

# Planes departamentales de acueductos en Colombia. Marco general y conceptual. Criterios

## Departments' aqueduct plans in Colombia. General and conceptual framework. Criteria

HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ<sup>1</sup> - MÓNICA LILIANA RODRÍGUEZ MUÑOZ<sup>2</sup>

1. Profesor Titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

2. Magíster en Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

alfonso.rodriguez@escuelaing.edu.com - monica.rodriguez@mail.escuelaing.edu.co

Recibido: 06/08/2017 Aceptado: 31/08/2017

Disponible en [http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones\\_revista](http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista)

### Resumen

Por medio de este artículo los autores quieren presentar un análisis de la estructura y situación actual de los planes departamentales de agua en Colombia. Por consiguiente, es preciso establecer que los planes en relación con el suministro y cobertura de agua potable son una herramienta fundamental, cuyos objetivos primordiales son conocer la situación actual de una región, identificar fortalezas y debilidades, crear y planificar opciones y diseños particulares, incrementar indicadores (calidad, cobertura y continuidad), mejorar la calidad del servicio de suministro de agua potable y, finalmente, permitir el desarrollo y crecimiento de una población.

De acuerdo con estas características mencionadas previamente, los criterios y la estructura actual de los planes, se identificaron las fortalezas y debilidades que han tenido éstos durante su desarrollo, con el fin de exponer algunas recomendaciones que podrían ayudar a transformar en fortalezas las debilidades de los planes en el aspecto técnico (términos de referencia, estudios técnicos y relación con etapas de posdiseño), con la intención de que se cumplan los objetivos del proyecto y que se tengan en cuenta las necesidades actuales y futuras de la población.

**Palabras claves:** acueducto, términos de referencia, alcance, estudios técnicos, municipio, indicadores.

### Abstract

In this article, the authors want to show an analysis of the structure and current situation of departments' water plans in Colombia. Therefore, it is necessary to establish that these plans, in terms of drinking water supply and coverage, are a fundamental tool, whose prime objectives are getting to know the current situation of a region, identifying strengths and weaknesses, creating and planning specific options and designs, increasing statistical results (quality, coverage, and continuity), improving drinking water supply service quality, and, finally, allowing the development and growth of a population.

According to the previous information, strengths and weaknesses throughout the works' development are identified to make suggestions that may help shift weaknesses into strengths for plans in their technical aspects (reference terms, technical designs, and relationship with post-design stages), with the purpose of complying with the expected project goals, bearing in mind the current and future needs of the population.

**Keywords:** aqueduct, reference terms, reach, technical studies, municipality, estimates.

## ANTECEDENTES

Desde el surgimiento de la Constitución Política de 1991, se instituyó en Colombia que todas las personas deberían tener acceso a los servicios públicos básicos, con arreglo a la Ley 142 de 1994. De igual manera, se estableció que sólo en algunos casos los municipios podrían prestar el servicio de agua, dado que siempre debería prestarse a través de empresas especializadas.

Por consiguiente, se asignó a cada uno de los municipios del país la obligación de cumplir con este reto, pero con el paso de los años se pudo observar que era necesario brindar una colaboración no sólo económica sino técnica para estructurar las empresas prestadoras del servicio en cada municipio.

Con base en lo anterior, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial empezó a implementar los programas de modernización empresarial (PME) en 1998, los cuales tenían como fin brindar apoyo económico y técnico, de modo que se permitiera la entrada a nuevos operadores especializados y el mejoramiento de la gestión empresarial de los pequeños prestadores, lo cual se denominó Programa de Cultura Empresarial.

De acuerdo con esta iniciativa, el gobierno nacional brindó apoyo, asistencia técnica y recursos para la financiación de planes de obras e inversiones integrales, así como la estructuración técnica, legal y financiera de esquemas de prestación de los servicios públicos domiciliarios.

