

MAVDT  
0054



GUÍA RAS - 002

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable  
y Saneamiento Básico

## Identificación, justificación y priorización de proyectos

PLANTA DE TRATAMIENTO

TANQUE DE ALMACENAMIENTO



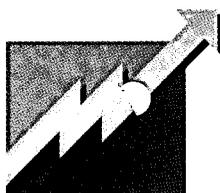
MinDesarrollo  
Ministerio de Desarrollo Económico

Este documento es propiedad del  
**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**  
Centro de Documentación

**GUÍA RAS - 002**

**Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable  
y Saneamiento Básico**

# **Identificación, justificación y priorización de proyectos**



**MinDesarrollo**  
Ministerio de Desarrollo Económico

ISBN: 958-8137-15-2

Cubierta: Bocatoma frontal, fotografía Hidrotec.

**REPÚBLICA DE COLOMBIA**  
**MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO**

**AUGUSTO RAMÍREZ OCAMPO**  
MINISTRO DE DESARROLLO ECONÓMICO

**JUAN ALFREDO PINTO SAAVEDRA**  
VICEMINISTRO DE DESARROLLO ECONÓMICO

**CARMIÑA MORENO RODRÍGUEZ**  
DIRECTORA GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA-CIFI**

**GONZALO TORRES**  
DIRECTOR CIFI

**MARIO DÍAZGRANADOS**  
PROFESOR ASOCIADO 1

**GERMÁN R. TORRES M.**  
CONSULTOR  
AUTOR DEL DISEÑO DE LA GUÍA

**GRUPO TÉCNICO INTERVENTOR**  
**DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**MAURICIO A. RIVERA SALCEDO**  
**ARMANDO VARGAS LIÉVANO**  
**MARÍA ELENA CRUZ LATORRE**

**COORDINACIÓN**  
**MARÍA ISABEL GARCÍA**  
**PREPARACIÓN EDITORIAL**  
**MARTA ROJAS, ALEJANDRO ROJAS**  
**IMPRESIÓN**  
**PANAMERICANA FORMAS E IMPRESOS**

# TABLA DE CONTENIDO

PREFACIO .....	7
INTRODUCCIÓN .....	9

## Capítulo 1

### **IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE PROYECTOS ..... 11**

1.1 GENERALIDADES .....	11
1.2 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS .....	11
1.3 DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE (OFERTA DEL SERVICIO) .....	14
1.4 CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA DEL SERVICIO .....	16
1.5 DEFINICIÓN DE NECESIDADES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	17

## Capítulo 2

### **PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS ..... 19**

2.1 GENERALIDADES .....	19
2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES PARA LA PRIORIZACIÓN .....	20
2.3 METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS .....	21
2.4 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	23
2.4.1 Suministro de agua potable .....	23
2.4.2 Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y/o pluviales .....	27
2.4.3 Tratamiento de aguas residuales domésticas .....	33
2.4.4 Recolección de desechos sólidos .....	35
2.4.5 Sistema de disposición de residuos sólidos .....	36

## Capítulo 3

<b>EJEMPLO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>39</b>
3.1 INFORMACIÓN BÁSICA.....	39
3.1.1 Información general .....	39
3.1.2 Población actual y futura .....	40
3.1.3 Nivel de complejidad.....	41
3.1.4 Dotaciones y demanda de agua .....	41
3.1.5 Descripción de la infraestructura del sistema de acueducto .....	42
3.1.6 Descripción de la infraestructura existente del sistema de alcantarillado .....	44
3.1.7 Descripción de la infraestructura existente del sistema de recolección y disposición de desechos sólidos .....	47
3.2 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS .....	47
3.3 DEFINICIÓN DE NECESIDADES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	48
3.3.1 Proyecto de agua potable .....	48
3.3.2 Proyecto de alcantarillado .....	50
3.3.3 Proyecto de tratamiento de aguas residuales domésticas .....	50
3.4 PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS .....	51
3.5 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	52
3.5.1 Proyecto de ampliación del suministro de agua potable .....	52
3.5.2 Proyecto de ampliación de alcantarillado sanitario .....	53
3.5.3 Proyecto de tratamiento de aguas residuales .....	54
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>

# PREFACIO

El objetivo de estas guías es facilitar el uso y la aplicación del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS en sus diferentes títulos. Se espera que con estas nuevas herramientas se mejore la capacidad técnica y de planeación de las distintas entidades encargadas del desarrollo del sector.

La idea de la elaboración de las guías surge de la necesidad de tener documentos que ayuden a poner en práctica lo establecido en el reglamento mencionado con el fin de mejorar los procesos de planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento, evaluación y monitoreo de los distintos proyectos desarrollados para cubrir las necesidades de agua potable y saneamiento básico en los municipios colombianos.

Las guías están dirigidas a las autoridades de planeación municipal, las entidades de regulación y vigilancia, los consultores, los diseñadores, los constructores y los operadores de los diferentes sistemas involucrados. Sin embargo, se hace especial énfasis en los municipios pequeños de Colombia los cuales, usualmente, cuentan con menos recursos técnicos y económicos para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

El desarrollo de cada una de las guías se basa en la aplicación de los conceptos expresados en el reglamento para casos específicos de municipios colombianos. A pesar de esto, en ninguno de los casos el contenido de las guías corresponde a diseños o recomendaciones definitivas para los municipios utilizados en los ejemplos.

Las guías se dividen en capítulos y subcapítulos, y todas las referencias directas al RAS98, ya sea a su texto, esquemas, tablas o gráficos de uso general, se presentan en letra itálica, con el fin de facilitar su reconocimiento.

**MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO**  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO BÁSICO

# INTRODUCCIÓN

La Guía RAS-002 tiene como propósito facilitar el uso del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) en lo referente a metodologías para la identificación, justificación y priorización de proyectos, así como la definición de las actividades complementarias del proyecto priorizado.

Es función de las entidades territoriales o municipales identificar claramente los proyectos de infraestructura del sector cuyo desarrollo sea prioritario en su jurisdicción y garantizar que la planeación y el dimensionamiento de estos se realicen dentro de un marco de racionalidad de recursos e inversiones.

Lo anterior se logra con la realización periódica (cada 10 a 15 años, en promedio) de estudios de planeamiento, planes maestros o diseños conceptuales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico existentes en el municipio, los cuales deben estar apoyados y ser íntegramente congruentes con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente.

La Guía se encuentra dividida en tres capítulos que sirven para complementar y facilitar el uso del RAS en los temas referidos. En el primer capítulo se encuentra una descripción detallada de la metodología propuesta para la identificación y justificación de proyectos, la cual debe incluir una descripción y diagnóstico de la infraestructura existente (oferta de servicio), una cuantificación de la demanda actual y futura de los servicios, y debe culminar con la definición de las necesidades de obras de rehabilitación, optimización y ampliación, con su respectivo cronograma de ejecución en el tiempo. El segundo capítulo se concentra en explicar el uso de los métodos propuestos por el RAS para priorizar la inversión de todos los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico identificados según la metodología del capítulo inicial. Adicionalmente, se trata el tema de definición de las actividades que deben ser complementarias a la ejecución del proyecto priorizado (ver numeral A.5.2 del RAS). Por últi-

mo, en el capítulo tercero se presenta en detalle un ejemplo de aplicación de la metodología propuesta en esta Guía, para un municipio típico colombiano.

Es importante resaltar que cualquier inversión que se haga en el sector con recursos de la nación debe seguir los procesos de identificación, jurisdicción, priorización y definición de actividades complementarias establecidos por el RAS en los capítulos A.4 y A.5, y complementados en esta Guía.

En esta Guía se hace referencia constantemente al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), versión del año 2000. Por lo anterior, el presente documento debe seguirse en conjunto con el Reglamento para lograr su adecuada interpretación. Las referencias textuales del RAS se encuentran resaltadas en letra itálica y la numeración de las tablas es consistente con la referencia.

## Capítulo 1

# IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE PROYECTOS

*Este documento es propiedad del  
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE  
Centro de Documentación*

### 1.1 GENERALIDADES

Dado que los servicios de agua potable y saneamiento básico son elementos esenciales para asegurar una buena salud pública en la comunidad que conforma un municipio, las deficiencias en algunos de estos sistemas son identificadas con gran facilidad, aun por la misma población.

Las deficiencias en los servicios básicos están asociadas principalmente con la carencia de alguno de ellos o por la prestación insuficiente causada por el deterioro de la infraestructura o por su falta de capacidad. Estas deficiencias usualmente constituyen problemas de salud pública y deterioro del medio ambiente.

Sin embargo, para plantear un proyecto de agua potable y saneamiento básico no basta con identificar el problema que se va a solucionar, sino que se debe justificar plenamente su implementación; para ello es necesario, por un lado conocer y diagnosticar en detalle el estado y la capacidad de la infraestructura existente, que equivale a la oferta del servicio, y por otro, estimar en forma realista la demanda actual y futura del mismo. De la comparación de las dos variables anteriores, para cada uno de los elementos que conforman los sistemas de agua potable y saneamiento básico, se derivan las necesidades de proyectos de rehabilitación, optimización y/o ampliación de la infraestructura física de los servicios existentes.

### 1.2 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

El planteamiento de un proyecto de agua potable y saneamiento básico surge de la necesidad de dar solución a un problema o carencia de una comunidad, generalmente asociado con la afectación de la salud pública, con el deterioro del medio ambiente o con el uso no eficiente del recurso agua.

De acuerdo con el RAS, las condiciones sobre las cuales debe expresarse el problema son:

### **1. Carencia del servicio de agua potable, alcantarillado y/o aseo urbano por inexistencia de la infraestructura física necesaria**

La carencia del servicio es el problema más grave que puede existir; sin embargo, su índice actual de incidencia en los municipios colombianos no es tan alto, pues en los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para aumentar las coberturas de los servicios de acueducto y alcantarillado, principalmente.

En la actualidad, la cobertura del servicio de acueducto ponderada a nivel nacional es cercana al 90%; en las ciudades grandes e intermedias se tienen coberturas mayores al 95%, mientras en los pequeños municipios el promedio llega al 85%.

En lo referente a coberturas de los sistemas de alcantarillado, el promedio nacional llega al 75%, con una mayor concentración en las ciudades grandes e intermedias (85%), y sólo el 60% en los municipios pequeños.

Por último, el servicio de aseo urbano presenta una cobertura a nivel nacional del orden del 88%, correspondiendo a las ciudades grandes e intermedias un 86% y a los municipios pequeños un 60%. Sólo un porcentaje cercano al 10% de los municipios colombianos –en donde se alberga el 40% de la población– cuenta con sistemas adecuados de disposición de los desechos sólidos.

### **2. Prestación insuficiente del servicio en cuanto a cobertura, continuidad y/o calidad**

La prestación insuficiente es el problema más común en esta época y está asociado principalmente con la falta de políticas de planeamiento que permitan la expansión oportuna de los diferentes elementos de los sistemas, para atender los requerimientos crecientes de la demanda del servicio. Adicionalmente, sistemas con una capacidad suficiente pueden ofrecer un servicio deficiente por no contar con una adecuada operación de sus componentes o por no existir medios que permitan controlar que los usuarios hagan un uso eficiente y racional del servicio.

Lo anterior se evidencia en muchos municipios que en un pasado reciente lograron construir sus sistemas de acueducto y alcantarillado con una capacidad adecuada, pero con el paso del tiempo, debido a las causas anteriores, la alta cobertura que poseía el servicio se ha vuelto “nominal”, pues la cobertura real –definida por una buena continuidad y calidad del servicio– ha disminuido notoriamente por la ausencia de políticas apropiadas de planeamiento para la expansión oportuna de los sistemas, de una adecuada operación y de un uso racional del servicio.

Por las razones antes expuestas, en la identificación y justificación de un proyecto es necesario conocer y diagnosticar en detalle la capacidad física y las condiciones operativas

de cada uno de los sistemas involucrados, así como los requerimientos o la demanda del servicio. Estas características se miden con parámetros como: cobertura real del servicio; continuidad y cantidad del servicio ofrecido a cada usuario; calidad física, química y microbiológica del agua para consumo; eficiencia de los sistemas de recolección de aguas servidas y desechos sólidos; calidad de las aguas residuales entregadas a las fuentes receptoras; frecuencia de la recolección y forma de disposición de los desechos sólidos, entre otros, y se complementan con la estimación de la capacidad útil de cada componente del sistema.

En sistemas de acueducto y alcantarillado es muy común que las autoridades municipales hablen de coberturas “nominales” del 100%, porque cada habitante tiene acceso a una conexión o descarga domiciliaria; sin embargo, paradójicamente se encuentra que existen racionamientos, zonas de baja presión adonde no llega el servicio, falta de confiabilidad de la población respecto a la calidad del agua y dificultades de drenaje, lo que lleva a coberturas “reales” muy bajas. Las coberturas “reales” deben estar referidas a usuarios plenamente abastecidos en cuanto a continuidad, cantidad y calidad.

