes terciarias, lo cual genera dificultades en el momento de aplicar el modelo matemático para su cálculo, por lo que se sugiere un mismo periodo de diseño para cualquier tipo de red.
ARTÍCULO 81.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN		Para todo nivel de complejidad, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto
	B.9.4.1 PERIODOS DE DISEÑO- TANQUES DE ALMACENAMIENTO	El RAS propone diversos periodos de diseño en función del nivel de complejidad del sistema. Para facilidad de diseño se plantea que los tanques sean diseñados para el mismo periodo propuesto para el resto de estructuras del sistema, es decir para 30 años y para cualquier nivel de complejidad 30.
ARTÍCULO 82.- PRESIONES DE SERVICIO MINIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN		La presión de servicio mínima en la red será de 10 metros (98.1 kPa) para cualquier nivel de complejidad del sistema.
ARTÍCULO 85.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN		Se sugieren ajustes respecto a los diámetros en redes para bajo nivel de complejidad.
	B.9.4.4 CAPACIDAD DE REGULACIÓN - TANQUES	<p>Afirma el Ras que para En el nivel bajo de complejidad, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas.</p> <p>Asimismo, para los niveles medio y medio alto de complejidad, en caso de preverse discontinuidad en la alimentación al tanque, el volumen de almacenamiento debe ser igual o mayor que 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, más el</p>

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000	ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	OBSERVACIÓN TÉCNICA
		<p>producto del caudal medio diario (Qmd) por el tiempo en que la alimentación permanecerá inoperante.</p> <p>Para el nivel alto de complejidad el volumen de regulación debe ser $\frac{1}{4}$ del volumen presentado en el día de máximo consumo.</p> <p>Tomando como argumento que un sistema de abastecimiento se proyecta a 25 años con caudal máximo diario y que este al final del periodo puede ser de unas dos veces el caudal máximo diario actual se encuentra que si en lugar de suministrar el caudal requerido se diera un 33% de más estrictamente no serían requeridos los almacenamientos puesto que el caudal de más estaría supliendo. En estas condiciones los tanques de almacenamiento tampoco trabajarían al final del periodo de diseño, puesto que no se contaría con el 33% de caudal sobrante para realizar almacenamientos.</p> <p>Se encuentra entonces que el tipo de estructuras que se obtienen son onerosas y de pronto inútiles por el volumen requerido. Bajo este parámetro se considera adecuado estimar volúmenes más pequeños, pues la curva de masas que generalmente se obtiene para este tipo de estructuras así lo indican. Consecuencialmente se propondrá un volumen menor al establecido hasta el momento por el RAS</p>
ARTICULO 93.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO		Se propone un período de diseño de 30 años para todo nivel de complejidad del sistema.
ARTICULO 96.- PERÍODO DE DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN		Igualmente se plantea un periodo de diseño de 30 años, eliminando los periodos variables en función del nivel de complejidad del sistema.

CAPITULO III

AJUSTES SUGERIDOS A LA RESOLUCION No. 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000 Y AL TITULO B DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000

Con base en las observaciones planteadas a los documentos en mención en el Capítulo II de la presente monografía se procede a sugerir los ajustes que en función de normas de diseño, literatura existente y nuestra experiencia permiten mejorar las herramientas que actualmente posee el país para Consultoría relacionada con sistemas de abastecimiento.

Como ayuda metodológica en la monografía presentada, los cambios y ajustes sugeridos al Reglamento de Agua Potable y Saneamiento – RAS 2.000 aparecerán en letra cursiva

3.1 RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”

EL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO

en ejercicio de las facultades que le confiere la Ley 142 de 1.994 y en especial las consagradas por los artículos 3º y 17º del Decreto 219 de 2.000, y

CONSIDERANDO:

Que corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de Gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, solicitó al Ministerio de Desarrollo Económico, el señalamiento mediante acto administrativo de los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las Empresas de Servicios Públicos del Sector Agua potable y Saneamiento básico, con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de éstos servicios, siempre y cuando dicho señalamiento no implique restricción indebida a la competencia.

Que una vez surtidos los trámites de notificación del presente Reglamento Técnico conforme con lo dispuesto en el Decreto 1112 de 1996, lo dispuesto en la Decisión 419 de la Comunidad Andina y en la Ley 172 de 1994: ante la Organización Mundial del Comercio, ante la Comunidad Andina y ante el Tratado de Libre Comercio entre los gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, la República de Venezuela y la República de Colombia, respectivamente; no se produjeron observaciones a su contenido y alcance.

Que de conformidad con el Decreto 1112 de 1.996, por medio del 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:

RESUELVE:

ARTICULO 1.- Adoptar el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-, con el siguiente contenido general:

Título I

CONDICIONES GENERALES

Título II

REQUISITOS TÉCNICOS

Título III

CONTROL Y RÉGIMEN SANCIONATORIO

Título IV

CERTIFICACIÓN, LICENCIAS Y PERMISOS

Título V

DEFINICIONES

ARTÍCULO 2.- OBJETO: 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.

ARTÍCULO 3.- ALCANCE: 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.

**TITULO I
CONDICIONES GENERALES**

**CAPITULO I
CONDICIONES GENERALES DEL REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**CAPITULO II
PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**CAPITULO III
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA**

ARTICULO 11.- NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad: **Bajo, Medio, Medio Alto y Alto**

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la tabla número 1:

TABLA NÚMERO 1

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios⁽²⁾
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.

ARTICULO 12.- ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. La asignación del nivel de complejidad de todo proyecto objeto del presente reglamento debe hacerse según las siguientes disposiciones:

-
5. 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.
 6. 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 Artículo 13.
 7. En ningún caso se permite la adopción de un nivel de complejidad del sistema más bajo que el establecido según los anteriores numerales.
 8. Para determinar la capacidad económica de los usuarios debe utilizarse alguna de las siguientes metodologías:
 - d) La estratificación de los municipios de acuerdo con la metodología establecida por el DNP.
 - e) Salarios promedio del municipio.
 - f) Ingreso personal promedio del municipio.

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

3. El estándar mínimo establecido en el presente Reglamento corresponde al nivel de complejidad del sistema Bajo para todos los casos.
4. 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.

**CAPITULO IV
IDENTIFICACION Y JUSTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS**

**CAPITULO V
PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS**

**CAPITULO VIII
ESTUDIOS PREVIOS**

**CAPITULO IX
EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

**CAPITULO X
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORIA**

TITULO II REQUISITOS TÉCNICOS

El presente Título 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.

CAPITULO XII 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 domiciliaria 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 Capítulo XIII de este Reglamento Técnico.

ARTÍCULO 67.- DOTACIÓN NETA . *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 se establecen de acuerdo con la tabla No. 9:*

TABLA NÚMERO 9

Nivel de complejidad del sistema	de	Dotación neta (L/hab-día)
<i>Bajo</i>		<i>90</i>
<i>Medio</i>		<i>100</i>
<i>Medio alto</i>		<i>110</i>
<i>Alto</i>		<i>120</i>

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.

ARTÍCULO 68.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUPERFICIAL. 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.

ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL. *Para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar serán de 30 años para cualquier nivel de complejidad:*

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL. *La obra de captación debe diseñarse tomando en cuenta los siguientes parámetros:*

Para todos los niveles de complejidad, la capacidad de las estructuras de toma debe ser igual hasta dos veces el caudal máximo diario (QMD).

ARTÍCULO 71.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUBTERRÁNEA. 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)

ARTÍCULO 72.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS PROFUNDOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA. *Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período máximo de diseño que se debe utilizar, será de 30 años para todos los niveles de complejidad.*

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 73.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS EXCAVADOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA. *Los pozos excavados tendrán un período de diseño de 30 años*

ARTÍCULO 74.- CAUDAL DE DISEÑO PARA CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA. *Las obras de captación de agua subterránea deben tener una capacidad mínima igual al caudal máximo diario, QMD.*

ARTÍCULO 75.- NÚMERO MÍNIMO DE POZOS PROFUNDOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.

Para el nivel bajo de complejidad se permite la construcción de un único pozo.

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.

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. Debe colocarse un pozo de reserva por cada 5 pozos de operación normal, con igual capacidad.

ARTÍCULO 76.- DESINFECCIÓN DE LOS POZOS ANTES DE PONERLOS EN FUNCIONAMIENTO. 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.

ARTÍCULO 77.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES. *El período máximo de diseño de las aducciones o conducciones será de 30 años para cualquier nivel de complejidad.*

PARÁGRAFO: 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 máximo, para definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

ARTÍCULO 78.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES. *Para calcular el caudal de diseño de las obras de aducción o conducción deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:*

-
1. *Para todos los niveles de complejidad, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario, (QMD) del año horizonte del proyecto.*

ARTÍCULO 79.- DESINFECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA. 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.

ARTÍCULO 80.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. *El período de diseño de las redes de distribución de agua potable será de 30 años para cualquier nivel de complejidad del sistema.*

PARÁGRAFO: 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.

ARTÍCULO 81.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.:

Para todo nivel de complejidad, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto.

ARTÍCULO 82.-PRESIONES DE SERVICIO MINIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

La presión de servicio mínima en la red será de 10 metros (98.1 kPa) para cualquier nivel de complejidad del sistema.

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

ARTÍCULO 83.- PRESIONES MÁXIMAS EN LA RED MENOR DE DISTRIBUCIÓN. 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.

PARAGRAFO: La presión máxima establecida en este artículo 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.

ARTÍCULO 84.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LA RED MATRIZ. 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 No. 17:

TABLA NÚMERO 17

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

ARTÍCULO 85.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. 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 uso del agua, tal como se muestra en la tabla No. 18

TABLA NÚMERO 18

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo
Bajo	50.0 mm (2.0 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

ARTÍCULO 86.- MACROMEDIDORES. 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 deben ser de tipo de presión diferencial, o ultrasonido, o electromagnético, o de hélice, o de turbina. 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:

5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

ARTÍCULO 87.- MICROMEDICIÓN. 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.

ARTÍCULO 88.- DISPOSICIÓN DE LOS HIDRANTES. 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. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices. La Entidad Prestadora de servicio de acueducto 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.- DIAMETROS MINIMOS DE LOS HIDRANTES. 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:

Para los niveles bajo y medio de complejidad, el diámetro mínimo de los hidrantes será de 75 mm (3 pulgadas).

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).

ARTÍCULO 90.- DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE Y LAS OTRAS REDES DE SERVICIOS. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de alcantarillado y las redes de teléfonos, energía y gas domiciliario dependen del nivel de complejidad del sistema tal como se especifica en las tablas a continuación. Allí la distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota batea de la tubería de acueducto y la cota clave de la tubería de alcantarillado o del ducto de cualquiera de los otros servicios, y la distancia horizontal se refiere a la distancia libre entre bordes de estas tuberías y ductos.