Por medio de estos nuevos lineamientos se contribuyó a crear y consolidar entidades autónomas que garantizaran la adecuada prestación del servicio de acueducto, a través del cumplimiento de los indicadores de calidad, continuidad y cobertura.

A pesar de que este programa se inició en 1998, se pudo observar que no se estaba dando cumplimiento a todos los indicadores, lo que llevó al gobierno nacional a diseñar una nueva estructura que ayudara a cada uno de los municipios, pero que en su fundamento cumpliera con los mismos objetivos que tenían los PME.

No obstante, antes de la implementación de los planes departamentales de agua (PDA) en el año 2006, el departamento del Cesar ejecutó un plan piloto a través de la solicitud de créditos, que permitió la construcción de obras de inversiones, ajuste y fortalecimiento institucional de las empresas municipales, al igual que los gastos de evaluación técnica contemplados en el programa de transformación estructural de la prestación

de los servicios de agua potable y saneamiento básico (APSB). Este proyecto se realizó de acuerdo con las políticas establecidas por el gobierno, cuyo principal objetivo era incrementar la cobertura del sistema de abastecimiento de agua potable al 95 % y el de acueducto al 85 %.

Con este antecedente, los municipios, el departamento y el gobierno se unen y crean los planes departamentales de agua para el manejo empresarial de los servicios de agua potable y saneamiento básico en el año 2007.

Por otra parte, los PDA se han ajustado con las experiencias de los últimos años, razón por la cual se dividieron en planes para las capitales y centros urbanos y en planes para acueducto rural. Por tal motivo, los planes para las capitales y centros urbanos se desarrollan en el marco del Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad - Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PAP-PDA), los cuales tienen como fundamento la participación interdisciplinaria e interinstitucional del departamento, los municipios o distritos, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y las autoridades ambientales con jurisdicción en los municipios o distritos ubicados en el territorio del respectivo departamento.

## INDICADORES DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTOS EN COLOMBIA

Con base en lo anterior, una de las maneras para analizar si los planes han surtido efecto en Colombia consiste en determinar el estado en que se encuentran los acueductos. Para ello es necesario analizar varios factores, como la cobertura del sistema, la calidad y la continuidad con la cual se está suministrando agua a una región o lugar.

Dado lo anterior, existen entidades como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Unicef, que a partir de sus estudios mostraron el avance en la cobertura, la calidad y la continuidad del servicio de acueducto.

Así, para el año 2005 se tienen registros de la cobertura del sistema, a partir de las estadísticas del DANE para ese año, el cual presentó el estado de la cobertura

de los servicios públicos en las zonas urbana y rural, registrando para el año 2005 una cobertura del 94,3 % para la zona urbana y del 47,1 % para la rural, según el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI).

Para el año 2008, el DANE registró un incremento entre los años 2005 y 2008 de la cobertura del suministro de agua potable en la zona urbana, correspondiente a 0,5 puntos porcentuales, mientras que para la zona rural este valor es de 11,2 puntos porcentuales, lo que demuestra que el país se ha concentrado en incrementar la cobertura en la zona rural.

Según los registros definidos por el DANE en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV), el servicio de acueducto a escala nacional tuvo un aumento del 86,7 (2008) al 87,6 % en el 2010. Al discriminar las zonas urbana y rural, se obtuvo que para las cabeceras se incrementó la cobertura de un 94,8 % (2008) a 95,9 % (2010), mientras que en el sector rural, en comparación con los datos registrados en el año 2008, hubo una reducción del 58,3 al 57,1 %.

A pesar de que el gobierno colombiano hizo un esfuerzo importante para inyectar recursos al sector de agua potable y saneamiento básico, entre los años 2010 y 2011 se presentó el fenómeno climático conocido como la Niña, el cual afectó significativamente la infraestructura y la prestación de los servicios de agua potable en el ámbito nacional. Los perjuicios ocasionados por este fenómeno aún no se han solucionado en su totalidad.