Municipios que no han hecho una expansión oportuna de sus servicios rápidamente se convierten en sistemas donde día a día se disminuye la cobertura real, pues se involucran nuevos usuarios (demanda) sin aumentar la oferta. Igual sucede en aquellos sitios donde no se implementan políticas para incentivar el ahorro y uso eficiente y racional del servicio.

### **3. Ineficiencia en la prestación del servicio causada por malas condiciones de la infraestructura existente**

La ineficiencia en la prestación del servicio es otro problema bastante común que tiene su origen en la poca importancia que se da a los temas de operación, mantenimiento y reposición de los sistemas. Aún en sistemas con capacidad suficiente, pero afectados por las malas condiciones físicas de la infraestructura existente, se pueden empezar a presentar disminuciones importantes en la cobertura real, y en la cantidad, calidad y oportunidad del servicio.

Por eso, es de gran importancia el diagnóstico físico y operativo de la infraestructura actual, cuyo análisis muchas veces llega a concluir que primero es necesario restaurar plenamente la capacidad de un sistema antes de pensar en ampliaciones, ya que rehabilitar, renovar y optimizar componentes que estén dentro de su período de vida útil será más económico que reemplazarlos o ampliarlos sin optimizarlos.

### **4. Existencia de problemas de salud pública, solucionables con la ejecución de un proyecto de agua potable o saneamiento básico**

El suministro de agua potable a la población es el fundamento para una buena salud, pues permite a la persona satisfacer en forma adecuada sus necesidades de alimentación e higiene.

Otros problemas de saneamiento ocurren en municipios donde el rezago del sistema de recolección de aguas residuales respecto al acueducto es significativo, y existen zonas del municipio donde las aguas negras discurren por las calles, lo que constituye foco de infecciones y epidemias para la comunidad. Casos similares ocurren cuando no se dispone de sistemas de recolección y disposición de desechos sólidos o donde estos tienen bajas coberturas.

La existencia de cualquier tipo de problema de salud pública en un municipio, asociado a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico, permite la identificación y justificación de un proyecto asociado con la implementación o mejoramiento de cualquiera de los elementos que conforman los sistemas que ofrecen dichos servicios.

## **5. Existencia de problemas relacionados con el deterioro del medio ambiente, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales**

Este tipo de problemas puede ser ocasionado por la inexistencia de un servicio de agua potable y saneamiento básico o por la mala operación de un sistema existente. Los problemas más comunes están asociados con la disposición inadecuada de aguas residuales y desechos sólidos en fuentes de agua o en cercanías de zonas densamente pobladas, y con captación de aguas de cauces naturales en cantidades incontroladas y sin consultar las necesidades de otros usuarios de la misma fuente.

### **1.3 DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE (OFERTA DEL SERVICIO)**

En atención a que en la gran mayoría de los municipios colombianos ya existen sistemas de agua potable y saneamiento básico, el planteamiento del proyecto de ampliación de alguno de ellos debe justificarse plenamente a partir de la capacidad máxima y eficiencia óptima de la infraestructura física actual. Para lograrlo es básico un conocimiento detallado de todos los componentes físicos, de sus condiciones operativas y de las labores de mantenimiento a que está sometido el sistema; a partir de lo anterior es posible realizar una evaluación de los diferentes componentes de dicho sistema, y determinar las posibilidades de rehabilitarlo y/o optimizarlo para llegar a tener disponible su capacidad y eficiencia máximas, lo que correspondería a la oferta máxima actual del servicio. Para lograr lo anterior se debe recurrir a:

- Revisión de planos de obra construida y de diseño.
- Visitas e inspecciones detalladas de campo.
- Entrevistas a funcionarios encargados de la operación y mantenimiento de los sistemas.

- Investigaciones topográficas, geotécnicas, estructurales y ambientales.
- Para los sistemas de acueducto: mediciones de cantidad (caudal), calidad del servicio (cobertura, presión) y calidad del agua. Igualmente, análisis de consumos y pérdidas de agua a través de micromedición y macromedición.
- Para los sistemas de disposición de aguas servidas: cobertura, capacidad del sistema, caracterización de los efluentes y residuos, y efectos ambientales.
- Para el servicio de aseo urbano: cobertura y frecuencia de recolección, caracterización de los desechos, disposición final, manejo de lixiviados y efectos ambientales.

En la tabla A.4.1 del RAS (complementada) se describen los parámetros que usualmente se deben evaluar en los sistemas existentes de agua potable y saneamiento básico.

## 1.4 CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA DEL SERVICIO

Se deben estimar tanto la demanda actual como la proyección de la demanda futura del servicio; esto se realiza a partir de las proyecciones de población y de demanda del servicio para un horizonte de diseño que corresponde al definido por el RAS, según el componente analizado de cada sistema de agua potable y saneamiento básico, y de acuerdo con el *nivel de complejidad* del municipio en cuestión. La metodología para la realización de estas proyecciones en lo referente a sistemas de acueducto se presenta en detalle en la Guía RAS-001 “Definición del nivel de complejidad del sistema y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua”. En guías posteriores se orientarán metodologías para la cuantificación de la demanda del servicio en sistemas de disposición de aguas residuales y desechos sólidos.

**TABLA A.4.1**  
**PARÁMETROS POR EVALUAR EN LOS SISTEMAS EXISTENTES**

<b>Sistema</b>	<b>Parámetros sujetos a evaluación</b>
<b>Servicio de suministro de agua potable</b>	• Calidad y continuidad de la fuente.
	• Evaluación de los consumos y las dotaciones.
	• Captación y pretratamientos
	• Capacidad y estado general de la aducción y/o conducción.
	• Capacidad de la planta de tratamiento de agua potable.
	• Calidad actual del agua en planta y en la red de distribución.
	• Estado de la red de distribución.
	• Capacidad del almacenamiento
	• Porcentaje de pérdidas.
	• Cobertura real del servicio.
	• Calidad y continuidad del servicio (presiones).
	• Tarifas.
	• Macromedición.
• Cobertura de micromedición.	
• Catastro de redes.	
• Catastro de usuarios.	
<b>Servicio de disposición de aguas residuales y aguas lluvias</b>	• Existencia de sistemas separados o combinados.
	• Cobertura actual.
	• Estimación de conexiones erradas.
	• Industrias usuarias y caracterización de sus vertimientos.
	• Estimación de infiltraciones.
	• Capacidad de las PTAR.
	• Tarifas.
	• Caracterización de las aguas residuales
• Calidad de agua en la fuente receptora.	
<b>Servicio de aseo urbano</b>	<b>Sistema de recolección</b>
	• Cobertura y frecuencia de recolección.
	• Capacidad y calidad de los vehículos
	• Eficiencia y tarifas.
	<b>Disposición final</b>
	• Evaluación de la operación.
	• Manejo de lixiviados.
	• Problemas de contaminación en aguas superficiales y subterráneas.
	• Vida útil del sitio de disposición final.
	• Impacto ambiental dentro del servicio de aseo urbano.
• Cerramiento y clausura.	

## 1.5 DEFINICIÓN DE NECESIDADES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La comparación entre la oferta (capacidad máxima actual) de cada componente de un sistema actual y la demanda del servicio prestado por dicho sistema, puede indicar la necesidad de efectuar obras para cubrir déficit actuales o futuros, y permite la justificación de un proyecto que tenga como objetivo la solución de problemas asociados a este servicio.

En forma general, las obras propuestas por un proyecto para el mejoramiento de un servicio deben cubrir en forma secuencial los siguientes puntos:

- **Obras de rehabilitación:** encaminadas a restituir la capacidad inicial de diseño de cada uno de los componentes de un sistema, la cual puede haberse perdido en el tiempo por falta de un mantenimiento adecuado.
- **Obras de optimización:** están orientadas a mejorar los niveles de eficiencia de cada componente del sistema con el fin de obtener de este su capacidad máxima posible. Con obras complementarias, con implementación de tecnologías de punta y con instrumentación y manuales que permitan optimizar la operación de los sistemas se pueden lograr aumentos significativos en su capacidad.
- **Obras de ampliación:** son aquellas necesarias para cubrir la demanda requerida y que superan la capacidad máxima optimizada de cada componente del sistema.

Usualmente, las obras de rehabilitación y optimización son de ejecución inmediata y en el corto plazo, ya que restituyen o aumentan la capacidad del sistema con una inversión moderada de recursos. Las obras de ampliación pueden darse en el corto, mediano y largo plazo, hasta el año horizonte de diseño, y regularmente requieren de inversiones mayores por tratarse de obras nuevas que requieren diseño, construcción, supervisión y puesta en marcha.

En sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo urbano no todos los componentes tienen las mismas necesidades de rehabilitación, optimización y ampliación, por lo cual cada uno de ellos debe ser analizado en forma separada para el período de diseño que le corresponda.

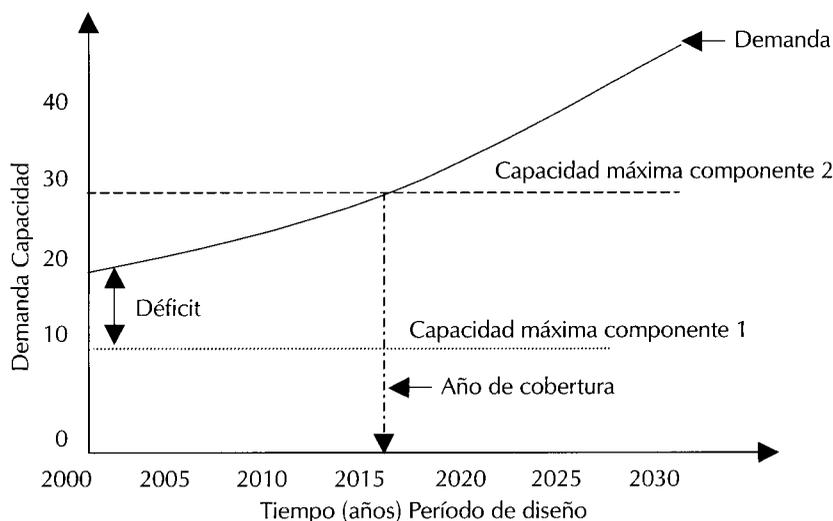
La definición de necesidades de expansión de los diferentes componentes de un sistema se puede representar y visualizar gráficamente de una manera simple y descriptiva, así:

- Se parte de la curva proyectada de la demanda del servicio (unidades de capacidad vs. tiempo o período de diseño).
- Se superpone la información de la capacidad máxima optimizada de cada componente actual (en unidades de capacidad).

- De la superposición se obtiene el déficit actual en unidades de capacidad, o el año hasta el cual la capacidad actual ofrece un cubrimiento de la demanda estimada.

Gráficamente se tiene:

**FIGURA 1**  
**DEFINICIÓN DE NECESIDADES DE EXPANSIÓN**  
**DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE UN SISTEMA**



En síntesis, en un país como Colombia, con limitaciones de recursos, la justificación de un proyecto de agua potable y saneamiento básico debe sustentarse en la falta de capacidad de los componentes de los diferentes sistemas, pero verificando previamente en ellos la posibilidad de rehabilitación física y optimización operativa. En forma complementaria, la justificación del proyecto debe estimar la población objetivo o beneficiada con la ejecución del mismo, así como la magnitud de estos beneficios, calculados dentro del período de diseño del proyecto; de esta manera se podrá visualizar mejor la necesidad de ejecutar el proyecto y se tendrán elementos de juicio para su posterior priorización.

## Capítulo 2

# PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

### 2.1 GENERALIDADES

Cuando se evalúan los diferentes componentes de los sistemas de acueducto, recolección y disposición de aguas residuales y aseo urbano de un municipio, pueden identificarse y justificarse un número apreciable de proyectos que tienen como objetivo solucionar problemas apremiantes de la comunidad; sin embargo, es usual que el municipio no disponga de recursos para la realización conjunta de todos ellos.

El tema de priorización de proyectos se incluyó en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en el capítulo A.5, con el objeto de que las autoridades de planeación municipal, tales como los alcaldes y las oficinas de planeación, entre otros, identifiquen más fácilmente los proyectos de infraestructura cuya implementación es prioritaria para dar solución a sus problemas, considerando como los más importantes aquellos relacionados con la salud pública, la satisfacción de alguna necesidad o el desarrollo de potencialidades.