TABLA NÚMERO 19
Distancias mínimas al alcantarillado de aguas negras o combinadas.

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

TABLA NÚMERO 20
Al alcantarillado de aguas lluvias

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

TABLA NÚMERO 21
A los ductos de teléfonos o energía

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

TABLA NÚMERO 22
A las Redes domiciliarias de gas

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

PARAGRAFO 1: 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.

PARAGRAFO 2: 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.

ARTÍCULO 91.- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN. 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.

PARAGRAFO: 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.

ARTÍCULO 92.- PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN. 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 la tubería hasta la superficie del terreno. Los casos especiales deben consultarse con la Oficina de Planeación del Municipio o con la Entidad Prestadora del servicio de acueducto.

ARTICULO 93.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO. *El período de diseño será de 30 años para todo nivel de complejidad del sistema.*

PARAGRAFO.- 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.

ARTICULO 94.- NÚMERO MÍNIMO DE UNIDADES DE BOMBEO. 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.

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.

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.

Para todos los niveles de complejidad que requieran tres o más bombas, debe colocarse una unidad adicional como reserva por cada tres bombas empleadas.

ARTICULO 95.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO. 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.

PARAGRAFO: 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, llamadas también Booster, para elevar la presión de la red en un determinado sector de servicio, con bombas de velocidad variable.

ARTICULO 96.-PERÍODO DE DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN. *El período de diseño para cualquier nivel de complejidad del sistema será de 30 años.*

PARAGRAFO: Partiendo de un análisis de costo mínimo de expansión de capacidad, el diseño de los tanques de almacenamiento debe considerar un desarrollo de construcción por módulos

o etapas, hasta completar la capacidad diseñada al final del periodo de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto.

ARTICULO 97.-NÚMERO MÍNIMO DE TANQUES. El número mínimo de tanques debe ser establecido de acuerdo con las siguientes disposiciones:

3. Para los niveles bajo, medio y medio alto de complejidad, la red de distribución debe tener como mínimo un tanque de almacenamiento.
4. 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.

ARTICULO 98.- CAUDAL DE DISEÑO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO. 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.

ARTICULO 99.- VOLUMEN DEL TANQUE. 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.

ARTICULO 100.- DESINFECCIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ANTES DE SU PUESTA EN MARCHA

ARTICULO 101.- LIMPIEZA PERIÓDICA DE LOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

ARTÍCULO 102.- CATASTRO DE REDES.

.....

ARTÍCULO 211.- VIGENCIA Y DEROGATORIAS. La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de acuerdo con lo señalado con el artículo 119 de la Ley 489 de 1998 y deroga las disposiciones que le sean contrarias

Publíquese y Cúmplase.

Dada en Bogotá, D.C., a los

SANDRA SUAREZ PEREZ

Ministra de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

3.2 AJUSTES AL REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000

El documento a continuación analizado y para el cual se proponen los ajustes técnicos corresponde al Manual de Buenas Prácticas de Ingeniería, y no es de obligatorio cumplimiento, sin embargo es una herramienta básica de Consulta para los profesionales con interés en el tema

Los ajustes sugeridos igualmente se proponen en letra cursiva y se muestran seguidamente.

“REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000

SECCION II

TÍTULO B

SISTEMAS DE ACUEDUCTO



Libertad y Orden
República de Colombia

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico

CAPÍTULO B.0

B.10. REFERENCIACIÓN GENERAL

B.10.1 SISTEMA DE UNIDADES

año	año
cm ²	centímetro cuadrado
cm ³	centímetro cúbico
dia	día
g	gramo
h	hora
ha	hectárea
hab	habitante
kg	kilogramo
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
kN	kilonewton
kPa	kilopascal
kV	kilovoltio
kW	kilowattio
L	litro
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
mg	miligramo
min	minuto
mm	milímetro
MPa	megapascal
N	Newton
°	grados
Pa	Pascal
s	segundo
t	tonelada
W	Wattio

B.10.2 VARIABLES

%p	= porcentaje de pérdidas (entre 0 y 1)	-
α	= ángulo con respecto a la horizontal de las rejillas)	°
Ψ	= ángulo de reposo del material	°
θ	= ángulo del talud respecto a la horizontal	°
β	= coeficiente en función de la forma de las barras	-
ρ	= densidad del agua	kg/m ³

μ	= viscosidad absoluta del agua	Pa·s
$\sigma_{\text{admisible}}$	= esfuerzo de trabajo máximo admisible	Pa
τ_0	= esfuerzo cortante crítico	N/m ²
μ_p	= relación de Poisson de un material	-
σ_{rotura}	= esfuerzo de rotura	Pa
ρ_s	= densidad del sedimento	kg/m ³
a	= área del desagüe	m ²
a	= celeridad de la onda de presión	m/s
A	= área transversal del acuífero (B.5.1)	m ²
A	= área superficial del tanque (B.9.2)	m ²
A	= área transversal	m ²
A	= área de apoyo del anclaje (B.7.5)	m ²
A_e	= apertura efectiva por metro de rejilla	m ² /m
A_i	= área de influencia o área abastecida por el nodo i	ha
b	= distancia libre entre barras (rejillas)	m
c	= concentración de cloro	mg/L
C_{ij}	= concentración de cloro que entra del nodo i al nodo j	mg/L
c_j	= concentración en un caudal de salida	mg/L
c_k	= concentración en un caudal de entrada	mg/L
C_s	= concentración final de cloro en el agua que sale del nodo j	mg/L
c_w	= concentración de cloro en la pared de la tubería	
d	= diámetro de la partícula por remover (B.4.3)	m
d	= longitud saliente de la tubería en una junta (Tabla B.6.13)	m
D	= diámetro interno real de la tubería	m
D_{75}	= tamaño del 75% que pasa en la curva granulométrica	mm
d_{bruta}	= dotación bruta	L/(hab·día)
dc/dt	= tasa de cambio de la concentración de cloro en el tiempo de caudales	mg/L · s
d_{neta}	= dotación neta	L/(hab.día)
e	= espesor de la tubería	m
E	= módulo de elasticidad de un material (B.6.15)	Pa
E	= escape permitido (B.7.6)	L/h
E_p	= módulo de compresibilidad del líquido (B.6.15)	GPa
f	= coeficiente de fricción de Darcy	-
$f'c$	= Resistencia del concreto	MPa
$F.S$	= factor de seguridad	-
Fr	= número de Froude	-
g	= aceleración de la gravedad	9.81 m ² /s
\square	= peso específico del agua	kN/m ²
H	= altura dinámica total	m
H_m	= cabeza de pérdidas menores	m
\square	= eficiencia de la bomba y el motor	-
h	= nivel dinámico del pozo (aguas subterráneas)	m
h	= cabeza sobre el desagüe (B.9.2)	m
H	= nivel estático del pozo	m
H_{es}	= altura estática de succión	m
h_f	= pérdida de cabeza debida a la fricción	m
i	= gradiente hidráulico	-
K	= conductividad hidráulica	m/s
k_1	= coeficiente de consumo máximo diario	-
k_2	= coeficiente de consumo máximo horario	-
K_b	= constante de reacción de primer orden en el agua	-
K_f	= coeficiente de transferencia entre el agua y la pared de la tubería	-
K_m	= coeficiente de pérdida menor	-
k_s	= rugosidad absoluta de la tubería	m
L	= longitud total de la tubería	m
l_j	= distancia entre juntas	m
L_{rmin}	= longitud mínima de la rejilla	m
m	= espesor del acuífero confinado (B.5.3)	m
m	= coeficiente de contracción del desagüe (B.9.2)	0.50 a 0.60
N	= número de uniones en el sector probado, sin incluir uniones soldadas	-
n_j	= número de juntas	-
$NPSH$	= cabeza neta de succión positiva	m
p	= población (B.2.2)	hab
p	= presión de ensayo hidráulico (B.7.6)	Pa
p	= presión medida en el sector durante una prueba	Pa
P	= potencia requerida por la bomba	W
P_{atm}	= presión atmosférica	Pa

P_v	= presión de vapor del agua	Pa
Q	= caudal de operación	m^3/s
Q_{95}	= caudal correspondiente al 95% de excedencia en la curva de duración	
Q_d	= caudal de diseño	m^3/s
q_e	= caudales de entrada	m^3/s
Q_e	= caudal específico por unidad de superficie	L/s/ha
Q_i	= caudal de consumo en el nodo i	L/s
Q_{ij}	= caudal que fluye del nodo i al nodo j	m^3/s
Q_{in}	= caudal de incendio	m^3/s
Q_{MD}	= caudal máximo diario	L/s
Q_{md}	= caudal medio diario	L/s
Q_{MH}	= caudal máximo horario	L/s
q_s	= caudales de salida	m^3/s
R	= radio del cono de influencia de un pozo (aguas subterráneas)	m
R	= radio real interno de la tubería	m
R	= radio hidráulico (canales abiertos)	m
r	= radio relativo a un pozo	m
ρ	= densidad del agua	kg/m^3
Re	= número de Reynolds	-
r_h	= radio hidráulico	m
S	= espesor de las barras (rejillas)	m
S_f	= pendiente de la línea de energía total	-
S_o	= pendiente del fondo del canal	-
t	= tiempo	s
T	= tiempo de vaciado en segundos (B.9.2)	s
τ	= período del golpe de ariete	s
v	= velocidad de asentamiento	m/s
V	= velocidad media del flujo	m/s
V	= volumen del tanque (tanques)	m^3
V_e	= velocidad de entrada a la rejilla	m^3/s
x	= abscisa o distancia horizontal	m
y	= profundidad del flujo	m

B.10.3 ABREVIATURAS

AWWA	American Water Works Association
ASTM	American Society of Testing Materials
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DSPD	Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios del Ministerio de Desarrollo Económico
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
ISO	International for Standardization Organization
NSR-98	Norma Sismorresistente de 1998
NTC	Norma Técnica Colombiana
NTCOO	Norma Técnica Colombiana Oficial Obligatoria
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

CAPÍTULO B.1

B.11. ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO

B.11.1 ALCANCE

El propósito del siguiente título es fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir 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 que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un **nivel de complejidad** determinado.

El presente título incluye el cálculo de la población, la dotación y demanda, las fuentes de abastecimiento, las captaciones de agua superficial y profunda, las aducciones y conducciones, las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación que forman parte de los sistemas de acueducto, cuyas prescripciones particulares deben seguirse según la tabla B.1.1. No incluye las plantas de tratamiento de agua potable, ni los procesos de potabilización, aspectos que son tratados en el Título C.