Éste ha sido el mayor inconveniente de tipo económico, pues debido a dicho fenómeno el gobierno nacional ha destinado cuantiosos recursos para la rehabilitación de los sistemas de acueducto y alcantarillado de por lo menos 409 municipios, lo cual redujo en gran medida los dineros destinados al incremento de la cobertura del servicio de agua potable para algunos municipios que aún carecen del sistema o cuya infraestructura es casi nula.

Así, al hacer un análisis comparativo entre las estadísticas registradas para los años 2008 y 2010, se pudo definir que la cobertura en el servicio de acueducto tuvo una disminución significativa del 87,6 al 87,3 % en el 2010. Sin embargo, en el sector rural hubo una reducción un poco mayor, del 57,1 al 56,3 %.

## ESTRUCTURA DE LOS PLANES DEPARTAMENTALES DE AGUA

La estructura institucional y el contenido de los planes provienen de una serie de modificaciones desde el surgimiento del Conpes 3463, “Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo”, hasta la última reglamentación, generada en el Decreto 2446 de 2012.

A continuación se mencionan todos los principales actores involucrados como las características de cada una de las fases que los componen.

### Actores de un plan departamental

Los actores son las entidades directamente implicadas en el desarrollo y ejecución de los planes. El Decreto 3200 de 2008 los reglamentó y mediante el Decreto 2446 de 2012 se siguen manteniendo estas instituciones como principales actores involucrados en los planes:

- El departamento.
- Los municipios o distritos.
- El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- El Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Las autoridades ambientales con jurisdicción en los municipios ubicados en el territorio del respectivo departamento.

Así mismo, se encuentran las estructuras operativas reglamentadas por el Decreto 3200 de 2008 y modificadas por los decretos 4214 de 2011 y 2446 de 2012. Para esta nueva estructuración, la Gerencia Asesora no está presente; no obstante, el decreto establece que si aparece en los proyectos que se están desarrollando actualmente se debe continuar con ella hasta su finalización.

### Fases de un plan departamental de agua

En el Decreto 3200 de 2008 se determina que los planes departamentales se componen de la fase I y la fase II, que tienen como fin el diagnóstico, la estructuración y la implementación de los planes.

**Fase I.** En esta fase, la cual parte de un convenio que se suscribe entre el Ministerio de Vivienda y el de-

partamento se inician los planes. En este convenio, el departamento se compromete a:

- Acoger la política, lineamientos, principios y objetivos sectoriales establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, documentos Conpes, y los demás que definan las instancias nacionales competentes en materia de agua potable y saneamiento básico.
- Tomar las medidas necesarias para implementar esa política.
- Desarrollar las gestiones que resulten pertinentes, incluyendo las acciones que correspondan al nivel municipal para su vinculación al PDA.
- Aportar los recursos a los que hace referencia el artículo 6 de la Ley 1176 de 2007, de acuerdo con lo previsto en el artículo 10 de dicha ley y en el convenio.

Esta fase, a su vez, se divide en dos etapas: diagnóstico y estructuración, que se definen de la siguiente manera.

**Etapa I. Diagnóstico.** En la etapa de diagnóstico se recopila la información requerida para conocer el estado actual de la prestación del servicio de acueducto en el municipio. Para ello es necesario acudir a diferentes fuentes, como estudios disponibles, sistemas de información sectorial, DANE, empresas de servicios públicos, planes departamentales de agua y demás fuentes que provean información sobre cobertura, calidad, continuidad y aseguramiento en la prestación de los servicios públicos.

**Etapa II. Estructuración.** El objetivo de esta segunda fase es definir la estructura final del Plan Departamental de Agua Potable y Saneamiento Básico en sus aspectos técnicos, institucionales y financieros. Es decir, determinar los esquemas óptimos de financiación, operación, administración y ejecución del Plan Departamental, asegurando su viabilidad financiera.