La priorización de proyectos es importante, además, porque genera un concepto y un proceso de planificación municipal que permite tomar las decisiones de manera estructurada, debido a que requiere una recopilación y actualización permanente de información y a que aplica un procedimiento establecido, basado en parámetros y valores límites definidos. Adicionalmente, la priorización permite dar continuidad a las inversiones del sector en el largo plazo, racionalizar los recursos para garantizar la realización y la sostenibilidad en el tiempo de los proyectos, así como justificarlos de manera clara y ordenada para facilitar la consecución de recursos económicos, partiendo del supuesto de que ejecuta los proyectos de acuerdo con los resultados obtenidos de la priorización.

La metodología propuesta por el RAS está dirigida principalmente a aquellos municipios con escasez de recursos económicos, donde las inversiones no pueden hacerse de manera simultánea. El procedimiento depende del nivel de complejidad del sistema, cuya estimación debe hacerse previamente con la metodología descrita en detalle en la Guía RAS-001 “Definición del nivel de complejidad del sistema y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua”.

El esquema de priorización se debe revisar máximo cada cinco años y aplicarse con la población proyectada al período de diseño de las posibles inversiones.

En este capítulo de la Guía se definen las variables que deben ser usadas en la priorización, se presentan metodologías de priorización para los diferentes tipos de proyectos (acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial, aseo urbano y tratamiento de aguas residuales) y, por último, dada la interrelación que tienen los diferentes servicios, se definen las actividades complementarias que debe contemplar el proyecto de un servicio respecto a la afectación que tenga en los otros servicios (por ejemplo, la ampliación de la cobertura de un sistema de acueducto implica generalmente la ampliación de la cobertura de alcantarillado). Así mismo, un proyecto que amplíe un componente de un sistema puede generar como actividades complementarias la ampliación de otros componentes del mismo sistema (por ejemplo, la ampliación de la producción de la planta de tratamiento puede generar como actividades complementarias: ampliación de tanques de almacenamiento, ampliación de redes de distribución, ampliación de la macro y micromedición, programas de reducción de pérdidas, verificación de dotaciones, etc.).

## 2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES PARA LA PRIORIZACIÓN

Las variables propuestas por el RAS (capítulo A.5) para la priorización de proyectos son las siguientes:

### ■ Cobertura de agua potable (Cob AP)

Se define por cobertura la relación entre la población que cuenta con el servicio de abastecimiento de agua potable y la población total.

### ■ Rezago entre la cobertura de alcantarillado respecto al agua potable (AP-AL)

Es el desfase entre las coberturas de acueducto y alcantarillado. El sistema de alcantarillado que debe considerarse aquí es el sanitario.

### ■ Cobertura de recolección de desechos sólidos (Cob RDS)

Es la relación entre la población que cuenta con el servicio de recolección de desechos sólidos y la población total.

Todas las coberturas deben expresarse en porcentajes (%), y deben corresponder a coberturas reales, es decir, población que cuenta plenamente con el servicio en lo referente a continuidad, calidad y cantidad.

Para la aplicación de la metodología de priorización de proyectos es necesario que la autoridad de planeación municipal recopile información que permita el cálculo de las anteriores variables.

Hay que anotar que cuando se hace la recopilación de esta información es probable que se encuentren diferentes valores de coberturas y datos; por lo tanto es importante identificar claramente la fuente bibliográfica, pues su veracidad está muy relacionada con ella. Algunas de las fuentes recomendadas son las de las empresas de servicios públicos domiciliarios, la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico, el Censo e Inventario del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico realizado por el Ministerio de Desarrollo Económico para 1996, y los censos realizados por el DANE o específicamente por la oficina de planeación municipal o por la entidad encargada del servicio, con la asesoría de las unidades departamentales de agua.

### **2.3 METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS**

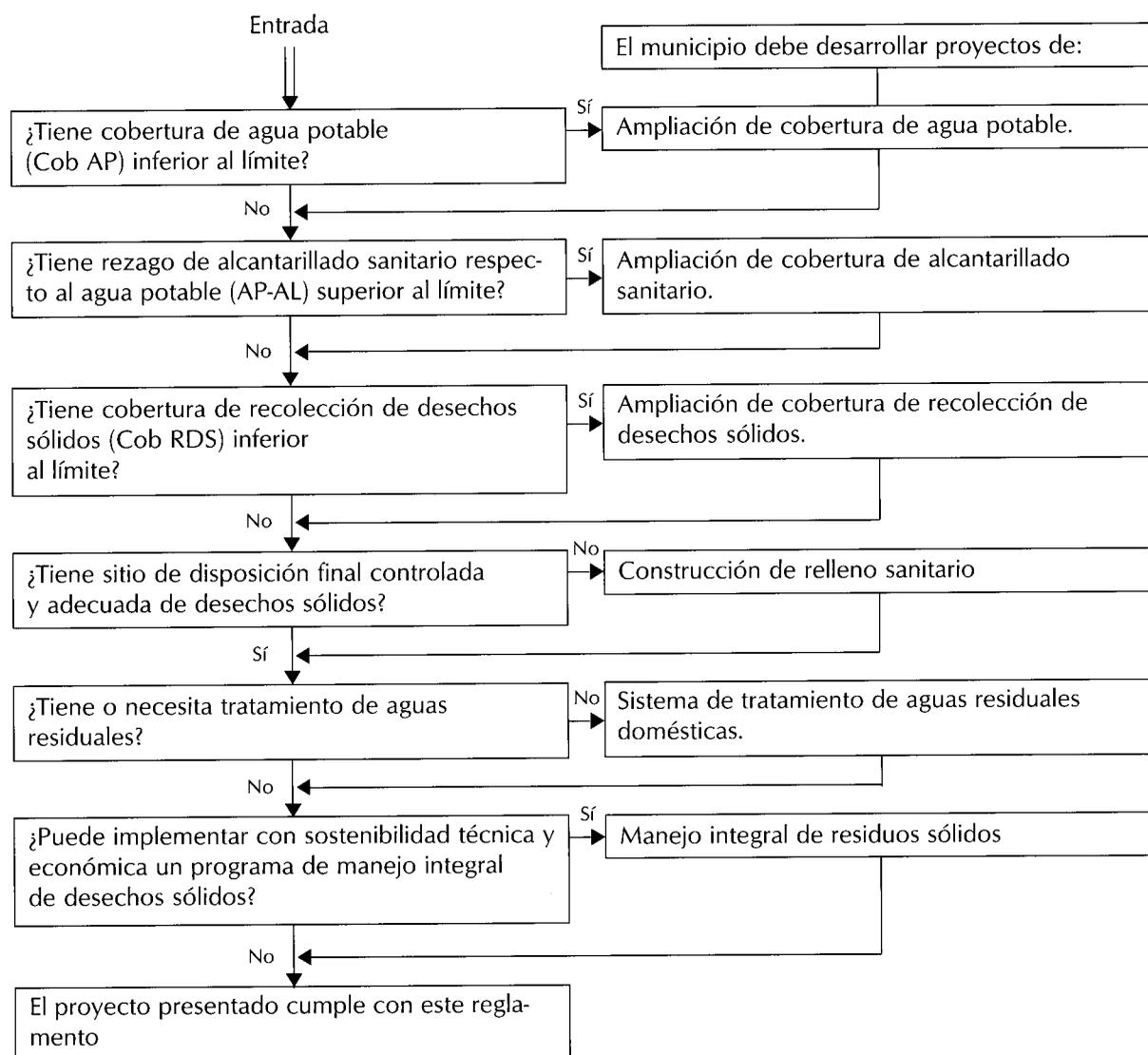
El RAS especifica que la prioridad la tienen aquellas inversiones que tengan un efecto positivo manifiesto en la salud pública de los habitantes, por lo cual tienen preferencia de ejecución las obras de suministro de agua potable de adecuada calidad y las de recolección y evacuación de aguas residuales.

En un nivel inferior se sitúan el manejo de desechos sólidos y el tratamiento y disposición de aguas residuales.

En el numeral A.5.1.2 del RAS se presenta en detalle la metodología para seleccionar los proyectos prioritarios en materia de agua potable y saneamiento básico. En la figura A.5.1 del mismo RAS se resume esta metodología, la cual se transcribe a continuación:

**FIGURA A 5.1**  
**DIAGRAMA GENERAL DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS**

Valores límites de los parámetros de cobertura, según nivel de complejidad del sistema					
Parámetro	Símbolo	Bajo %	Medio %	Medio-Alto %	Alto %
Cobertura de agua potable	Cob AP	95	90	90	85
Rezago entre la cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10	10	15	15
Cobertura de recolección de desechos sólidos	Cob RDS	95	85	85	80



El orden indicado corresponde a las prioridades con que el municipio debe desarrollar proyectos.

Para responder a los temas de disposición de desechos sólidos, manejo y tratamiento de aguas residuales e implementación de un programa de reciclaje se debe obtener la siguiente información específica, adicional a las variables de priorización:

#### ■ **Lugar para la disposición de los desechos sólidos**

Determinar si los desechos sólidos se depositan en un relleno sanitario o un botadero a cielo abierto, entre otros, las características del mismo y la ubicación.

#### ■ **Manejo y tratamiento de aguas residuales**

Es necesario elaborar un estudio de calidad y capacidad autopurificadora del agua en la fuente receptora y a partir de este definir su estado (ver título E del RAS). Algunos de los indicadores que pueden evaluarse podrían ser: porcentaje de caudal del vertimiento frente al caudal del cuerpo receptor, presencia de industria en el área urbana que afecte el vertimiento, poblaciones servidas aguas abajo de los vertimientos. En segundo lugar, se debe establecer si existe planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el municipio, si se encuentra en operación y si opera correctamente.

#### ■ **Capacidad para implementar un programa de reciclaje**

A partir de un estudio de factibilidad, definir la capacidad técnica y económica del municipio para implementar un programa de aprovechamiento de los desechos sólidos que tenga en cuenta la recuperación, el reuso y el reciclaje de estos (ver numeral F.4.2.2 del RAS).

## **2.4 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

De acuerdo con lo establecido por el RAS en el numeral A.5.2, todo proyecto debe presentarse con actividades complementarias destinadas a mejorar la eficiencia del mismo y a cumplir con las disposiciones del Reglamento y otras autoridades competentes del sector.

En atención a que las actividades complementarias son específicas para cada proyecto de agua potable y saneamiento básico, el RAS propone las siguientes por tipo de proyecto:

### **2.4.1 Suministro de agua potable**

Cuando se requiere la ampliación de la cobertura del sistema de acueducto, el paso inicial consiste en determinar las causas del problema, las cuales pueden ser la inexistencia de la infraestructura física necesaria, el deficiente mantenimiento de la infraestructura existente, o que los usuarios del sistema utilizan dotaciones de agua muy

elevadas, entre otras. Antes de plantear la solución al problema o el objetivo del proyecto a emprender se deben analizar las causas del mismo para garantizar que la solución que se adopte sea la más eficiente.