TABLA B.1.1
Contenido del presente Título

Componente	Capítulo
Aspectos generales	B.1
Población, dotación y demanda	B.2
Fuentes de abastecimiento	B.3
Captaciones de agua superficial	B.4
Captaciones de agua subterránea	B.5
Aducciones y conducciones	B.6
Redes de distribución	B.7
Estaciones de bombeo	B.8
Tanques de compensación	B.9

B.11.2 DEFINICIONES

Para interpretar y aplicar el presente Título deben tenerse en cuenta las siguientes definiciones:

Abatimiento Diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico o de bombeo en el pozo de explotación de un acuífero.

Accesorios Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

Acometida Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de rueda en el punto de empate con la instalación interna del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Aclaración: el registro de rueda es una válvula de operación manual de Compuerta o de Bola va instalado adelante del medidor y puede ser operado por el usuario. Es diferente al registro de corte del servicio de acueducto que va antes del medidor, dentro de la cajilla de este y

solamente lo opera la E.S.P. para casos como suspensión del servicio de acueducto. (Decreto 302 Febrero 2000, reglamentario de la Ley 142)

Acueducto Véase sistema de abastecimiento de agua.

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.

Acuífero semiconfinado Acuífero comprendido entre dos capas de baja permeabilidad.

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.

Aducción Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

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 físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.*

Almacenamiento Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

Altura dinámica total Energía suministrada por una bomba a un flujo en tuberías, expresada en términos de cabeza, obtenida como la suma de la altura estática en la succión, de las pérdidas de energía por fricción y pérdidas menores en la succión y en la impulsión, y de la presión requerida al final de la línea de impulsión.

Anclaje Apoyo que soporta los empujes ocasionados por el cambio de dirección en una tubería sometida a presión interna.

Boca de acceso Abertura que se localiza sobre una tubería con el objeto de permitir el acceso a su interior.

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.

Cabeza dinámica total Véase Altura dinámica total.

Cabeza de presión. Presión manométrica en un punto, expresada en metros de columna de agua, obtenida como la razón entre la magnitud de la presión y el peso específico del agua.

Cámara de succión Depósito de almacenamiento de agua en el cual se encuentra la tubería de succión.

Canal Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

Capacidad de acuífero Volumen de agua que puede producir un acuífero.

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 máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Captación Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

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 específico de distribución Caudal de distribución medio que se presenta o se estima en un área específica y definido en términos de caudal por unidad de área o caudal por unidad de longitud de tubería de distribución instalada o proyectada en el área de diseño.

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 diario Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Cloro residual Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado

Coefficiente de almacenamiento Medida del volumen de agua drenado por unidad de área cuando la presión estática desciende un metro en un acuífero.

Coefficiente de consumo máximo diario Relación entre el consumo máximo diario y el consumo medio diario.

Coefficiente de consumo máximo horario con relación al máximo diario Relación entre el consumo máximo horario y el consumo máximo diario.

Coefficiente de consumo máximo horario Relación entre el consumo máximo horario y el consumo medio diario.

Coefficiente de pérdida menor Medida de las pérdidas de energía que se producen por el paso del flujo en un accesorio o estructura, y que es factor de la cabeza de velocidad.

Coefficiente de rugosidad Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

Conducción Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Conductividad hidráulica Caudal que pasa por un área unitaria bajo un gradiente unitario y que mide la capacidad de un acuífero para transportar agua.

Conducto Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

Cuenca hidrográfica Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

Curvas características Curvas que definen el comportamiento de una bomba mostrando el rango de caudales de operación contra la altura dinámica total, la potencia consumida, la eficiencia y la cabeza neta de succión positiva.

Desarenador *Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación .*

Desinfección Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

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.

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.

Dragado Proceso realizado en un río, canal o embalse que tiene por objeto la remoción de sedimentos del fondo.

Drenaje Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

Elasticidad económica Relación entre la variación en el consumo y la variación en el precio de un bien, obtenida como la razón entre el incremento proporcional en el consumo sobre el incremento proporcional en el precio.

Empaque de grava (aguas subterráneas) Manto de grava de un pozo de extracción colocado entre las paredes del pozo y la tubería de revestimiento que contiene los filtros para evitar la entrada del material fino proveniente de un acuífero.

Estación de bombeo Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

Filtro (aguas subterráneas) Dispositivo utilizado para evitar la entrada de material fino de un acuífero a la tubería de extracción de un pozo de agua subterránea.

Flujo a presión Aquel transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

Flujo libre Aquel transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

Fuente de abastecimiento de agua Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

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.

Golpe de ariete Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

Hidrante Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

Línea de energía Línea o elevación obtenida como la suma de la cabeza de presión, la cabeza de velocidad y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

Línea piezométrica Línea o elevación obtenida de la suma de la cabeza de presión y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

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.

Medición Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

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.

Nivel dinámico (Aguas subterráneas) Nivel freático en el pozo de un acuífero, cuando a través de éste se extrae el agua.

Nivel estático (Aguas subterráneas) Nivel freático en un acuífero cuando no hay extracción de agua.

Nivel freático Nivel del agua subterránea en un acuífero.

NPSH (Del inglés *Net Positive Suction Head*). Presión necesaria para mover un fluido desde la cámara de succión hasta el impulsor de la bomba.

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.

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.

Planta de potabilización Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

Población de diseño Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.

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.

Porosidad Relación entre el volumen de vacíos y el volumen total de una muestra de suelo.

Pozo piezométrico (aguas subterráneas) Pozo a través del cual es posible conocer el nivel freático en un acuífero.

Presión dinámica Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

Presión estática Presión en un conducto cuando no hay flujo a través de él.

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.

Prueba de bombeo (aguas subterráneas) Procedimiento de campo por medio del cual se busca encontrar las características hidrogeológicas de producción de un pozo perforado para la explotación de un acuífero.

Prueba escalonada Prueba de bombeo realizada con diferentes caudales en un período de tiempo determinado.

Rápida. Caída inclinada de agua con una pendiente alta.

Rebosadero Estructura hidráulica destinada a evitar que el nivel del agua sobrepase una cota determinada; permite la evacuación del agua de exceso en un embalse, tanque o cualquier estructura que almacene agua hacia un lugar conveniente.

Recarga artificial (aguas subterráneas) Método para alimentar artificialmente un acuífero por medio de infiltraciones.

Red de distribución 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 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 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 secundaria 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.

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.

Registro de rueda o de bola. Es un dispositivo de suspensión del servicio para efectuar las reparaciones y el mantenimiento interno en la vivienda. Está situado después del medidor, generalmente en el empate con la instalación interna. Puede operarlo el usuario.

Rejilla Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

Salidas para medición Salida practicada en una conducción, obturable con registro y válvula de incorporación, con el objeto de permitir la instalación de un aparato de medición o muestreo como pitómetro, medidores de la velocidad de flujo, etc.

Sedimentación Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

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.

Tiempo de recuperación (aguas subterráneas) Tiempo que tarda un acuífero en volver a tener el nivel freático anterior a una extracción de agua.

Tipo de usuario Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

Transmisividad hidráulica Producto de la conductividad hidráulica por el espesor total de un acuífero. Representa el caudal que pasa a través de todo el espesor de un acuífero, en un ancho unitario, bajo un gradiente unitario.

Tubería de impulsión Tubería de salida de un equipo de bombeo.

Tubería de succión Tubería de entrada a un equipo de bombeo.

Tubería Ducto de sección circular para el transporte de agua.

Usuario Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, 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)

Válvulas de sectorización Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.

Vida útil Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

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.

B.1.3.5 PASO 5 - Aspectos ambientales

Debe describirse 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 propios del proyecto.

B.2.3.1 Uso residencial

El diseñador debe analizar detenidamente la dotación de uso residencial teniendo en cuenta las siguientes disposiciones:

1. El diseñador debe justificar la proyección de la dotación para las etapas de construcción de las obras del sistema de acueducto y para el período de diseño de sus componentes.

CAPÍTULO B.2

B.12. POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA

B.12.1 ALCANCE

En este capítulo se establece el procedimiento que debe seguirse para la evaluación de la población, la dotación bruta y la demanda de agua de un sistema de acueducto con el fin de determinar la capacidad real que un componente en particular o que todo el sistema debe tener a lo largo de un período de diseño determinado.

Las prescripciones establecidas en el presente capítulo deben aplicarse a los cuatro **niveles de complejidad del sistema** a menos que se especifique lo contrario.

B.12.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

B.12.2.1 Población obtenida en función de clientes o suscriptores del servicio (nuevo)

Para los niveles medio, medio alto y alto de complejidad la proyección de población se hará con base en los datos históricos de clientes o suscriptores que posea la empresa prestadora del servicio y del número de habitantes/cliente o habitantes suscriptor, para el periodo de diseño establecido.

Para nivel bajo de complejidad, si no existe la información de clientes o suscriptores o el sistema es nuevo puede emplearse los métodos de cálculo de población normalmente permitidos, en armonía con las tasas de población local o regional normalmente aceptadas por las entidades demográficas especializadas en el tema.

B.12.2.2 Censos de Vivienda eliminar

B.12.2.3 Densidades actuales y futuras eliminar

B.12.2.4 Métodos de cálculo

Ítem a eliminar

B.12.2.5 Ajuste por población flotante y población migratoria eliminar

B.12.2.6 Etnias minoritarias

B.12.3 USOS DEL AGUA

B.12.3.1 Uso residencial

B.12.3.2 Uso comercial

B.12.3.3 Uso industrial

B.12.3.4 Uso rural

B.12.3.5 Uso para fines públicos

B.12.3.6 Uso escolar

B.12.3.7 Uso institucional

B.12.4 DOTACIÓN NETA

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 se establecen de acuerdo con la tabla No. 9:

TABLA NÚMERO 9

<i>Nivel de complejidad del sistema</i>	<i>de de</i>	<i>Dotación neta (L/hab-día)</i>
<i>Bajo</i>		<i>90</i>
<i>Medio</i>		<i>100</i>
<i>Medio alto</i>		<i>110</i>
<i>Alto</i>		<i>120</i>

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.

B.12.4.1 Dotación neta mínima y máxima *eliminar*

B.12.4.2 Estimación de la dotación neta según registros históricos

Siempre que existan datos históricos confiables para el municipio, la dotación neta para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación de un sistema existente debe basarse en el análisis de los datos de medición. En este caso la metodología para estimar la dotación neta deberá cubrir los siguientes pasos en orden secuencial:

4. Investigar si para la facturación de consumos de agua en el sistema, se tiene instalados macro y micromedición; si estos se tienen, conseguir registros históricos de consumos para los diferentes usos del agua, durante por lo menos un año.
5. Verificar las condiciones operativas del sistema de suministro de agua durante el período de análisis de los consumos, para constatar que los usuarios medidos tuvieron un pleno abastecimiento.
6. Optar por instalar algunos micromedidores en acometidas de los usuarios representativos de los principales usos que tenga el agua, si en el municipio en cuestión no existe medición detallada de consumos de agua.

B.12.4.3 Estimación de la dotación neta por comparación con poblaciones similares

En el caso de que no existan datos en el municipio para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema de acueducto existente, los cálculos necesarios para estimar la dotación neta deben hacerse teniendo en cuenta los datos de poblaciones similares. El diseñador debe tener en cuenta los siguientes aspectos para la elección de las poblaciones similares: temperatura media, hidrología, tamaño de la población, nivel socioeconómico, tamaño del sector comercial y tamaño del sector industrial, entre otros.

Como última opción y cuando no es factible apelar a ninguno de los métodos anteriores se debe recurrir a asignar con criterio una dotación neta a cada uso del agua. Para el caso de la dotación neta residencial esta asignación debe hacerse dentro de los valores descritos en el numeral B.2.4.1

B.12.4.4 Correcciones a la dotación neta

La dotación neta obtenida puede ajustarse teniendo en el efecto del clima en el consumo.

B.12.4.4.1 Efecto del tamaño de la población en la dotación neta

Eliminar el ítem

B.12.4.4.2 Efecto del clima en la dotación neta

Teniendo en cuenta el clima predominante en el municipio, el diseñador puede variar la dotación neta establecida anteriormente teniendo en cuenta la tabla B.2.3.

TABLA B.2.3

Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

<i>Nivel de complejidad del sistema</i>	<i>Clima cálido (Mas de 28°C)</i>	<i>Clima templado (Entre 20°C y 28°C)</i>	<i>Clima frío (Menos de 20°C)</i>
<i>Bajo</i>	<i>+ 10 %</i>	<i>+ 5%</i>	<i>No se admite Corrección por clima</i>
<i>Medio</i>	<i>+ 10 %</i>	<i>+ 5 %</i>	
<i>Medio alto</i>	<i>+ 10 %</i>	<i>+ 5 %</i>	
<i>Alto</i>	<i>+ 10 %</i>	<i>+ 5 %</i>	

B.2.4.4.3 Corrección por el sistema de Alcantarillado existente

Ítem a eliminar por estar incluido en las pérdidas

B.12.5 PÉRDIDAS

B.12.5.1 Perdidas en la aducción

Numeral a eliminar

B.12.5.2 Necesidades de la planta de tratamiento

Debe considerarse entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento.

B.12.5.3 Pérdidas en la conducción

Numeral a eliminar

B.12.5.4 Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s), incluidos los consumos operaciones en la red.

Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del **nivel de complejidad del sistema**, como se establece en la tabla B.2.4. En este caso, debe ejecutarse un programa de medición con el objeto de establecer el porcentaje de pérdidas del sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s).

TABLA B.2.4
Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

<i>Nivel de complejidad del sistema</i>	<i>Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta</i>
<i>Bajo</i>	<i>25 %</i>
<i>Medio</i>	<i>25 %</i>
<i>Medio alto</i>	<i>25 %</i>
<i>Alto</i>	<i>20 %</i>

B.12.5.5 Pérdidas comerciales

Las pérdidas comerciales se obtienen de la diferencia entre el volumen de agua entregado a la salida de las plantas de tratamiento y el volumen facturado por la empresa de acueducto.

B.12.6 DOTACIÓN BRUTA

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p} \quad (\text{B.2.1})$$

El porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la tabla B.2.4.

Para efectos del cálculo de la dotación bruta puede adoptarse un porcentaje de pérdidas más alto al establecido, siempre y cuando se justifique económicamente que no resulta factible reducir las pérdidas al valor admisible. En este caso, el sistema de acueducto debe complementarse con un programa de reducción de pérdidas que tenga como meta el valor que resulte menor entre el establecido en la tabla B.2.4 y el que determine la CRA.

B.12.7 DEMANDA

B.12.7.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario, Q_{md} , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400} \quad (\text{B.2.2})$$

B.12.7.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 . (Véase B.2.7.4)

El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Q_{md} \cdot k_1 \quad (\text{B.2.3})$$

B.12.7.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , (véase B.2.7.5) según la siguiente ecuación

$$QMH = QMD \cdot k_2 \quad (\text{B.2.4})$$

B.12.7.4 Coeficiente de consumo máximo diario - k_1

El coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

*En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , depende del **nivel de complejidad del sistema** como se establece en la tabla B.2.5.*

TABLA B.2.5

Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
<i>Bajo</i>	1.20
<i>Medio</i>	1.20
<i>Medio alto</i>	1.20
<i>Alto</i>	1.20

B.12.7.5 Coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario - k_2

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, k_2 , puede calcularse, para el caso de ampliaciones de sistema de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

*En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, k_2 , es función del **nivel de complejidad del sistema** y el tipo de red de distribución, según se establece en la tabla B.2.6.*

TABLA B.2.6

Coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución.

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
<i>Bajo</i>	1.50	-	-
<i>Medio</i>	1.50	1.50	-
<i>Medio alto</i>	1.50	1.50	1.50
<i>Alto</i>	1.50	1.50	1.50

B.12.7.6 Gran consumidor

Para propósitos de esta normatividad se considera que un suscriptor individual es un gran consumidor cuando su demanda media sea mayor que o igual a 3 L/s (260 m³/día).

La identificación de los grandes consumidores debe llevarse a cabo considerando el catastro de suscriptores de la empresa prestadora del servicio municipio, complementado por el desarrollo de encuestas dirigidas a los grandes consumidores identificados, estén atendidos o por atender.

B.12.7.7 Curva de variación horaria de la demanda

Debe establecerse la curva de demanda que defina la variación del consumo a lo largo del día, con el fin de establecer la necesidad y la magnitud de un posible almacenamiento.

Para el **nivel bajo de complejidad** los datos para elaborar las curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida pueden pertenecer a la localidad en estudio o a una localidad que presenta características semejantes, en términos de nivel socioeconómico, de costumbres y de clima.

Para los **niveles medio, medio alto y alto de complejidad** debe contarse con curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida.

B.12.8 CAUDAL DE INCENDIOS

B.12.8.1 Demanda mínima contra incendios para los niveles bajo y medio de complejidad

Para poblaciones correspondientes a los **niveles bajo y medio de complejidad**, el diseñador debe justificar si la protección contra incendio se considera necesaria.

Sin embargo, 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 descargarán un caudal mínimo de 5 L/s.
2. Se recomienda una distancia mínima de 300 metros entre los hidrantes. La disposición final de los hidrantes debe ser recomendada por el diseñador de acuerdo con las exigencias de la zonificación urbana.

B.12.8.2 Demandas mínimas contra incendios para los niveles medio alto y alto de complejidad

La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Para zonas residenciales densamente pobladas, edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con una población entre 12.500 y 20.000 habitantes, un incendio se considerará servido por un hidrante y las zonas residenciales unifamiliares serán servidas por un hidrante en uso simultáneo con una descarga mínima de 5 L/s.
2. Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con poblaciones entre 20.000 y 60.000 habitantes, un incendio debe ser servido por tres hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por un hidrante en uso simultáneo con una descarga mínima de 5 L/s.
3. Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con poblaciones entre 60.000 y 100.000 habitantes, un incendio debe ser servido por tres hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por dos hidrantes en uso simultáneo con capacidad de descarga mínima de 5 L/s cada uno.
5. Para zonas residenciales densamente pobladas o multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con más de 100.000 habitantes, un incendio debe ser servido por cuatro hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas con dos hidrantes en uso simultáneo con capacidad mínima de 10 L/s cada uno.

B.13. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

B.13.1 ALCANCE

B.13.2 CONSIDERACIONES GENERALES

B.13.3 FUENTES SUPERFICIALES

B.13.3.1 Estudios previos

B.13.3.1.1 Concepción del proyecto

El diseñador debe presentar todas las alternativas técnico-económicas factibles, de tal manera que pueda aplicarse el criterio de costo mínimo. Para la selección de la fuente superficial debe tenerse en cuenta la calidad del agua en la fuente, tanto química como bacteriológica, y la facilidad de construcción, de manera que se tenga una obra de costo mínimo.

B.13.3.1.2 Estudio de la demanda

Para determinar la confiabilidad de una fuente superficial, el diseñador debe realizar los estudios de demanda a que se hace referencia en el capítulo B.2 POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA de este título.

Las fuentes deben suministrar el consumo de la población estimada según el caudal máximo diario.

B.3.3.2.5 Cantidad y caudal mínimo

En todos los casos, el caudal correspondiente al 95% de tiempo de excedencia en la curva de duración de caudales diarios, Q_{95} , debe ser superior a dos veces el caudal medio diario

Si el caudal Q_{95} en la fuente es insuficiente para cumplir el requerimiento anterior, pero el caudal promedio durante un período que abarque el intervalo más seco del que se tenga registro es suficiente para cubrir la demanda, ésta puede satisfacerse mediante la construcción de uno o más embalses o tanques de reserva.

B.3.3.2.6 Caudal mínimo aguas abajo

En todos los casos, la fuente debe tener un caudal de usos y ecológico 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 captación 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.

B.3.3.3.3 Manejo integral y protección de las cuencas

El diseñador debe observar todas las leyes, decretos, reglamentos y/o normas existentes con el objeto de garantizar el manejo integral y la protección de las cuencas en las cuales se localice la fuente de agua.

B.13.4 FUENTES SUBTERRÁNEAS

CAPÍTULO B.4

B.14. CAPTACIONES DE AGUA SUPERFICIAL

B.14.1 ALCANCE

B.14.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.14.2.1 Concepción del proyecto

B.4.2.1.2 Marco institucional

Deben tenerse en cuenta todas las leyes, decretos, reglamentos y/o normas existentes en el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Ministerio de la Protección Social, los departamentos, los municipios, las corporaciones autónomas regionales y las empresas de servicios públicos, relacionados con el consumo de agua potable.

En particular debe considerarse la ley 09 de 1979, o la que la reemplace, en su artículo 59 el cual establece lo siguiente: "No se permitirán concentraciones humanas ocasionales cerca de las fuentes de agua para el consumo humano, cuando causen o puedan causar contaminación".

Además debe tenerse en cuenta el artículo 57 de la misma ley que establece: "Las entidades encargadas de la entrega de agua potable al usuario velarán por la conservación y el control en la utilización de la fuente de abastecimiento para evitar el crecimiento inadecuado de organismos, la presencia de animales y la posible contaminación por otras causas".

B.14.3 CONDICIONES GENERALES

B.14.3.1 Tipos de captaciones

B.4.3.1.7 Presa de derivación

Este tipo de captación es aconsejable, por razones económicas, en cursos de agua preferentemente angostos y cuando se presentan prolongadas épocas de niveles bajos; la presa tiene como objetivo elevar el nivel del agua de modo que éste garantice una altura adecuada y constante sobre la boca de captación. De acuerdo con las necesidades de abastecimiento y con el régimen de alimentación, se pueden proyectar torres de toma como sistemas de captación en lagos, lagunas y embalses, las cuales tendrán entradas situadas a diferentes niveles, con el fin de poder seleccionar la profundidad a la que se capte el agua.