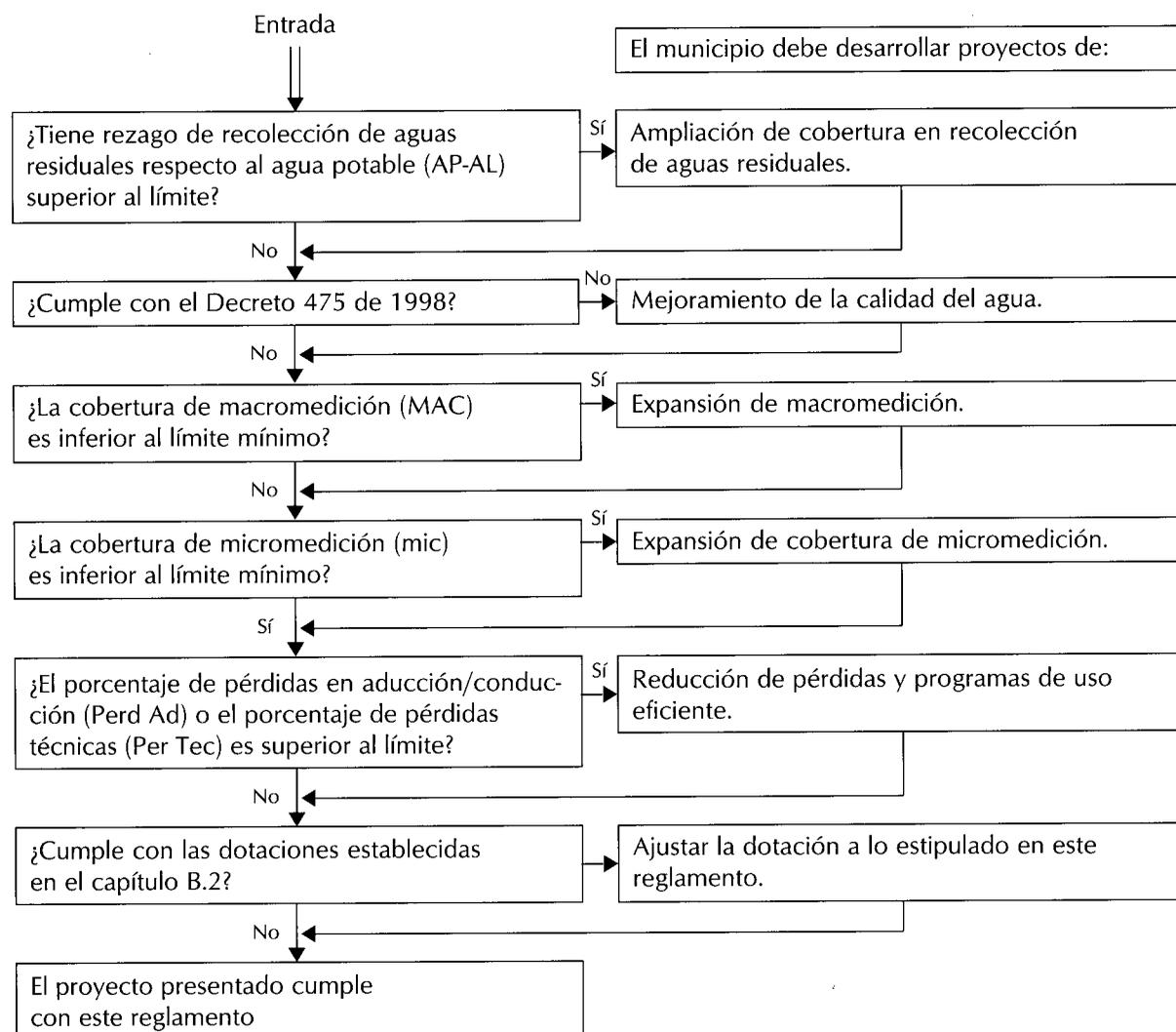
Por otra parte, la implantación o ampliación de un sistema de agua potable debe ir acompañada de actividades que complementen, aumenten y mejoren la eficiencia del sistema mismo, así como de los demás sistemas relacionados (por ejemplo, el sistema de alcantarillado).

En cuanto a las actividades complementarias para este tipo de proyectos, en el numeral A.5.2.2 del RAS se indican las siguientes y en el orden dado: *“Cualquier proyecto dirigido a la ampliación de la cobertura o mejoramiento del servicio de suministro de agua potable debe complementarse con las siguientes actividades”*, en caso de que se presenten algunas de las condiciones establecidas en la figura A.5.1.A (ver página siguiente):

1. *Ampliación de cobertura de alcantarillado.* Se ubica como la actividad prioritaria porque un aumento en la cobertura del sistema de agua potable genera un aumento en la cantidad de agua residual descargada la cual, si no es evacuada correctamente, puede provocar deterioro en las condiciones de saneamiento y un aumento de enfermedades, un deterioro de vías y calles, y un desagradable aspecto físico, entre otros efectos adversos. Por lo tanto, la autoridad de planeación deberá pensar en la ejecución de los estudios necesarios para determinar los efectos sobre el sistema de alcantarillado a consecuencia de la ampliación de la cobertura del sistema de agua potable.
2. *Plan de mejoramiento de la calidad del agua.* Con el fin de evitar la entrega de agua de mala calidad que pueda generar enfermedades en la población, o que requiera de tratamientos que a veces son inadecuados por parte de los usuarios, es conveniente verificar la calidad del agua tomada tanto en la fuente, como la producida por la planta de tratamiento y distribuida a los usuarios. A partir de estos resultados se debe determinar la necesidad de un plan de mejoramiento de la calidad del agua para que cumpla con los requerimientos de la legislación vigente (Decreto 475 de 1998).
3. *Plan de mejoramiento de los niveles de macromedición.* Con el objeto de que la empresa prestadora del servicio pueda tener un control de las pérdidas de agua en los componentes de aducción, tratamiento, conducción y distribución, es conveniente desarrollar un plan de mejoramiento de los niveles de macromedición. Para ello, dentro del sistema se deben colocar elementos de medición que permitan al menos medir los volúmenes o caudales de agua cruda captada, agua cruda a la entrada de la planta de tratamiento y agua tratada entregada a los tanques de almacenamiento o directamente a la red de distribución. La macromedición

**FIGURA A.5.1.A**  
**DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS**  
**EN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Valores límites de los parámetros de cobertura según el nivel de complejidad					
Parámetro	Símbolo	Bajo %	Medio %	Medio-Alto %	Alto %
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10	10	15	15
Cobertura mínima de macromedición	MAC	100	100	100	100
Cobertura mínima de micromedición	Mic	100	100	100	100
Pérdidas máximas en aducción	Per Adu	5	5	5	10
Pérdidas totales máximas	Per Tec	30	30	30	30



es uno de los elementos fundamentales de un programa de agua no contabilizada, que debe estar siempre vigente dentro de la prestación del servicio de acueducto.

4. *Programa de ampliación de cobertura de micromedición.* Debe realizarse con el fin de que la empresa prestadora del servicio pueda controlar e identificar las pérdidas que se presenten en la red y de que los usuarios paguen de acuerdo con la cantidad de agua consumida. Esto último conduce a una operación eficiente desde el punto de vista financiero por parte de las empresas, y a crear conciencia acerca del uso del agua y a su racionalización por parte de los usuarios de acuerdo con su disposición a pagar.
5. *Programa de reducción de pérdidas físicas.* Este programa debe estar encaminado a un monitoreo permanente de la red y al desarrollo de una alta capacidad de respuesta ante la rotura de tubos y fallas del sistema, lo que genera un uso eficiente del agua y un ahorro de los recursos invertidos en el tratamiento y la distribución, mejorando el estado financiero de la empresa prestadora del servicio y la vida útil de los sistemas construidos.
6. *Verificación de dotaciones y plan dirigido a bajar el consumo, según la Ley 373 de 1997, "Utilización de instrumentos de bajo consumo y campañas de ahorro de agua".* Este plan conduce a un uso más equitativo del recurso natural, a una prolongación de la vida útil de la infraestructura existente aplazando la necesidad de obras, y a una reducción de costos del servicio por parte de los usuarios. Por otra parte, se reduce el tamaño necesario de los sistemas complementarios a este servicio, como son el sistema de potabilización, y los sistemas de evacuación, tratamiento y disposición de aguas residuales, entre muchos otros beneficios.

En un municipio típico colombiano es usual que no existan micromedición y macromedición, por lo cual no se pueden ni conocer ni controlar las pérdidas de agua. Como resultado de la situación anterior, las dotaciones brutas de agua en estos sitios son exageradas y hacen que ninguna cantidad de agua entregada al sistema sea suficiente para garantizar una plena cobertura y continuidad del servicio; por ello, todo proyecto de agua potable debe incluir la micromedición como elemento de control del consumo, complementado con la macromedición para conocer el nivel real de pérdidas de agua en el sistema y así plantear y llevar a cabo los programas de reducción de pérdidas físicas y comerciales en el sistema.

La información que se debe recopilar para la definición de las actividades complementarias a un proyecto de agua potable es la siguiente:

**TABLA 1**  
**VARIABLES RELEVANTES PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**  
**DE UN PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE COBERTURA**  
**DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Parámetro	Símbolo
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable.	AP-AL
Caracterización de la calidad del agua de acuerdo con el Decreto 475 de 1998.	
Cobertura de macromedición.	MAC
Cobertura de micromedición <sup>1</sup> .	Mic
Pérdidas en aducción.	Per Adu
Pérdidas técnicas o totales <sup>2</sup> .	Per Tec
Dotaciones	dbruta

1. La cobertura de micromedición es la relación entre el número de usuarios que tienen instalado en su residencia un micromedidor y el número de usuarios totales del sistema de agua potable.

2. Las pérdidas técnicas o totales corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida o la salida de las plantas potabilizadoras y el volumen de agua entregada a la población total medido en las acometidas (micromedición), según literal B.2.5.4 del RAS.

En la figura A.5.1.A, presentada anteriormente, se muestran los valores límites de los parámetros de cobertura que indican a la autoridad de planeación el grado de aceptabilidad, de acuerdo con el nivel de complejidad del sistema. Sin embargo, el nivel satisfactorio y deseado es, en todos los casos, el 100% de cobertura. Además, en la misma figura se muestra el algoritmo (diagrama) a seguir para establecer el orden de prioridad de dichas actividades complementarias.

### 2.4.2 Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y/o pluviales

Un proyecto de ampliación de cobertura de sistemas de alcantarillado sanitario y/o pluvial podrá incluir el desarrollo de un sistema sanitario, de uno pluvial, de ambos sistemas independientes o de sistemas combinados.

Las variables relevantes para la definición de las actividades complementarias son las siguientes:

**TABLA 2**  
**VARIABLES RELEVANTES PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE UN PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL O COMBINADO**

Parámetro	Símbolo
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable (%).	AP-AL
Dotaciones de agua potable.	d bruta
Conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario (%).	CE Plu/San
Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (%).	CE San/Plu
Porcentaje de infiltraciones (%).	%Inf

Para los diferentes sistemas de alcantarillado se tendrán las siguientes actividades complementarias:

#### 2.4.2.1 Alcantarillado sanitario o combinado

Según el RAS, un proyecto de recolección de aguas residuales domésticas será necesario cuando la diferencia entre las coberturas de acueducto y alcantarillado sea mayor que el porcentaje establecido en la figura A.5.1, "Diagrama general de priorización de proyectos".

El proyecto de recolección y disposición de aguas residuales domésticas debe complementarse con los siguientes programas, cuando se den las condiciones expuestas en la figura A.5.2 del RAS, la cual se presenta más adelante.

#### 1. **Revisión del sistema de agua potable cuando se presentan dotaciones por fuera de los rangos establecidos en el capítulo B.2**

La determinación de los caudales medios de aguas residuales se realiza a partir de los consumos o las dotaciones netas de agua afectadas por un coeficiente de retorno; por ello, durante la evaluación de estos es posible advertir que las dotaciones están por fuera de los rangos establecidos en el RAS, por lo cual se generaría una actividad complementaria que sería la revisión del sistema de abastecimiento de agua potable para detectar posibles anomalías en ese sistema.

#### 2. **Programa de renovación y reparación de redes de alcantarillado sanitario**

La necesidad de renovar y reparar la red existente se detecta por alguna de las siguientes razones:

- El porcentaje de conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario es mayor al límite. En este caso además de requerirse una ampliación y/o construcción del

sistema de recolección de aguas lluvias, se debe rehabilitar el sistema sanitario realizando la ubicación y desconexión de las conexiones erradas.

Un porcentaje mayor del 15% de conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario (CE Plu/San) debe interpretarse como que el caudal de aguas lluvias que ingresa al sistema sanitario supera el 15% del caudal máximo horario de producción de aguas residuales con el cual este último opera, o se está diseñando.

Este porcentaje (CE Plu/San) debe ser estimado con mediciones directas sobre el sistema de alcantarillado sanitario. Sin embargo, dado que en un municipio típico colombiano no se maneja aún este tipo de información, su estimación tiene dificultades.

- El porcentaje de infiltración de aguas al sistema de recolección de aguas residuales es mayor al límite. Se refiere al hecho de que un caudal de agua externo (escorrentía superficial, nivel freático) ingresa al sistema sanitario por desperfectos en las uniones entre tuberías o empates de estas en los pozos de inspección.

El porcentaje de infiltración es la relación entre este caudal que ingresa y el caudal de diseño de aguas residuales (caudal máximo horario), y debe ser medido en cada sistema pues es una particularidad de este.

- Cuando existen problemas de fugas del sistema sanitario al terreno circundante, ocasionadas por el deterioro o la falla estructural de las tuberías y pozos de inspección. Estos hechos deben ser constatados por inspecciones detalladas y mediciones en terreno.

### 3. Construcción y/o ampliación de alcantarillados pluviales

Cuando el porcentaje de conexiones erradas (CE Plu/San) al sistema sanitario sobrepasa el límite máximo, se debe prever un sistema pluvial separado, si este no existe; de lo contrario, se deben retirar las conexiones erradas y empataadas al sistema pluvial. En caso de que ninguna de las dos acciones anteriores sea factible, se debería pensar en transformar el sistema de alcantarillado sanitario existente en un sistema combinado, cumpliendo con lo estipulado por el RAS en el título D.

#### 2.4.2.2 Alcantarillado pluvial o combinado

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

En caso de que el porcentaje de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial sea mayor que el valor establecido, el proyecto debe contener un programa de manteni-

miento y reparación de los dos sistemas con el fin de establecer las conexiones erradas al sistema sanitario y realizar las desconexiones al pluvial (ver figura A.5.3).