El diseñador proyectará la estructura teniendo en cuenta el camino para peces

B.14.3.2 Ubicación de la captación

B.14.3.3 Seguridad

B.14.3.4 Estabilidad

B.14.3.5 Análisis de costo mínimo

B.14.3.6 Facilidad de operación y mantenimiento

B.14.3.7 Lejanía de toda fuente de contaminación

B.14.3.8 Aprovechamiento de la infraestructura existente

B.14.3.9 Interferencia a la navegación

B.14.3.10 Desviación de cursos

B.14.3.11 Accesos

B.14.3.12 Cerramientos

B.14.3.13 Iluminación

B.14.3.14 Vulnerabilidad y confiabilidad

B.14.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.14.4.1 Período de diseño

El período de diseño debe fijar tanto las condiciones básicas del proyecto, como la capacidad de la obra para atender la demanda futura. El período de diseño también depende de la curva de demanda y de la programación de las inversiones, así como de la factibilidad de ampliación, de la tasa de crecimiento de la población y de la tasa de crecimiento del comercio y la industria.

Para el caso de las obras de captación, los periodos de diseño serán de 30 años para cualquier **nivel de complejidad** del sistema

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 tal como se recomienda en el literal B.4.3.5.

B.14.4.2 Capacidad de diseño

Para todos los niveles de complejidad, la capacidad de las estructuras de toma debe ser hasta de dos veces el caudal máximo diario.

B.14.4.3 Canales de aducción

Desde la captación hasta la estación de bombeo o el desarenador, según sea el caso, deben determinarse las áreas mojadas de canales necesarias en cada condición, teniendo en cuenta los distintos parámetros hidráulicos que intervienen. La memoria de cálculo hidráulico debe incluir los criterios utilizados, las fórmulas, las tablas, así como también el trazado de la línea piezométrica de todo el sistema hidráulico.

Debe tratar de evitarse todo flujo en canales cercano al estado de flujo crítico. Las velocidades del flujo deben ser tales que no se produzcan sedimentaciones ni erosiones en los canales que forman parte de la estructura de captación.

B.14.4.3.1 Método de cálculo

Para los cálculos hidráulicos y los diseños de canales puede utilizarse la ecuación de Manning, la ecuación de Kutter modificada o la de Bazin. También puede utilizarse la ecuación de Chèzy.

B.14.4.3.2 Velocidades máximas en los canales de aducción

En la tabla B.4.3 se muestran las velocidades máximas correspondientes a los diferentes tipos de terreno, las cuales deben ser respetadas por los diseñadores.

TABLA B.4.3
Velocidades máximas

Naturaleza de las paredes	Velocidad máxima (m/s)
Roca compacta (granito)	3.00
Roca estratificada (calcáreos)	2.00
Mampostería en mortero – Hormigón	2.50
Mampostería en seco – Concreto	1.50
asfáltico	0.75
Tierra vegetal compacta	0.50
Terreno de naturaleza arenosa	0.40
Terreno de arena fina (médano)	

B.14.4.3.3 Velocidades mínimas en canales de aducción

B.14.4.3.4 Forma de la sección transversal

B.14.4.3.5 Pendientes laterales

B.14.4.4 Filtros de toma

B.14.4.5 Rejillas

B.14.4.6 Desarenadores

Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Contendrá un canal o paso directo para operación mientras se efectúa mantenimiento.

B.14.4.6.1 Ubicación

Para la selección del sitio donde se ubicará el desarenador deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. El área de la localización debe ser suficientemente grande para permitir la ampliación de las unidades durante el período de diseño del sistema, siguiendo lo recomendado por el estudio de costo mínimo.
2. El sitio escogido debe proporcionar suficiente seguridad a la estructura y no debe presentar riesgo de inundaciones en los periodos de invierno.
3. La ubicación del desarenador debe garantizar que el sistema de limpieza pueda hacerse por gravedad y que la longitud de desagüe de la tubería no sea excesiva.
4. Los desarenadores deben ubicarse lo más cerca posible del sitio de la captación.
5. El fondo de la estructura debe estar preferiblemente por encima del nivel freático. En caso contrario deben tomarse las medidas estructurales correspondientes considerando flotación y subpresión.

B.14.4.6.2 Capacidad hidráulica

La estructura de desarenación debe tener una capacidad hidráulica igual al caudal máximo diario (QMD) del sistema.

B.14.4.6.3 Criterio de diseño

El consultor verificará según el Número de Reynolds obtenido si es aplicable la fórmula de Stokes, en cuyo caso seguirá el siguiente procedimiento

B.14.4.6.4 Velocidad de sedimentación

La velocidad de asentamiento vertical debe calcularse en función de la temperatura del agua y el peso específico de la partícula. El peso específico de las partículas de arena que serán removidas por el desarenador se puede suponer igual a 2.65 gr /cm³.

La velocidad de asentamiento vertical puede ser estimada utilizando la siguiente ecuación

$$v = \frac{(\rho_s - \rho) \cdot d^2 \cdot g}{18 \cdot \mu} \quad \text{(B.4.3)}$$

De todas maneras la relación entre la velocidad horizontal y la velocidad de asentamiento vertical debe ser inferior a 20.

B.14.4.6.5 Dimensionamiento

La profundidad efectiva para el almacenamiento de arena en el desarenador debe estar comprendida entre 0.75 m y 1.50 m. La altura máxima, para efectos del almacenamiento de la arena, puede ser hasta el 100 % de la profundidad efectiva

El diseñador debe determinar y justificar la ubicación y las características de los desagües, teniendo en cuenta la profundidad efectiva del desarenador.

B.14.4.6.6 Velocidad Horizontal

La velocidad horizontal máxima en este será 0.25 m/s. Deben removerse las partículas con diámetros superiores o iguales a 0.2 milímetros y la eficiencia del desarenador no puede ser menos del 75%.

B.14.4.6.7 Accesorios y dispositivos

Para el diseño de desarenadores deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Deben proyectarse los dispositivos de entrada y salida de modo que aseguren una buena distribución del flujo y se reduzca a un mínimo la posibilidad de corto circuito dentro del desarenador.
2. La tubería o canal de llegada debe colocarse en el eje longitudinal del desarenador. Igual sucede en el caso de un canal situado aguas arriba del desarenador.
3. En la entrada debe instalarse un dispositivo para distribuir uniformemente el flujo a lo ancho de la sección transversal del desarenador.
4. El dispositivo de salida debe tener un canal recolector provisto de un vertedero que asegure una distribución uniforme del flujo en toda la sección transversal del desarenador.
5. La altura del canal recolector sobre la entrada de la tubería de conducción debe ser suficiente para garantizar la cabeza de velocidad necesaria para el caudal de diseño.
6. El dispositivo de rebose debe tener un vertedero lateral ubicado cerca de la entrada del desarenador.
7. El dispositivo de limpieza debe ubicarse en el área de almacenamiento y constará de una caja o canal de recolección de arenas con una pendiente mínima del 5 % y una válvula.
8. La pendiente de la placa de fondo estará comprendida entre el 5 y el 8% con el fin de obtener una limpieza eficiente y permitir que los obreros caminen sin resbalar.
9. Las tuberías o canales de rebose y/o limpieza se unirán a una tubería o canal de descarga, los cuales deben tener un diámetro o ancho no menor de 0.25 metros y/o una pendiente no menor del 2%.
10. Debe ubicarse una caja de inspección en la tubería de limpieza adyacente o lo más cerca posible de la descarga de arenas.

B.14.4.6.8 Desarenadores con niveles variables

Si el proyecto incluye un desarenador con niveles variables, que dependen de los niveles de estiaje y de creciente en las fuentes, deben considerarse las condiciones de operación para los niveles máximo y mínimo.

B.14.4.6.9 Desarenadores con remoción manual

En el caso de que se tengan desarenadores con procesos manuales para la remoción de arena, el depósito de arena debe ser capaz de acumular un mínimo equivalente al 10% del volumen total del desarenador. El desarenador debe tener un ancho mínimo que permita el acceso y el libre movimiento de los operadores y del equipo auxiliar de limpieza.

B.14.4.7 Aspectos particulares de las captaciones laterales

En caso de que el proyecto de abastecimiento de agua potable de un municipio tenga una captación lateral, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

La captación lateral estará constituida, entre otras, por las siguientes partes:

- 1. Un muro normal o inclinado con respecto a la dirección de la corriente para asegurar un nivel mínimo de las aguas.*
- 2. Un muro lateral para proteger y acondicionar la entrada de agua al conducto o canal que conforme la aducción y para colocar los dispositivos necesarios que controlen el flujo e impidan la entrada de materiales extraños.*

La bocatoma debe estar ubicada por debajo del nivel de aguas mínimas y por encima del probable nivel de sedimentación del fondo.

La obra debe tener un canal o conducto de entrada provisto de rejilla que impida el acceso de elementos flotantes y peces. En el caso de que aguas abajo exista un canal o un conducto, se conducirán las aguas captadas a un pozo receptor ubicado más adelante.

El agua del río circulará por gravedad hacia el pozo, desde donde será conducida, ya sea por bombeo o por gravedad, al desarenador y posteriormente a la planta de tratamiento.

B.14.4.8 Aspectos particulares de las captaciones sumergidas

B.14.4.9 Aspectos particulares de las captaciones flotantes y las captaciones móviles con elevación mecánica

B.14.4.10 Aspectos particulares de las captaciones de rejilla.