El porcentaje de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (CE San /Plu) debe interpretarse como la relación entre el caudal de aguas residuales generado por las conexiones erradas, dividido entre el caudal mínimo de aguas lluvias estimado a transitar por las tuberías de alcantarillado pluvial, que correspondería a las condiciones de mínima dilución y de contaminación más severa.

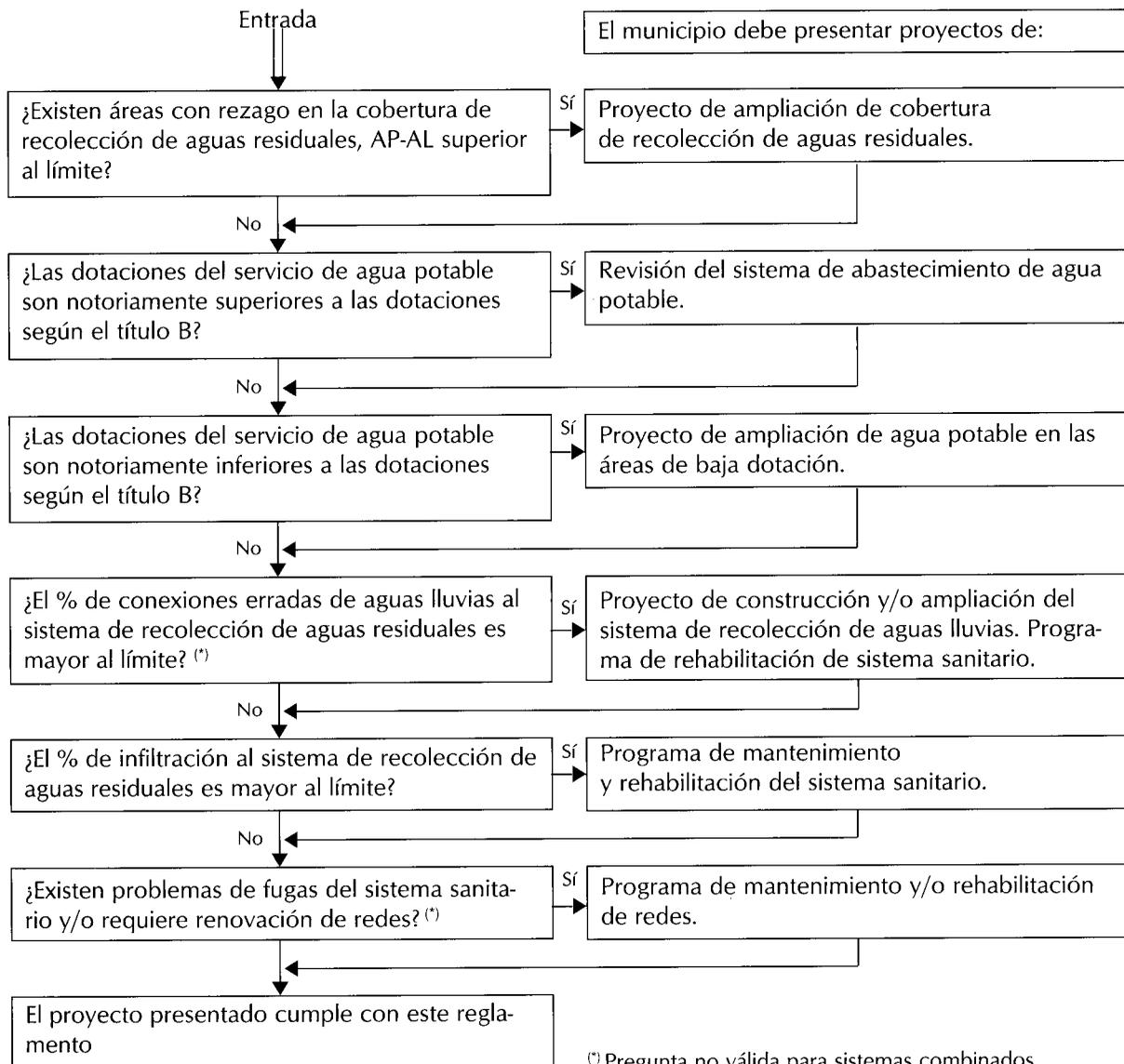
### **2.4.2.3 Pavimentación de calles**

De acuerdo con el RAS, en ningún caso se debe permitir pavimentar alguna calle antes de la construcción de las redes de alcantarillado necesarias. Lo anterior indica que las actividades municipales deben dar prioridad a los proyectos de agua potable y saneamiento básico sobre los proyectos de pavimentación de vías urbanas.

A continuación se presentan los diagramas o algoritmos para establecer las actividades complementarias en un sistema de alcantarillado sanitario o combinado (figura A.5.2) y un sistema pluvial o combinado (figura A.5.3).

**FIGURA A.5.2**  
**DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS**  
**EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO O COMBINADO**

Valores límites de los parámetros de cobertura según nivel de complejidad					
Parámetro	Símbolo	Bajo %	Medio %	Medio-Alto %	Alto %
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable (%).	AP-AL	10	10	15	15
Conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario (%).	CE Plu/San	15	15	15	15
Porcentaje de infiltraciones (%).	% Inf	15	15	20	20

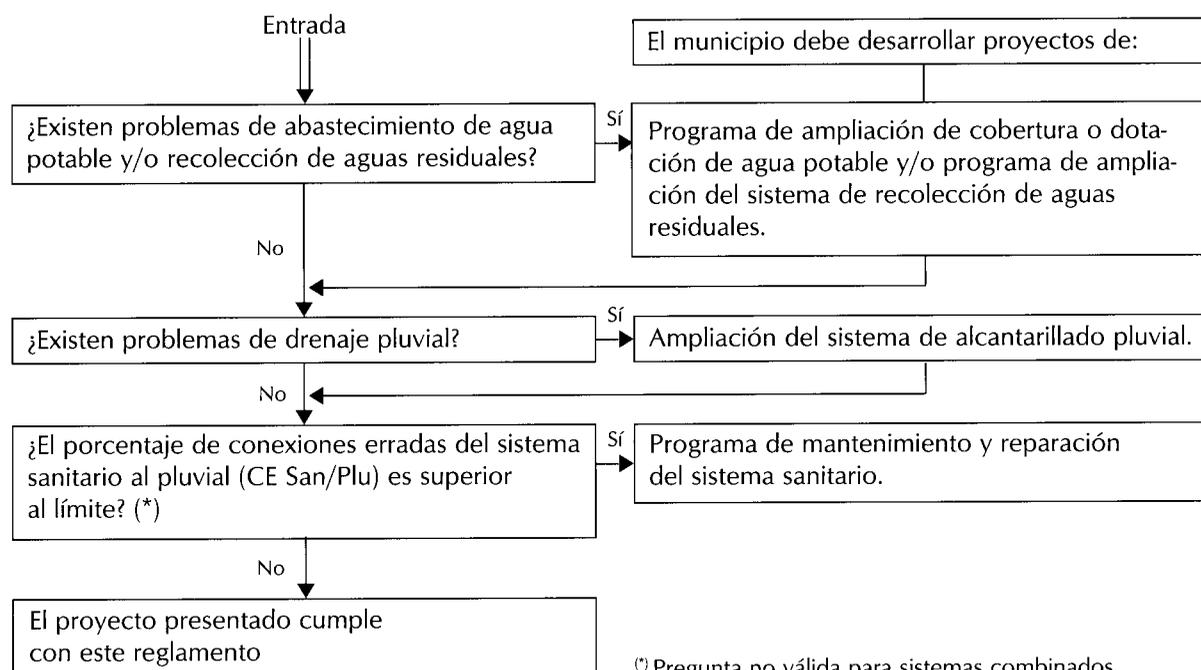


(\*) Pregunta no válida para sistemas combinados.



**FIGURA A.5.3**  
**DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS**  
**EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL O COMBINADO**

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



(\*) Pregunta no válida para sistemas combinados.

### 2.4.3 Tratamiento de aguas residuales domésticas

De acuerdo con el RAS todo proyecto de tratamiento de aguas residuales debe llevarse a cabo cuando un estudio de calidad de agua en la fuente receptora demuestre que existe un problema de salud pública o de carácter ambiental, cuya magnitud amerite la construcción de dicho sistema en el numeral A.5.2.4 el RAS establece lo siguiente:

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

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

La información que se debe recopilar para la definición de las actividades complementarias a través del diagrama que se presenta en la figura A.5.4 es la siguiente:

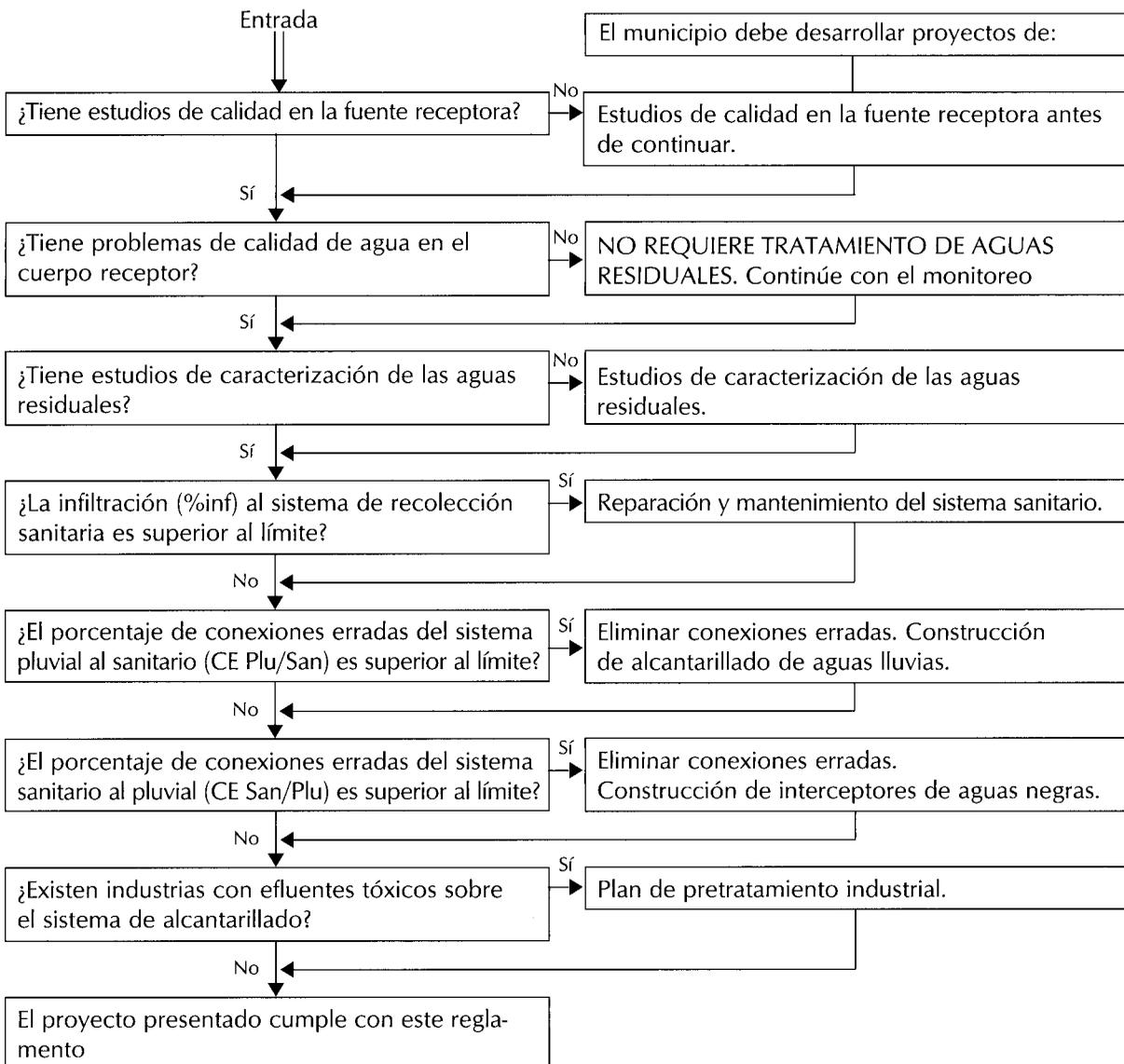
El diagrama o algoritmo que recomienda el RAS para la definición de las actividades complementarias es el siguiente:

**TABLA 3**  
**VARIABLES RELEVANTES PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE UN PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Parámetro	Debe incluir
Estudios de calidad en la fuente receptora.	Mediciones de DBO, DQO y OD y caudal, entre otros.
Caracterización de las aguas residuales (descargas domésticas, comerciales e industriales).	Mediciones de DBO, DQO y OD y caudal, entre otros (ver título E del RAS).
Conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario.	CE Plu/San
Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (CE San/Plu).	CE San/Plu
Porcentaje de infiltración.	% Inf.

**FIGURA A.5.4**  
**DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS**  
**EN UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Valores límites de los parámetros de cobertura según nivel de complejidad					
Parámetro	Símbolo	Bajo %	Medio %	Medio-Alto %	Alto %
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable (%).	AP-AL	10	10	15	15
Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (%).	CE San/Plu	15	15	15	15
Porcentaje de infiltraciones.	% Inf	15	15	20	20



## 2.4.4 Recolección de desechos sólidos

El RAS propone las siguientes actividades complementarias a la ampliación de la cobertura del sistema de recolección de desechos sólidos:

1. Plan de optimización del ruteo
2. Plan de optimización de tamaño y número óptimos de los vehículos.

Estas actividades deben aplicarse al sistema existente y a los diseños de ampliaciones.

La información que deberá recopilarse para evaluar el diagrama de la figura A.5.6 tiene que ver con las variables relevantes para la definición de las actividades complementarias de un proyecto de ampliación de cobertura del sistema de recolección de desechos sólidos; esta es:

Ruteo del sistema actual.

Número de vehículos utilizados para la recolección.

Tamaño de los vehículos empleados para la recolección.

Frecuencia de recolección.

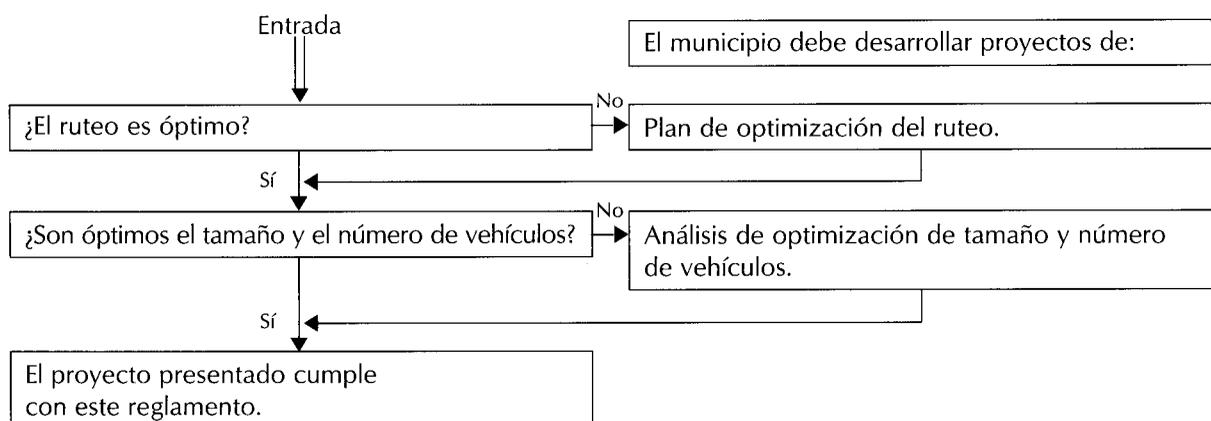
Cantidad de desechos sólidos producidos.

Cantidad de desechos sólidos recolectados.

La figura A.5.6 extraída del RAS describe el orden en que deben evaluarse los aspectos relacionados con la definición de las actividades complementarias:

### FIGURA A.5.6

#### DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS EN UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



## 2.4.5 Sistema de disposición de residuos sólidos

Las actividades complementarias propuestas por el RAS, que se deberán realizar en conjunto con la definición de un lugar adecuado para la disposición de desechos sólidos, son las siguientes:

1. Alternativa de relocalización del sitio de disposición.
2. Plan de mejoramiento y rehabilitación de las obras existentes.
3. Plan de minimización de impactos al medio ambiente.

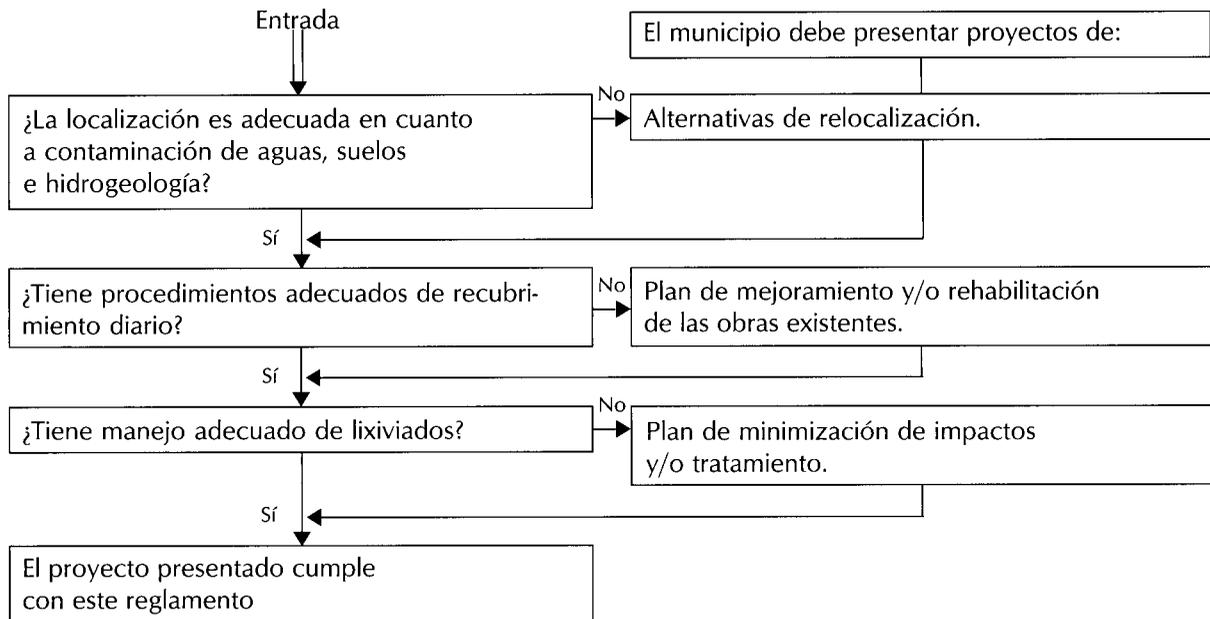
Para definir estas actividades y evaluar la situación de cada municipio respecto al diagrama de flujo presentado en la figura A.5.5, es necesario recopilar la siguiente información:

### CUADRO 4

#### VARIABLES RELEVANTES PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE UN PROYECTO DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Parámetros	Variables
Localización del sitio de disposición actual.	Considerar ubicación de cuerpos de agua cercanos, tipo de suelos e hidrogeología del lugar, así mismo ubicación respecto al crecimiento futuro de la población.
Cobertura diaria.	¿Se hace recubrimiento diario? Tipo de material empleado, espesor de la cobertura, etc.
Manejo de lixiviados.	Caudal de lixiviados generado, mecanismos utilizados para su disposición y tratamiento, etc.

FIGURA A.5.5

**DIAGRAMA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS  
EN UN SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

## Capítulo 3

# EJEMPLO DE APLICACIÓN

En este capítulo se presenta un ejemplo de aplicación práctica que cubre los temas básicos desarrollados en esta Guía, los cuales son: identificación, justificación y priorización de proyectos.

Adicionalmente, como información básica se requiere: definición del nivel de complejidad del sistema, estimación de la población y evaluación de las dotaciones y el cálculo de la demanda de agua; estos temas han sido desarrollados en detalle en la Guía RAS-001.

Para la realización del ejemplo de aplicación de esta Guía RAS-002 se ha escogido al municipio de San Vicente en el departamento de Antioquia; este municipio es el mismo que se tomó como ejemplo para la Guía RAS-001 por lo cual la información de población, definición de complejidad, y dotaciones y demanda de agua está disponible pues ya fue tratada en detalle allí.

### 3.1 INFORMACIÓN BÁSICA

#### 3.1.1 Información general

##### ■ Localización geográfica y límites

El municipio de San Vicente tiene una extensión aproximada de 232 km<sup>2</sup>, y está situado en el oriente del departamento de Antioquia, en la cuenca alta del río Negro.

Limita al norte con los municipios de Barbosa y Concepción, al sur con Marinilla y Rionegro, al oriente con El Peñol, y al occidente con los municipios de Guarne y Girardota.

A nivel geográfico se localiza sobre unas laderas con pendientes fuertes, que forman la microcuenca de las quebradas El Salado por el occidente y La Palma por el oriente; la

elevación media de la zona urbana es de 2.150 msnm y cuenta con una temperatura promedio anual de 17°C. Los límites del casco urbano actual están definidos en el acuerdo municipal 032 de octubre 18 de 1982.

### ■ **Vías de comunicación**

La principal vía de acceso es un ramal pavimentado de 13 km que lo comunica con la autopista Medellín–Bogotá, entre Guarne y Rionegro. Cuenta con aproximadamente 6.000 m de vías urbanas, siendo 5.000 m vehiculares y 1.000 peatonales.

### ■ **Hidrología**

San Vicente se encuentra dentro del área hidrográfica de la cuenca del río Negro–Nare, subcuenca La Compañía y microcuenca quebrada El Salado; como afluente principal tiene a la quebrada La Palma.

### ■ **Clima**

El municipio presenta una precipitación media de 2.150 mm/año, temperatura media de 17°C, brillo solar de 164 horas/mes y humedad relativa del 83%. Bajo estas condiciones se tiene clima frío, con altas precipitaciones, bajas temperaturas, y alta nubosidad y humedad relativa.

### ■ **Ordenamiento territorial**

Se cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial realizado durante el año 1999, donde se recopila toda la información básica del municipio y de la situación de los servicios públicos.

### ■ **Aspectos institucionales**

La entidad encargada de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo es la Secretaría de Servicios Públicos, adscrita a la administración municipal.

## **3.1.2 Población actual y futura**

El estudio de la población actual y futura del área urbana de San Vicente se presenta en detalle en la Guía RAS-001; esta información resumida es la siguiente:

**TABLA 1**  
**RESUMEN DEL ESTUDIO DE POBLACIÓN ACTUAL**  
**Y FUTURA DEL ÁREA URBANA DE SAN VICENTE**

Año	Población (habitantes)
2000	4.350
2005	4.920
2010	5.535
2015	6.205
2020	6.942
2025	7.752
2030	8.650

En la actualidad se tiene el siguiente número de viviendas y establecimientos:

- Viviendas = 1.345
- Establecimientos comerciales = 168
- Establecimientos oficiales = 19
- Total inmuebles = 1.532**

El número de habitantes promedio por vivienda es de 3,14 hab/viv. No se tiene ningún tipo de industria.

### 3.1.3 Nivel de complejidad

Al aplicar la metodología descrita por el RAS, el nivel de complejidad del casco urbano de San Vicente es “medio”. El detalle de la obtención se puede encontrar en la Guía RAS-001.

### 3.1.4 Dotaciones y demanda de agua

#### ■ Consumos medios actuales

Los consumos medios obtenidos de la facturación son:

**TABLA 2**  
**CONSUMOS MEDIOS ACTUALES DE FACTURACIÓN**

Uso	Consumo medio
Residencial	104 L -H -D
Comercial	360 litros por establecimiento por día
Oficial	2.077 litros por establecimiento por día

### ■ Pérdidas de agua

- Aducción = no se conocen
- Planta potabilizadora = 6,3%
- Pérdidas totales en la red de distribución = 40,4%

### ■ Cobertura actual

El acueducto tiene una cobertura actual del 98,7%.

### ■ Demanda actual de agua

La demanda actual de agua tratada, para la cobertura arriba mencionada, es de 10,7 l/s.

### ■ Proyecciones de demanda de agua

La proyección de la demanda total de agua se presenta en detalle en la Guía RAS-001 y se resume a continuación:

**TABLA 3**  
**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA**

Año	Demanda (l/s)
2000	10,7
2005	13,2
2010	16,0
2015	17,2
2020	18,7
2025	20,9
2030	23,3

### 3.1.5 Descripción de la infraestructura del sistema de acueducto

La fuente de abastecimiento es la quebrada La Palma, donde se capta por una bocatoma lateral. La aducción está compuesta por una tubería que lleva el agua al desarenador y de allí, a través de dos tuberías, a la planta potabilizadora. Esta entrega a un tanque de almacenamiento y desde éste se reparte al casco urbano del municipio. Todo el sistema opera por gravedad.