En caso de que la obra de captación involucre una toma de rejilla deben cumplirse los siguientes requisitos:

- 1. La toma de rejilla debe ser un pequeño muro transversal a la corriente, con una rejilla superior de captación que permita el ingreso de aguas y limite la entrada de los materiales sólidos, igualmente tendrá en cuenta el diseño del camino de peces.*
- 2. La bocatoma debe estar constituida por los siguientes elementos:*
 - a) Una rejilla de captación dispuesta transversalmente a la dirección de corriente.*
 - b) Un canal de captación.*
 - c) Una tubería o canal de conducción.*
 - d) Una compuerta que permita la regulación de caudales.*
 - e) Una cámara desarenadora*
 - f) Un camino para peces que permita su movilidad aguas arriba o aguas debajo de la presa*

-
3. En los casos en que la conformación de la sección transversal del río así lo requiera, se proyectará un muro de encauzamiento transversal que oriente las líneas de corriente hacia la rejilla en épocas de estiaje.
 4. El agua del río será captada a través de la rejilla y conducida por gravedad a lo largo del canal de captación, en cuyo tramo final debe colocarse una compuerta que permitirá la regulación de caudales hacia la tubería o el canal de conducción, y descargar luego las aguas en el desarenador. Desde allí continúa la aducción hasta la planta de tratamiento.
 5. Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente de dos a tres veces el caudal máximo diario.
 6. La velocidad a través de la rejilla será inferior a 0.15 m/s, para reducir a un mínimo el arrastre de materiales flotantes.
 7. La rejilla será de hierro fundido preferiblemente con perfiles o en su defecto con barras paralelas entre sí y colocadas en el sentido de la corriente.
 8. La separación libre entre perfiles o barras será de 20 mm a 50 mm.
 9. La rejilla estará formada por secciones removibles con el fin de facilitar su limpieza. No se aceptará la colocación de mallas por la dificultad para la limpieza.
 10. El canal de captación debe tener una pendiente alta, capaz de impedir la sedimentación de las arenas y el material de arrastre que ingrese a través de la rejilla. El dimensionamiento de dicho canal permitirá conducir la totalidad del agua captada en toda la longitud de la rejilla.
 11. El cálculo debe realizarse con base en los lineamientos clásicos para las conducciones a superficie libre.
 12. El ancho de la base del fondo del canal debe permitir las operaciones de limpieza mediante elementos manuales.
 13. Aguas arriba y aguas abajo del canal de captación debe construirse un enrocamiento en toda su longitud, con un ancho no menor de 3 metros y una profundidad media de 0.6 metros como protección contra la acción erosiva de la corriente.
 14. La tubería o el canal de conducción tendrá por finalidad servir de enlace entre el canal de captación y el desarenador. Ésta tubería puede ser proyectada enterrada o a cielo abierto, dependiendo de la topografía de la zona de captación.

B.14.4.11 Aspectos particulares de las captaciones con presas derivadoras

B.14.4.12 Aspectos particulares de las captaciones en toma directa.

B.14.4.13 Aspectos particulares de las captaciones con muelles de toma

B.14.4.14 Embalses

B.14.4.15 Presas

CAPÍTULO B.5

B.15. CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA

B.15.1 ALCANCE

B.15.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.15.3 CONDICIONES GENERALES

B.15.4 DISEÑO DE POZOS

B.15.4.1 Período de diseño

B.15.4.1.1 Pozos profundos

Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período de diseño será de 30 años para cualquier nivel de complejidad del sistema.

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.

B.15.4.1.2 Pozos excavados

Los pozos excavados tendrán un período de diseño de 30 años para todo nivel de complejidad del sistema.

B.15.4.2 Caudal de diseño

Las obras de captación de agua subterránea deben tener una capacidad igual al caudal máximo diario, QMD al final del periodo de diseño.

B.15.4.3 Número mínimo de pozos profundos

B.15.4.4 Pozos excavados

B.15.4.5 Captación de manantiales

B.15.5 POZOS PIEZOMÉTRICOS

B.15.6 RECARGA DE ACUIFEROS

B.16. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN

B.16.1 ALCANCE

B.16.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.16.2.1 Concepción del proyecto

B.16.2.2 Análisis de costo mínimo

B.16.2.3 Estudio de la demanda

El diseñador debe conocer el estudio de la demanda de agua para el municipio que va a abastecerse, o en su defecto debe realizar este estudio siguiendo lo establecido en el capítulo B.2 - POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA de este título.

B.16.2.4 Aspectos generales de la zona de la aducción o conducción

B.16.2.5 Estudios topográficos

B.16.2.6 Condiciones geológicas

B.16.2.7 Factibilidad de ampliación

B.16.2.8 Servicios de agua cruda

B.16.3 CONDICIONES GENERALES

B.16.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.16.4.1 Período de diseño

El período de diseño de las aducciones o conducciones será de 30 años para cualquier nivel de complejidad del sistema

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.

B.16.4.2 Caudal de diseño

Para calcular el caudal de diseño de las obras de aducción o conducción debe diseñarse con el caudal máximo diario, (QMD) al final del periodo de diseño.

B.16.4.3 Canales a flujo libre

B.16.4.4 Análisis de costo mínimo

B.16.4.5 Materiales de las tuberías de aducción y conducción

B.16.4.6 Especificaciones y control de calidad de las tuberías.

B.16.4.7 Accesorios y estructuras complementarias para conductos a presión

B.16.4.8 Estructuras complementarias para aducciones a presión

B.16.4.9 Golpe de ariete

B.16.4.10

B.16.4.10.1 Estaciones disipadoras de presión

Con el fin de reducir la presión hasta un valor menor y establecer un nuevo nivel estático deben emplearse estaciones reductoras de presión. Se recomienda también su empleo cuando la calidad de las tuberías, de las válvulas y de los accesorios de la aducción o conducción no permitan soportar altas presiones, así como para mantener las presiones máximas de servicio en una red de distribución dentro de los límites admisibles.

Las estaciones disipadoras de presión pueden estar basadas en el uso de válvulas reductoras de presión o en el uso de cámaras de quiebre de presión que alcancen igualar la presión de la aducción a la presión atmosférica correspondiente.

Estas válvulas permiten producir una pérdida de cabeza predeterminada, con el fin de controlar la presión manteniéndola constante independientemente del caudal que pasa a través de ellas.

Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

- 1. Se recomienda el uso de válvulas reductoras de presión instalándolas en grupos en una bifurcación de la línea, con el fin de permitir el funcionamiento de la instalación en caso de daño y/o mantenimiento de una de ellas, con las correspondientes válvulas de corte, filtros, manómetros, etc.*
- 5. Las estaciones reductoras de presión deben localizarse en cámaras que brinden un acceso adecuado para labores de montaje, operación y mantenimiento.*
- 6. Las cámaras de quiebre de presión se localizaran a una altura correspondiente al 90% de la altura de trabajo determinada para la tubería que se pretende proteger.*

B.16.5 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.16.6 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.16.7 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

B.17. REDES DE DISTRIBUCIÓN

B.17.1 ALCANCE

B.17.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.17.2.1 Concepción del proyecto

B.17.2.2 Rango de población

B.17.2.3 Análisis de costo mínimo

B.17.2.4 Optimización de la red de distribución

B.17.2.5 Estudios de demanda

El diseñador debe conocer el estudio de la demanda de agua para el municipio por abastecer, o en su defecto debe realizar este estudio, siguiendo lo establecido en el literal B.2, POBLACIÓN, DOTACIÓN y DEMANDA, de este título.

B.17.2.6 Distribución espacial de demanda

B.17.2.7 Aspectos generales de la zona por abastecer

B.17.2.8 Estudios topográficos

B.17.2.9 Condiciones geológicas

B.17.2.10 Factibilidad de ampliación

B.17.2.11 Recomendaciones sobre el trazado de la red de distribución

B.17.2.12 Areas por abastecer

B.17.2.13 Amenaza sísmica

B.17.3 CONDICIONES GENERALES

B.17.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

Dentro de la ejecución del diseño de un sistema de redes de distribución de agua potable es necesaria una etapa inicial de planeamiento que garantice que el esquema de obras propuesto atienda los requerimientos futuros de la demanda de agua en cuanto a cantidad y oportunidad.

En la etapa de planeamiento, se parte de un diagnóstico de la red de distribución existente y se identifican, plantean y analizan diferentes alternativas de optimización y ampliación del sistema de redes de tuberías, con el fin de atender los requerimientos futuros de la demanda, dentro de un determinado período de diseño.

B.17.4.1 Período de diseño

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.

B.17.4.1.1 *El período de diseño de las redes de distribución de agua potable será de 30 años para cualquier nivel de complejidad del sistema, trátase de red matriz o primaria, red de distribución secundaria o red local, o red menor de distribución o red terciaria*

B.17.4.2 Caudal de diseño

El caudal de diseño, de cualquier nivel de complejidad, será el caudal máximo horario (QMH).

B.17.4.3 Pérdidas en la red de distribución

B.17.4.4 Calidad de agua en la red

B.17.4.5 Presiones en la red de distribución

Además de lo establecido en el literal B.7.3.3, Delimitación de zonas de presión, para el diseño de la red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones:

B.17.4.5.1 Presiones mínimas en la red

*La presión mínima en la red será de diez metros para **todo nivel de complejidad** del sistema.*

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

B.17.4.5.2 Presiones máximas en la red menor de distribución:

B.17.4.6 Diámetros de las tuberías en la red de distribución

B.17.4.6.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz

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 mínimos para la red matriz se describen en la tabla B.7.5

TABLA B.7.5
Diámetros mínimos de la red matriz

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

B.17.4.6.2 Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución

El valor del diámetro mínimo de las redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y del uso del agua, tal como se muestra en la tabla B.7.6

TABLA B.7.6
Diámetros mínimos de la red menor de distribución

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

B.17.4.7 Materiales para las tuberías de la red de distribución

B.17.5 OTRAS CONSIDERACIONES

B.17.6 ACCESORIOS

B.17.7 REFERENCIACIÓN DE COMPONENTES

B.17.8 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.17.9 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.17.10 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPÍTULO B.8

B.18. ESTACIONES DE BOMBEO

B.18.1 ALCANCE

B.18.2 CONSIDERACIONES GENERALES

B.18.3 ESTUDIOS PREVIOS

B.18.3.1 Concepción del proyecto

B.18.3.2 Estudio de la demanda

B.18.3.3 Aspectos generales de la zona

B.18.3.4 Estudios topográficos

B.18.3.5 Condiciones geotécnicas

B.18.3.6 Análisis de costo mínimo

B.18.3.7 Disponibilidad de energía

B.18.3.8 Factibilidad de ampliación

B.18.3.9 Calidad del agua que va a ser bombeada

B.18.3.10 Vulnerabilidad y amenaza sísmica

B.18.4 CONDICIONES GENERALES

B.18.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.18.5.1 Período de diseño de las estaciones de bombeo

El período de diseño será de 30 años para cualquier nivel de complejidad del sistema.

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.

Sin embargo, el período de diseño puede ser mayor, según el período de diseño de los demás elementos del sistema al que pertenece el bombeo.

B.18.5.2 Caudal de diseño

B.18.5.3 Pozo de succión

B.18.5.4 Bombas

B.18.5.5 Sala de bombas

B.18.5.6 Tuberías de impulsión y succión

B.18.5.7 Golpe de ariete

B.18.6 VÁLVULAS Y ACCESORIOS

B.18.7 INSTALACIONES ELECTRICAS

B.18.8 SISTEMA DE FUERZA

B.18.9 SISTEMA DE ALUMBRADO

B.18.10 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL

B.18.11 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

B.18.12 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.18.13 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.18.14 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

B.19. TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN

B.19.1 ALCANCE

B.19.2 ESTUDIOS PREVIOS

B.19.2.1 Concepción del proyecto

B.19.2.2 Análisis de costo mínimo

B.19.2.3 Estudio de la demanda

B.19.2.4 Curvas de demanda horaria

Para el **nivel bajo de complejidad** los datos para elaborar las curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida pueden pertenecer a la localidad en estudio o a una localidad que presenta características semejantes, en términos de nivel socioeconómico, de costumbres y de clima.