- **Fuente de agua** = Quebrada La Palma  
Q medio = 35 l/s, obtenido de mediciones realizadas por la Corporación Autónoma Regional del los Ríos Negro y Nare, Cornare.

$Q_{95}$  = 11,4 l/s, caudal garantizado el 95% del tiempo. Valor obtenido con datos de caudales que llegan a la planta de tratamiento.

Calidad = Presenta turbiedad y hierro, así como alguna evidencia de contaminación bacteriológica por lo cual no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo. Esta información fue tomada de análisis existentes en la planta potabilizadora.

### ■ **Bocatoma**

Estructura de concreto con captación tipo lateral, con muro de realce, construida hace 50 años y rehabilitada y optimizada hace 19 años; capacidad estimada de 50 l/s.

### ■ **Aducción**

Tubería en PVC,  $\varnothing 203.2$  mm (8") y longitud = 33 m. Edad 19 años. Capacidad = 40 l/s, muy superior a la capacidad de la fuente.

### ■ **Desarenador**

Estructura en concreto. Caudal de diseño = 14 l/s. Edad = 19 años.

### ■ **Conducciones a planta de tratamiento**

Existen dos tuberías en paralelo que funcionan a flujo libre y con 19 cajas de inspección en su recorrido:

Tubería de gres vitrificado,  $\varnothing 152.4$  mm (6"), L = 3.510 m. Edad = 50 años. Caudal máximo de 9,2 l/s.

Tubería de concreto,  $\varnothing 203.2$  mm (8"), L = 3.510 m. Edad = 18 años. Caudal máximo de 18,0 l/s.

La capacidad máxima de las dos tuberías es de 27,2 l/s.

En general se puede observar que la capacidad de la infraestructura de captación y conducción de agua cruda de la quebrada La Palma está sobredimensionada respecto a la oferta hídrica de la fuente con fines de suministro de agua, que exige una confiabilidad del 95 % del tiempo en los caudales suministrados. En este caso la fuente sólo puede garantizar 11.4 l/s con esta confiabilidad, valor que apenas alcanza a cubrir los requerimientos actuales de la demanda, por lo cual será necesario plantear en forma inmediata un proyecto que permita aprovechar una nueva fuente de agua.

### ■ **Planta de tratamiento**

Del tipo convencional, con dos módulos cada uno con capacidad cercana a los 15 l/s, para una capacidad total de 30 l/s. Edad = 19 años.

La calidad del agua tratada cumple con todos los requerimientos del Decreto 475 de 1998.

#### ■ **Tanque de almacenamiento**

Estructura en concreto reforzado, ubicada en inmediaciones de la planta de tratamiento y con capacidad de 140 m<sup>3</sup>. Edad = 18 años.

#### ■ **Red de distribución**

Tuberías con diámetros de: 152.4 mm (6"), 101.6 mm (4"), 76.2 mm (3"), 50.8 mm (2") y 38.1 mm (1 ½") de PVC, con una longitud total de 7.300 m; presenta pocos daños. Edad = 19 años. Capacidad máxima estimada de 20 l/s.

#### ■ **Macromedición**

Existe un macromedidor de caudales del tipo de hélice, instalado en la tubería de 152.4 mm (Ø6") de salida del tanque de almacenamiento hacia la red de distribución. Permite medir en forma instantánea y en forma acumulada el caudal y el volumen de agua tratada que se entrega a la red de distribución del acueducto.

#### ■ **Micromedición**

Se tienen 1.516 suscriptores (de 1.532 posibles). En todos se tienen instalados micromedidores (cobertura = 100%); de estos 1.329 son de uso residencial, 168 de uso comercial y 19 de uso oficial. Los medidores tienen unos diez años de instalación y no son objeto de revisión, mantenimiento y calibración.

Al analizar la facturación de los 1.516 micromedidores, 441 presentan problemas de submedición por lo cual se cree que están dañados. Por lo tanto la cobertura real de la micromedición –también llamada medición efectiva– es del 70%.

### **3.1.6 Descripción de la infraestructura existente del sistema de alcantarillado**

San Vicente dispone de un alcantarillado sanitario con 4.823 metros de longitud de tuberías, de los cuales 4.388 metros son en concreto de 203.2 mm (Ø8") y 435 m en PVC de 152.4 mm (Ø6"). El sistema fue construido hace 39 años y consta adicionalmente de 114 pozos de inspección en ladrillo y 23 cajas de inspección. Las aguas negras descargan a través de 15 entregas a los cauces naturales que cruzan el área urbana del municipio (quebradas El Salado y La Palma).

Las aguas lluvias discurren directamente por las calles y a ellas descargan las bajantes de los techos de las viviendas; las aguas entregan a las dos quebradas que drenan al

municipio (Las Palmas y El Salado) aprovechando las fuertes pendientes de las vías vehiculares y peatonales.

### ■ Cobertura alcantarillado sanitario

El cubrimiento de la red de recolección de aguas servidas se estima en 78%.

### ■ Conexiones erradas

Existen dos antiguos sumideros conectados al sistema de alcantarillado sanitario; estas entradas de aguas lluvias al sistema sanitario son las únicas conexiones erradas visibles. De otro lado, en los solares de las casas, en su mayoría zonas verdes, no se tiene drenaje pluvial y el agua se infiltra; en algunos casos estos solares se han pavimentado y el agua lluvia recolectada se drena en forma interna al sistema sanitario, siendo una conexión errada difícil de detectar y de subsanar por parte de los operadores del sistema.

### ■ Fuentes receptoras

De estudios existentes en Cornare, corporación encargada del saneamiento de la cuencas en el oriente antioqueño, se extrajo la siguiente información de la fuente receptora principal de las aguas residuales y lluvias de San Vicente (quebrada La Palma) y su principal afluente en el casco urbano (quebrada El Salado):

- Quebrada La Palma: área drenaje = 3,1 km<sup>2</sup>, caudal medio de 118 l/s y mínimo mensual de 23 l/s, pendiente longitudinal del 1%, presenta algunos olores en época seca, descarga a la quebrada El Salado dentro del casco urbano del municipio.
- Quebrada El Salado: área de drenaje = 6,3 km<sup>2</sup>, con caudal medio mensual de 218 l/s y de 41 l/s en el mes más seco. Aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Palma el caudal medio es de 500 l/s y el mínimo mensual de 100 l/s.

### ■ Caudales de infiltración

No se conocen; en las visitas de campo se puede apreciar que el suelo sobre el cual se desarrolla el casco urbano es bastante impermeable, y que la mayoría de las calles están pavimentadas con pavimento rígido. No hay evidencia de niveles freáticos por la topografía quebrada que tiene el municipio.

### ■ Caudales de aguas negras

El promedio de caudal de aguas negras actual entregado a las quebradas en épocas secas a través de las 15 descargas existentes se ha estimado en 8,7 l/s por la Secretaría de Servicios Públicos; esto corresponde a un coeficiente de retorno del orden del 80% del consumo de agua potable. La capacidad de los diferentes colectores es suficiente debido

a las altas pendientes disponibles, y no existen indicios de reboses de aguas negras, aun en épocas de lluvias.

### ■ Caracterización de aguas residuales

A partir de estudios realizados por Cornare a finales del año 1999, se disponen de ensayos de caracterización puntuales de la fuente receptora antes y después de recibir la descarga del alcantarillado sanitario y, además, se tiene una caracterización integrada de estas descargas.

Los resultados de los principales parámetros medidos son:

**TABLA 4**  
**RESULTADOS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS MEDIDOS**

Parámetro	Fuente receptora antes de descarga	Fuente receptora después de descarga	Descarga integrada alcantarillado sanitario
Caudal (l/s)	500	800	8,0
PH (Unidades)	6,9	7,0	7,7
DQO (mg/l)	55	106	705
DBO5 (mg/l)	7,7	18,0	459
Acidez CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	4,4	6,1	41,4
Fósforo total (mg/l)	0,5	0,6	9,8
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,2	6,6	—

De estas mediciones se resaltan los siguientes puntos de interés:

- Las mediciones corresponden a muestras integradas durante un período continuo de 24 horas, en una época con algo de lluvia.
- La distancia entre el primer sitio de descarga a la fuente receptora (quebrada El Salado) y el último es de unos dos kilómetros y dentro de este tramo se recibe la afluencia de la quebrada La Palma.
- No se tiene información de la existencia de descargas de tipo industrial ni de efluentes tóxicos, pues el 90% del uso del agua es residencial y el 10% restante es de uso comercial e institucional.

### ■ Tratamiento de aguas residuales

En la actualidad no existe ningún tipo de tratamiento de aguas residuales.

### 3.1.7 Descripción de la infraestructura existente del sistema de recolección y disposición de desechos sólidos

El servicio de recolección es prestado por la Secretaría de Servicios Públicos a través de una cooperativa que separa las basuras en un 50%. La recolección se hace dos veces por semana y los desechos son llevados a un relleno sanitario.

#### ■ Cobertura

Se tienen registrados 1.445 usuarios de 1.532 posibles (95% de cobertura); sin embargo, se estima que se recoge el 100% de la basura que se saca a las calles.

#### ■ Número y tamaño de vehículos recolectores

Se usa una volqueta de 3,5 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### ■ Ruteo del sistema actual

Recorre todas las vías y accesos vehiculares.

#### ■ Cantidad de desechos sólidos producidos y recolectados

Se estima que se producen unas seis toneladas al día de las cuales cinco van al sitio de disposición final. Se asume que el resto es material recuperado para reuso.

#### ■ Relleno sanitario

Existe un relleno sanitario diseñado para una vida útil de 30 años que lleva ocho años en operación; no existe manejo ni tratamiento de lixiviados. El relleno está ubicado a unos 6 km del casco urbano del municipio.

## 3.2 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

Analizada la información básica existente en el municipio, y realizadas las entrevistas con las autoridades municipales y funcionarios encargados de la prestación de los servicios públicos, en los sistemas de agua potable y saneamiento básico del casco urbano del municipio se detectan los siguientes problemas:

1. Necesidad de ampliar la producción de agua potable a corto plazo, por insuficiencia de la fuente actual.
2. Ampliación inmediata de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario, pues se estima que su cobertura es aún baja (78%).
3. Recolección y separación de las aguas servidas, y conducción a un sitio de probable tratamiento, a corto plazo, pues las múltiples descargas actuales empiezan a

generar problemas sanitarios y ambientales notorios en épocas de verano, cuando la dilución en las fuentes receptoras es menor.

4. Posible implantación de un sistema de tratamiento de aguas residuales a mediano plazo, con el fin de mejorar la calidad de agua en la fuente receptora y del sistema hídrico aguas debajo de esta.

La solución de cada uno de estos problemas implica la ejecución de un proyecto, el cual en este momento sólo está identificado. Para los proyectos de ampliación (numerales 1 y 2) es necesario analizar y diagnosticar la infraestructura existente de acueducto y alcantarillado sanitario, y compararla con la demanda prevista del servicio para así determinar las necesidades reales de ampliación y justificar plenamente los proyectos.

Para los proyectos que implican la construcción de una infraestructura que no existe (recolección y tratamiento de aguas negras), es necesario estudiar los problemas de salud pública y deterioro del medio ambiente que causa la situación actual y los beneficios que traería su implementación.

### 3.3 DEFINICIÓN DE NECESIDADES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para justificar un proyecto y cuantificar las obras necesarias para atender los requerimientos de la prestación del servicio se debe comparar la oferta actual (infraestructura existente) contra la proyección de la demanda. En caso de no existir infraestructura la justificación se realiza por carencia del servicio o como solución a un problema de salud pública o de deterioro del medio ambiente.

Para los cuatro proyectos analizados en este ejemplo se tienen las siguientes definiciones de necesidades:

#### 3.3.1 Proyecto de agua potable

Según el título B del RAS, para un municipio de *nivel de complejidad medio* se tienen los siguientes períodos de diseño para el análisis de los componentes del sistema de acueducto:

- Captaciones superficiales, aducciones y conducciones, y redes matrices = 20 años.
- Tanques de almacenamiento y compensación = 25 años.
- Redes principales y menores = 15 años.

Para la ejecución del estudio de planeamiento de acueducto y alcantarillado, como práctica de buena ingeniería se recomienda utilizar para el nivel de complejidad medio un valor promedio de los períodos de diseños anteriores; esto es 20 años.

Por lo tanto, las evaluaciones del sistema de agua potable deben realizarse teniendo como año horizonte de diseño el 2020, donde la demanda media total (Q) es de 18,7 l/s que corresponde a una población esperada de 6.942 habitantes y cobertura del 100% (ver numeral 5.5.2 de la Guía RAS – 001).

A partir de estos requerimientos de agua (demanda) el análisis de capacidad de cada componente es el siguiente:

**TABLA 5**  
**ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CADA COMPONENTE A PARTIR DE LA DEMANDA DE AGUA**

Componente	Capacidad actual (l/s)	Capacidad (1) Requerida (año 2020) (l/s)	Requerimientos de ampliación (l/s)
Fuente agua (Q 99%)	11,4	QMD +10% pérdidas = 28,2 l/s	Buscar nueva fuente Q95% > 16,8 l/s.
Bocatoma	50,0	28,2 l/s	Suficiente para fuente actual, pero no para nueva fuente.
Aducción	40,0	28,2 l/s	Suficiente para fuente actual, pero no para nueva fuente.
Desarenador	14,0	28,2 l/s	Nuevo desarenador Q = 14 l/s, en nueva fuente.
Conducción	27,2	28,2 l/s	Capacidad ligeramente excedida. (2) (3)
Planta potabilizadora	30,0	28,2 l/s	Suficiente.
Tanque de almacenamiento	140 m <sup>3</sup>	1/3 * volumen diario con QMD = 737 m <sup>3</sup>	Ampliar 600 m <sup>3</sup> .
Redes matrices principales y menores	20,0	38.40 l/s = QMH	Ampliar.

- (1) Se asumieron los siguientes valores (ver detalle del numeral 5.5.4 Guía RAS-001):  
QMD = 1,3 Q = 25.6 l/s  
QMH = 1,95 Q = 38,4 l/s
- (2) Actualmente la conducción de gres Ø6" tiene 50 años; en el año 2020 tendrá 70 años. Requiere renovación por cumplimiento vida útil (mayor a 40 años según RAS, tabla A.4.2).
- (3) Dependiendo de la ubicación de la nueva fuente se requerirá una conducción diferente a la actual.

La tabla 5 justifica y define las necesidades de ampliación. Por lo tanto, el proyecto de agua potable requerido para ser suficiente hasta el año 2020 debe cubrir:

- Búsqueda de nueva fuente de abastecimiento con un Q 95% mínimo de 16,8 l/s.
- Implementación de una nueva captación, tubería de aducción, desarenador y tubería de conducción, para transportar el agua a la planta de tratamiento actual. Estos elementos se podrían obviar si es posible realizar el trasvase de aguas

de cuencas vecinas a la fuente actual, caso en el cual se aprovecha la infraestructura sobredimensionada que ésta tiene en la actualidad.

- Ampliación del tanque de almacenamiento en mínimo 600 m<sup>3</sup>.
- Ampliación de las redes de distribución (tuberías principales y menores).

### 3.3.2 Proyecto de alcantarillado

El rezago entre la cobertura de alcantarillado respecto al agua potable es del 20,7% (98,7% -78%), por lo cual se requiere ampliación del sistema actual en forma inmediata. Además, como la cobertura del sistema de acueducto para el año 2020 es del 100%, la cobertura del alcantarillado sanitario en ese año debe cubrir mínimo el 90% de la población proyectada (6.942 habitantes); esto equivale a manejar un caudal medio de retorno de aguas negras del orden de 15,8 l/s (coeficiente de retorno similar al 80%). A partir de este caudal se obtiene el caudal de diseño de las tuberías de alcantarillado sanitario, de acuerdo con la metodología prevista en el título D del RAS.

El proyecto de alcantarillado involucra varios componentes:

- Ampliación de la red de recolección para llegar a las coberturas propuestas.
- Construcción de interceptores a lado y lado de las quebradas receptoras del alcantarillado sanitario (Las Palmas y El Salado) con el fin de recoger las 15 entregas actuales y las necesarias en el futuro. Estos interceptores deben llevar las aguas residuales al sitio escogido para el tratamiento de las aguas negras.
- Verificación de la capacidad de las redes actuales para los requerimientos futuros, y definición y construcción de las eventuales tuberías de ampliación.
- Continuación de la política de manejo de aguas lluvias drenándolas a través de las calles, eliminación de los dos sumideros existentes e implementación de programas para la eliminación de conexiones de aguas lluvias al sistema sanitario dentro de las viviendas.

### 3.3.3 Proyecto de tratamiento de aguas residuales domésticas

Como se mencionó, en las quebradas La Palma y El Salado, que son las fuentes receptoras de aguas negras, se tienen problemas de contaminación pues en el verano los caudales mínimos mensuales son de unos 100 l/s, de los cuales 8,7 l/s corresponden a aguas negras con una dilución de 11,5. Individualmente, la quebrada La Palma maneja el 50% del caudal de aguas negras (4,3 l/s) y su caudal mínimo puede llegar a 27 l/s lo cual indica una dilución de 6,4, que es muy baja. Lo anterior conlleva a problemas de salubridad a los vecinos de las quebradas y a los posibles usuarios en un tramo aguas

debajo de la quebrada El Salado, en la quebrada La Compañía y el río Negro de los cuales es afluente. Hacia el futuro la situación empeora pues el caudal medio de aguas negras llega hasta unos 15,8 l/s.

Esta situación ya ha sido observada y analizada por Cornare, entidad que ha solicitado al municipio el pronto tratamiento de las aguas residuales, dentro de las obras de mejoramiento del medio ambiente y recursos hídricos de la zona oriente del departamento de Antioquia, donde tiene su jurisdicción.

La planta de tratamiento debe manejar inicialmente un caudal medio del orden de 10 l/s y hacia el año 2020 un caudal del orden de 19 a 21 l/s.

### 3.4 PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

Al aplicar al municipio de San Vicente (nivel de complejidad medio) el diagrama general de priorización de proyectos propuestos por el RAS (figura A.5.1), se tendrá:

#### ■ Valores límites de las variables de cobertura de servicio

**TABLA 6**  
**VALORES LÍMITES DE COBERTURA DEL SERVICIO**

Parámetro	Cobertura actual (%)	Cobertura año 2020, sin obras (%)
Cobertura de agua potable (Cob-AP)	98,7	58,0
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable (AP-AL)	20,7	46,0
Cobertura de recolección de desechos sólidos (Cob RDS).	95,0	59,5

Actualmente sólo se tiene deficiencia en el rezago AP-AL. Sin embargo hacia el año de diseño, si no se realizan obras de ampliación, los sistemas de acueducto, alcantarillado sanitario y recolección de desechos sólidos serían completamente insuficientes.

#### ■ Definición de proyectos prioritarios

Si se aplica el algoritmo general de priorización, al año horizonte de diseño (2020) se tiene la siguiente lista de proyectos, en orden de prioridad:

<b>Criterios de análisis</b>		<b>Proyectos a desarrollar en orden de prioridad</b>
Cob-AP < Límite (90%).	→ Sí	1. Proyecto de ampliación de producción y distribución de agua potable, a corto plazo.
Rezago (AP-AL) > Límite (10%).	→ Sí	2. Proyecto de ampliación sistema de alcantarillado sanitario (Redes + Interceptores). Aumentar cobertura en forma inmediata, interceptores a corto o mediano plazo.
Cob RDS < Límite (85%).	→ Sí	No requiere proyecto, sólo ampliación de la recolección.
Tiene disposición controlada de desechos sólidos.	→ Sí	No requiere proyecto.
Tiene tratamiento de aguas residuales.	→ No	3. Proyecto de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
Puede implementar programas de reciclaje de desechos sólidos.	→ Ya tiene	No requiere proyecto.

### 3.5 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Para los proyectos identificados, justificados y priorizados se tienen las siguientes actividades complementarias:

#### 3.5.1 Proyecto de ampliación del suministro de agua potable

Al aplicar el algoritmo de la figura A.5.1.A se tendrán las siguientes actividades:

<b>Criterios de análisis</b>		<b>Proyectos complementarios a desarrollar</b>
Rezago (AP-AL) > 10%	→ Sí	Proyecto de alcantarillado sanitario (ya identificado).
La calidad del agua cumple con el Decreto 475/98.	→ Sí	No requiere proyecto.
Cobertura de macromedición inferior al 100%.	→ No	No requiere proyecto.
Cobertura de micromedición inferior al 100%.	→ Sí	Aunque nominalmente se tiene el 100%, la cobertura real es del 70%; se deben reemplazar inmediatamente 441 micromedidores defectuosos y establecer programas de mantenimiento, reparación y ampliación para nuevos usuarios.
Porcentaje de pérdidas totales > 30%.	→ Sí	Programa de control de pérdidas; se logra eliminando pérdidas comerciales con cambio de micromedidores. Al hacerlo las pérdidas disminuyen a un 20%.
Cumple con las dotaciones establecidas en el capítulo B.2.	→ Sí	No requiere proyecto adicional.

En resumen, el proyecto de agua potable requiere de dos proyectos complementarios:

- Proyecto de aumento de la cobertura del alcantarillado sanitario (ya identificado).
- Proyecto de reducción de pérdidas totales enfocado al cambio de los micromedidores averiados y al establecimiento de un programa continuo de reparación y reposición de medidores defectuosos e instalación de micromedidores a los nuevos usuarios.

### 3.5.2 Proyecto de ampliación de alcantarillado sanitario

Cubre la ampliación de redes para aumentar coberturas y la construcción de interceptores de aguas negras para lograr el saneamiento de las quebradas o fuentes receptoras. De acuerdo con la figura A.5.2 se tienen los siguientes proyectos complementarios:

Criterios de análisis		Proyectos complementarios a desarrollar
Las dotaciones de agua potable son notoriamente inferiores o superiores a las especificadas por el RAS en el título B.	No →	No requiere proyecto de ampliación de cobertura de agua potable.
El porcentaje de conexiones erradas de aguas lluvias a sanitarias es mayor al 15% (relación caudales).	No →	No requiere mejoramiento de sistemas de aguas lluvias, ni rehabilitación del sistema sanitario para este fin.
El porcentaje de infiltración (relación de caudales) al sistema de recolección de aguas residuales es mayor a 15%.	No →	No se requiere rehabilitación del sistema sanitario.
Existen problemas de fugas del sistema sanitario.	No →	No, se requiere renovación de redes.

En resumen, el proyecto de alcantarillado sanitario en el caso de San Vicente no requiere la ejecución de ningún proyecto complementario.

### 3.5.3 Proyecto de tratamiento de aguas residuales

De acuerdo con el diagrama de la Figura A.5.4 el proyecto de tratamiento de aguas residuales requiere de las siguientes actividades complementarias:

En resumen, el proyecto de tratamiento de aguas residuales sólo requiere de un proyecto complementario que es la construcción de interceptores de aguas negras a lo largo de las quebradas receptoras, proyecto ya identificado e incluido dentro de la ampliación del sistema de recolección de aguas residuales.

Criterios de análisis		Proyectos complementarios a desarrollar
Tiene estudios de calidad de la fuente receptora.	Sí →	No requiere caracterización de fuente receptora.
Tiene problemas de calidad del agua en el cuerpo receptor.	Sí →	Requiere tratamiento de aguas residuales (proyecto ya identificado).
Tiene estudios de caracterización de las aguas residuales.	Sí →	No requiere caracterización de aguas residuales
El porcentaje de infiltración al sistema sanitario es > 15%.	No →	No requiere reparación ni mantenimiento del alcantarillado sanitario.
Las conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario son > 15%.	No →	No requiere mejoras al sistema pluvial. Sólo se deben desconectar dos sumideros existentes.
El porcentaje de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial es > 15%.	Sí →	Todas las aguas negras van a las quebradas. Se deben construir interceptores de aguas negras (proyecto ya identificado).
Existen industrias con efluentes tóxicos sobre el sistema sanitario.	No →	No se requieren pretratamientos industriales.

## BIBLIOGRAFÍA

*Anuario estadístico subregional –Altiplano Oriente Antioqueño, Proyecciones de población por municipios (1999-2010), Masora, 1997.*

Componente institucional del ente prestador de los servicios de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de San Vicente, Ing. Beatriz Zuluaga Ramírez, 1997.

Estudio de estratificación urbana del municipio de San Vicente, Ing. Consuelo de la Cruz, noviembre de 1997.

Estudios y diseños del plan maestro de saneamiento, acueducto y alcantarillado de la zona urbana del municipio de San Vicente, Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare (Cornare), febrero de 2000.

Estudios y diseños para la rehabilitación y optimización del acueducto del municipio de San Vicente, Ing. Rodrigo Betancur Mazorra, 1978.

Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de San Vicente, Masora, 1999.

Plan maestro de acueducto y alcantarillado del municipio de San Vicente, Antioquia, Cornare - Hidrotec, 1999.

Planes de Gestión y Resultados años 1999 y 1998, Secretaría de Servicios Públicos de San Vicente.

Resolución 04 de junio 9 de 1994, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), por la cual se establecen los niveles máximos de consumos básicos de agua potable en Colombia.