Para los niveles **medio, medio alto y alto de complejidad** debe contarse con curvas de demanda horarias propias de la población.

B.19.2.5 Aspectos generales de la zona

B.19.2.6 Estudios topográficos

B.19.2.7 Condiciones geológicas

B.19.2.8 Factibilidad de ampliación

B.19.2.9 Trazado de la red y delimitación de zonas de presión

B.19.2.10 Vulnerabilidad y amenaza sísmica

B.19.3 CONDICIONES GENERALES

B.19.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

B.19.4.1 Período de diseño Tanques de almacenamiento

*El período de diseño para cualquier **nivel de complejidad** del sistema será de 30 años*

B.19.4.2 Número mínimo de tanques

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

1. Para el **nivel bajo de complejidad**, es suficiente que la red de distribución cuente con un solo tanque de compensación.
2. En los **niveles medio y medio alto de complejidad**, la red de distribución debe tener como mínimo un tanque de compensación.
3. 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.

B.19.4.3 Caudal de diseño

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.

B.19.4.4 Capacidad de regulación

El tanque debe tener capacidad de compensar las variaciones entre el caudal de entrada de las plantas de tratamiento y el caudal de consumo en cada instante.

Para definir el volumen del tanque deben tenerse en cuenta las siguientes disposiciones:

1. *Debe hacerse un análisis por métodos gráficos o analíticos, con base en curvas de demanda de cada población o zona abastecida y del régimen previsto de alimentación de los tanques.*
2. *En el nivel bajo, medio y medio alto de complejidad, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será establecido entre el 12 y el 25% del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas.*
3. Para el **nivel alto de complejidad** el volumen de regulación debe ser $\frac{1}{4}$ del volumen presentado en el día de máximo consumo.

B.19.4.5 Capacidad para demanda contra incendio

El volumen destinado a la protección contra incendios será determinado considerando una duración de incendio de 2 horas, calculando el caudal de incendio con la ecuación

$$Q_{in} = \frac{3.86}{60} \sqrt{\frac{P}{1000}} \cdot \left(1 - 0.01 \sqrt{\frac{P}{1000}} \right) \quad (\text{B.9.1})$$

En el **nivel bajo de complejidad** no debe tenerse en cuenta la capacidad para demanda contra incendio.

B.19.4.6 Volumen del tanque

Para el **nivel bajo de complejidad**, el volumen del tanque debe ser igual al volumen 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 contra incendio, establecidos en este reglamento..

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

En caso de que el volumen calculado del tanque implique costos elevados de bombeo, el volumen puede ser menor al calculado, siempre y cuando se justifique mediante un análisis técnico-económico aplicado al período de diseño y que considere ampliaciones futuras.

B.19.5 DISPOSITIVOS ANEXOS

B.19.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

B.19.7 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.19.8 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN

B.19.9 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO IV COMPARACIÓN CON OTRAS NORMAS

Como un complemento a los ajustes y observaciones planteados a la Resolución No. 1660 y al título B, Sistemas de Acueducto, del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, en el presente capítulo se comparan bajo grandes capítulos los ajustes propuestos en comparación con las normas existentes para el diseño de sistemas de acueducto en la República Bolivariana de Venezuela, La República de Cuba y con la República de Nicaragua

CUADRO No.2

COMPARACIÓN CON OTRAS NORMAS INTERNACIONALES

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
B.1.2.DEFINICIONES	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Agua Potable: Aparece el término Organoléptico. En el nuevo Decreto que reemplaza al Dec. 475/98 desaparece el término Organoléptico
B.1.2 DEFINICIONES	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Desarenador: Aclarar el término “mediante un proceso de sedimentación mecánica”. El término empleado es restrictivo puesto que existen otros tipos de sedimentación.
B.1.3 ASPECTOS AMBIENTALES	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Manifiesta el ítem que “Debe presentarse Estudio de Impacto Ambiental”, pero el Decreto 1220 de 2.005 relacionado con Licencias Ambientales no lo exige
B.2.3.1 USO RESIDENCIAL DEL AGUA	Determinan dotaciones entre 200 y 300 lts/persona/día, incluyen pérdidas	Dotaciones entre 145 y 225 lts/hab/día, incluyendo pérdidas del 15 al 20%	Dotaciones entre 75 y 189 lphd, pérdidas del 20%	“En general el consumo total de uso residencial aumenta con el tiempo”. Esta es una afirmación que para la realidad nacional debe reevaluarse por dos causas: por presión de la tarifa y por consumo real de la población colombiana. Bástese mencionar la dotación promedio de la ciudad de Bogotá, estimada en la actualidad en 120 lts/hab/día

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
ARTÍCULO 67.- DOTACIÓN NETA, B.2.4.1 DOTACIÓN NETA MÍNIMA Y MÁXIMA	Determinan caudales entre 200 y 300 lts/persona/día, incluyen pérdidas	Dotaciones entre 145 y 225 lts/hab/día, incluyendo pérdidas del 15 al 20%	Dotaciones entre 75 y 189 lphd, pérdidas del 20%	Por la misma situación anterior es un Parámetro a analizar, por mostrar una realidad menor.
B.2.4.4.2 EFECTO DEL CLIMA	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Valores a analizar igual que el ítem anterior por idéntica circunstancia
B.2.5.1 PERDIDAS EN LA ADUCCIÓN	No aplica	No Aplica	No Aplica	Es un Parámetro que debe desaparecer, tomando como referencia control y calidad en los sistemas de abastecimiento y a que en función de las pérdidas técnicas del sistema estas deben asumirse globalmente y no por componentes
B.2.5.3 PÉRDIDAS EN LA CONDUCCIÓN	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Parámetro igualmente a eliminar por idéntica razón anterior
B.2.5.4 PERDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO	10 a 15% del Consumo total	Estiman del 15 al 20% del caudal sistema	Estiman el 20% del caudal del Sistema	Se sugiere disminuir a un 25% las pérdidas para los niveles bajo, medio y medio alto, con lo cual se disminuye la dotación bruta.
B.2.7.4 COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO K1	1.2 a 1.6	1.5	1.3	Para todos los niveles de complejidad se sugiere un factor K1 de 1.2, pues el establecer un valor de 1.3 para niveles bajo y medio implica un 8.3 % de mayor caudal con respecto a los demás niveles.
B.3.3.1.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Se debe Analizar los requerimientos de Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a la normatividad ambiental existente.
B.3.3.1.2 ESTUDIO DE LA DEMANDA	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Deben eliminarse las pérdidas en la aducción, por las razones ya anotadas y las necesidades de agua en la planta de tratamiento por estar consideradas en la Dotación
B.3.3.2.5 CANTIDAD Y CAUDAL MÍNIMO	No Aplica	No aplica	No Aplica	Debe analizarse el término “o superior a dos veces el caudal máximo horario si la captación si la captación (sic) se realiza por bombeo”. Se presenta un error evidente respecto a la concepción de bombeos
B.3.3.2.6 CAUDAL MÍNIMO AGUAS ABAJO	Sin Información	Sin Información	No plantea caudal ecológico	El RAS debe incluir el caudal ecológico, dentro de este numeral

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
ABAJO				
B.3.3.3.3.3 MANEJO INTEGRAL Y PROYECCIÓN DE LAS CUENCAS	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Se afirma que “, debe observarse lo establecido por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, o la que la reemplace, que establece que: “El proyecto debe presentar un costo de recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica, considerando una tasa retributiva mínima del 1% de la inversión estimada en la obra física”. Debe agregarse que el Artículo a renglón seguido dice.” El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación en la cuenca que se determinen en la Licencia Ambiental del Proyecto. De acuerdo al Dec. 1220 de 2.005 los proyectos de acueducto no se licencian, por lo que el ítem en análisis debe replantearse..
B.4.2.1.2 MARCO INSTITUCIONAL	No Aplica		No Aplica	Adeuar los Ministerios y Entidades a la realidad actual, pues se mencionan Entidades que ya no existen o han cambiado su nombre
ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL	20 a 40 años		25 a 50 años	En razón a uniformizar periodos de diseño se plantea un único valor de 30 años
ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL	20 a 40 años	Sin Información	25 a 50 años	Igualmente se propone un valor de 30 años
ARTÍCULO 72.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS PROFUNDOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA	20 a 30 años	Sin Información	Sin Información	La tendencia es a mantener un periodo de diseño para todos los componentes del sistema, por lo cual se propone un tiempo de 30 años
ARTÍCULO 73.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS EXCAVADOS PARA	20 a 30 años	Sin Información	Sin Información	Igual planteamiento de 30 años sin tener en cuenta el nivel de complejidad del sistema

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TITULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA				
ARTÍCULO 74.- CAUDAL DE DISEÑO PARA CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA	QMD	QMD	QMD	Uniformizar criterios para que el caudal sea el Caudal Máximo diario.
B.4.3.1.7 PRESAS DE DERIVACIÓN	No considera camino de peces	No Considera el tema	No plantea el tema	Se sugiere agregar un párrafo relacionado con el paso de peces agua arriba y agua debajo de la estructura. Debe insertarse un párrafo que manifieste que El diseñador proyectará la estructura teniendo en cuenta el camino para peces.
B.4.4.1 PERIODO DE DISEÑO	20 a 40 años	Sin Información	25 a 50 años	Para el nivel bajo de complejidad se sugiere que el periodo de diseño sea de 30 años en razón a las dificultades económicas para la ejecución del proyecto, lo cual acorta la vida técnica del mismo
B.4.4.2 CAPACIDAD DE DISEÑO Y B.4.4.10, NUMERAL 5	QMD	QMD	QMD	<p>Existe una evidente contradicción al establecer la capacidad de diseño de las estructuras según nivel de complejidad, y determinar que las rejillas y el canal de recolección de las bocatomas se calcularán con un caudal equivalente de dos a tres veces el caudal máximo diario.</p> <p>Se propone que el Numeral B.4.4.2 diga: Para todos los niveles de complejidad , la capacidad de las estructuras deben ser hasta de dos veces el caudal máximo diario, mientras que para el numeral 4.4.10-5 `puede dejarse: Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente a la capacidad de diseño de la estructura.</p>
B.4.4.6 DESARENADORES	Propone un desarenador	Un Desarenador	Un desarenador	<p>Dice “Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Preferiblemente debe existir un desarenador con dos módulos que operen de forma independiente, cada uno de ellos dimensionado para el caudal medio diario (Qmd) ante la posibilidad de que uno de los dos quede fuera de servicio.</p> <p>En el caso de los niveles bajo y medio de</p>

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
				<p>complejidad, puede prescindirse del desarenador cuando se compruebe que el transporte de sólidos sedimentables no es perjudicial para el sistema de abastecimiento de agua.” . Se sugiere lo siguiente: Siempre que sea necesario debe instalarse un desarenador en el primer tramo de la aducción, lo mas cerca posible a la captación del agua. Contendrá un canal o paso directo para operación, mientras se efectúa mantenimiento. Por razones económicas no se justifica, ni normalmente se realiza el diseño de dos estructuras en paralelo</p> <p>El segundo párrafo debe desaparecer, pues normalmente los sistemas proyectan su sedimentador, excepto que tomen aguas de embalses o lagos.</p>
B.4.4.6.2 CAPACIDAD HIDRÁULICA	No Aplica	No Aplica	No Aplica	El termino:” más las pérdidas que ocurran en el sistema y las necesidades de la planta de tratamiento” debe desaparecer puesto que las perdidas deben concentrarse en un solo ítem para evitar las distorsiones que se presentan en el actual Reglamento.
B.19.10 .9.10 Y B.4.4.6.3 VELOCIDAD DE SEDIMENTA CIÓN	Considera NR	Sin Información	No detalla el diseño	Parámetro que debe analizarse en función del Numero de Reynolds, pues la fórmula de Stokes no es aplicable en todos los casos.
B.4.4.6.4 DIMENSIONAMI ENTO	Caudal, partículas, Temperatura y dispositivos de control	Caudal, partículas, Temperatura y dispositivos de control	Sin Información	Se encuentra una inconsistencia entre la relación longitud, profundidad efectiva, al estimarse que esta última debe estar entre 0,75 y 1.50 m, lo cual implicaría que la mínima longitud de una estructura sería de 7.5 m., situación que en la realidad no sucede
B.4.4.6.5 INFLUENCIA EN PROCESOS	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Se sugiere diseñar el desarenador para aguas sometidas a tratamiento posterior únicamente, pues aguas sin tratamiento posterior sería la excepción y el desarenador optimizaría aún más el sistema de

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
				abastecimiento.
B.4.4.7 ASPECTOS PARTICULARES DE LAS CAPTACIONES LATERALES	Propone una rejilla	Plantea una Rejilla	Propone una rejilla	Se afirma:” La bocatoma debe estar provista de dos rejillas”. En la realidad no se cumple este planteamiento, puesto que normalmente todas las bocatomas de este estilo son proyectadas con una sola rejilla. Se sugiere ajustar este ítem.
B.4.4.10. CAPTACIONES DE REJILLA	No Considera camino de peces.	No Considera camino de peces	El camino de peces no es considerado	1. Se sugiere adicionar el siguiente párrafo: y limite la entrada de los materiales sólidos, <u>igualmente tendrá en cuenta el diseño del camino de peces</u> 2. f) Un camino para peces que permita su movilidad aguas arriba o aguas debajo de la presa. 5. Modificar este numeral de la siguiente manera : Las rejillas y el canal de recolección se calcularán para un caudal equivalente a la capacidad de diseño de la estructura. (ver numeral B.4.4.2)
B.6.2.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO – POZOS	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Se indica :”Si existen pozos profundos, debe existir una unidad de bombeo adicional por cada 5 pozos”. Este párrafo aplica en mantenimiento pero no en la concepción de un proyecto, por lo que tal afirmación debe desaparecer.
ARTÍCULO 77.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES	20 a 40 años	Sin Información	20 a 25 años	Análisis difícil ya que normalmente la vida técnica de la tubería supera los 30 años. Para no dejar deudas a futuras generaciones y que a la vez estas asuman su responsabilidad parece prudente adoptar un periodo de diseño de 30 años para cualquier nivel de complejidad.
B.6.4.2 NIVEL DE COMPLEJIDAD	QMD	QMD	QMD	Para todos los niveles de complejidad la aducción y conducción debe diseñarse con el caudal máximo diario, (QMD) al final del periodo de diseño o año horizonte del proyecto. (Como criterio debe establecerse que todo sistema debe contar con almacenamiento). No se comparte que para bombeos se diseñe con caudal medio diario, sino que, igualmente deben diseñarse con Caudal Máximo diario, si el bombeo es de 24 horas.

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
				En caso contrario el caudal será el volumen máximo diario producido dividido por el No. De horas de bombeo. Existe divergencia con el numeral B.8.5.2 Caudal de diseño. Debe eliminarse el numeral 3 del Ítem B.6.4.2 puesto que estos consumos ya se consideraron en la dotación.
ARTÍCULO 78.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES	QMD	QMD	QMD	Para cualquier nivel de complejidad las aducciones y conducciones deben diseñarse para el caudal máximo diario, excluyendo las pérdidas en el sistema, por considerarse como pérdidas totales, mas no parciales.
B.6.4.10.1 ESTACIONES DISIPADORAS	Sin Información	Sin Información	Sin Información	Analizar las máximas alturas a las cuales pueden colocarse las cámaras de quiebre de presión, en función de la presión de trabajo de las tuberías de conducción.
ARTÍCULO 80.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	30 a 40 años	Sin Información	20 a 25 años	Establece el RAS periodos de diseño variables según los niveles complejidad del sistema, según se trate de redes matrices, redes secundarias o redes terciarias, lo cual genera dificultades en el momento de aplicar el modelo matemático para su cálculo, por lo que se sugiere un mismo periodo de diseño para cualquier tipo de red.
ARTÍCULO 81.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	QMH	QMH	QMH	Para todo nivel de complejidad, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto
B.9.4.1 PERIODOS DE DISEÑO- TANQUES DE ALMACENAMIENTO	30 a 40 años para concreto	Sin Información	20 a 25 años	El RAS propone diversos periodos de diseño en función del nivel de complejidad del sistema. Para facilidad de diseño se plantea que los tanques sean diseñados para el mismo periodo propuesto para el resto de estructuras del sistema, es decir para 30 años y para cualquier nivel de complejidad 30.
ARTÍCULO 82.- PRESIONES DE SERVICIO MINIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN	7 metros	Sin Información	10 metros	La presión de servicio mínima en la red será de 10 metros (98.1 kPa) para cualquier nivel de complejidad del sistema.
ARTÍCULO 85.- DIÁMETROS INTERNOS	3" y en casos especiales 2"	No se tienen datos	2 pulgadas como mínimo	Se sugieren ajustes respecto a los diámetros en redes para bajo nivel de complejidad.

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
MÍNIMOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN				complejidad.
B.9.4.4 CAPACIDAD DE REGULACIÓN - TANQUES	25 al 28% de Qm	Sin Datos	25% del caudal promedio	<p>Afirma el Ras que para En el nivel bajo de complejidad, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas.</p> <p>Asimismo, para los niveles medio y medio alto de complejidad, en caso de preverse discontinuidad en la alimentación al tanque, el volumen de almacenamiento debe ser igual o mayor que 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, más el producto del caudal medio diario (Qmd) por el tiempo en que la alimentación permanecerá inoperante.</p> <p>Para el nivel alto de complejidad el volumen de regulación debe ser ¼ del volumen presentado en el día de máximo consumo.</p> <p>Tomando como argumento que un sistema de abastecimiento se proyecta a 25 años con caudal máximo diario y que este al final del periodo puede ser de unas dos veces el caudal máximo diario actual se encuentra que si en lugar de suministrar el caudal requerido se diera un 33% de más estrictamente no serían requeridos los almacenamientos puesto que el caudal de más los estaría supliendo. En estas condiciones los tanques de almacenamiento tampoco trabajarían al final del periodo de diseño, puesto que no se contaría con el 33% de caudal sobrante para realizar almacenamientos.</p> <p>Se encuentra entonces que el tipo de estructuras que se obtienen son onerosas y de pronto inútiles por el volumen requerido. Bajo este parámetro se considera adecuado</p>

ARTÍCULO DE LA RESOLUCIÓN 1096 DE 2.000 O ITEM Y NOMBRE DEL ARTÍCULO DEL TÍTULO B DEL RAS-2000	NORMA DE VENEZUELA	NORMA DE CUBA	NORMA DE NICARAGUA	OBSERVACIÓN TÉCNICA AL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – RAS 2.000
				estimar volúmenes más pequeños, pues la curva de masas que generalmente se obtiene para este tipo de estructuras así lo indican. Consecuencialmente se propondrá un volumen menor al establecido hasta el momento por el RAS
ARTICULO 93.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO	20 a 25 años		20 a 25 años	Se propone un período de diseño de 30 años para todo nivel de complejidad del sistema.
ARTICULO 96.- PERÍODO DE DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN	20 a 40 años		20 a 25 años	Igualmente se plantea un periodo de diseño de 30 años, eliminando los periodos variables en función del nivel de complejidad del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- 📖 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2.000, 2000
- 📖 EAAB, Normas para el diseño de sistemas de Acueducto de la ciudad de Bogotá, 2005
- 📖 INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO MUNICIPAL, Guías para presentación, diagnóstico y diseño de sistemas de acueducto, 1978 EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN, Normas para diseño y construcción de redes de acueducto, 1970
- 📖 ICONTEC, Normas Técnicas Colombianas respecto a elementos utilizados en sistemas de acueductos
- 📖 SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA, Manual de Saneamiento, Editorial Limusa, 1993
- 📖 AROCHA SIMON, Abastecimientos de Agua, Teoría y Diseño, ,1980
- 📖 RIVAS MIJARES GUSTAVO, Abastecimientos de Aguas y Alcantarillados, Tercera Edición, 1983
- 📖 SANCHEZ MONTENEGRO HERNANDO, Ingeniería de Acueductos y tratamiento de Aguas, Universidad Nacional de Colombia, 1970
- 📖 OPAZO UNDA, Ingeniería Sanitaria, Noriega Editores, 1993
- 📖 STEEL ERNEST W, Abastecimiento de agua y alcantarillado,, editorial Gustavo Gili, 1972
- 📖 THE NEW ZEALAND FARMER, Manual para el abastecimiento de agua, Editorial Hemisferio Sur, 1980
- 📖 CORCHO R FREDDY, Acueductos Teoría y Diseño, Universidad de Medellín, 1993
- 📖 SOTELO AVILA GILBERTO, Hidráulica General, Ed. Limusa, 1990
- 📖 TRUEBA CORONEL SAMUEL, Hidráulica, CECSA, 1991
- 📖 DE AZEVEDO J.M., Manual de Hidráulica, HARLA, 1975
- 📖 Normas técnicas DIN, ISO, ASTM, AWWA respecto a elementos de sistemas de abastecimiento
- 📖 Normas internacionales en Diseño de Acueductos, obtenidas Vía INTERNET