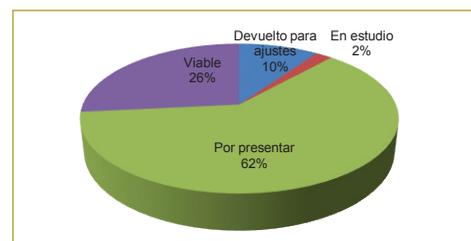
Así mismo, se plantean las estrategias que comprenden las acciones que debe realizar la entidad territorial para suplir las necesidades identificadas en la etapa del diagnóstico, considerando los recursos disponibles. En la formulación de las metas, el municipio debe tener en cuenta las estrategias y programas que implementará durante el periodo de gobierno para alcanzar los objetivos sectoriales.

**Fase II.** En el Decreto 3200 de 2008 se define que durante esta fase se deben implementar las estructuras operativas y el esquema fiduciario para el manejo de recursos, y se desarrollan el esquema financiero y demás acciones tendientes a alcanzar las metas de los planes. La fase II se inicia con la entrega al MVCT, por parte del departamento interesado, de la documentación correspondiente.

Adicionalmente a lo definido en el Decreto 3200 de 2008, se puede establecer que el principal objetivo de la fase de implementación es la vinculación o el fortalecimiento de los prestadores del servicio y la ejecución y supervisión del Plan de Obras e Inversiones. Esta fase permitirá consolidar la modernización empresarial del sector, así como certificar la ejecución de las inversiones requeridas en los municipios, para garantizar la adecuada provisión de los servicios de acueducto.

## AVANCE DE LOS PLANES DEPARTAMENTALES EN COLOMBIA

El avance de los PDA no se ha registrado permanentemente. Sin embargo, en el año 2010 el ministerio expuso algunas estadísticas de los valores, referentes a la cantidad de proyectos aceptados, devueltos, en estudio y que a la fecha estaban pendientes de presentar. Teniendo en cuenta esta información se pudieron reconocer las principales características por las que se devolvían los proyectos. En la siguiente gráfica se presentan los resultados obtenidos:



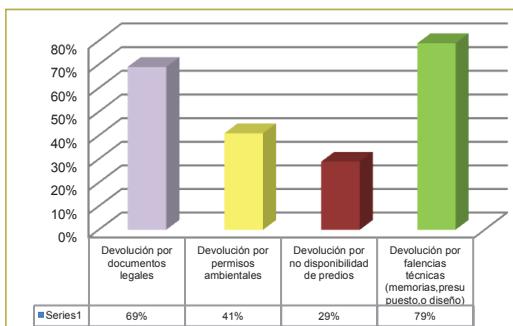
**Figura 1.** Proyectos presentados a ventanilla única, año 2010.

Fuente: tomado de [http://www.minvivienda.gov.co/images/Agua/dinamicas/pda/avance\\_institucional/160311\\_grafica\\_avance\\_institucional\\_pda\\_280211\\_1800.jpg](http://www.minvivienda.gov.co/images/Agua/dinamicas/pda/avance_institucional/160311_grafica_avance_institucional_pda_280211_1800.jpg).

Se puede apreciar que a diciembre de 2010 faltaban por presentar el 62 % de los proyectos previstos para entregar este año, razón por la cual se evidencia el retraso que han tenido permanentemente los PDA en general, ya que si se compara el porcentaje de los proyectos

que faltan por presentar, los devueltos para ajustes, los que están en estudio y los proyectos que son viables, los porcentajes representan una gran diferencia, ya que es el 74 contra el 26%. Estos porcentajes son bastante preocupantes frente al desarrollo de los planes, pues la demora en la presentación a ventanilla única genera un atraso significativo en la ejecución e implementación de los proyectos. Con base en lo anterior, se pudo analizar cuáles fueron los factores determinantes para que hubieran devuelto los proyectos.

A continuación se muestra que la principal causa de devolución son las deficiencias técnicas, es decir, la carencia de memorias técnicas, ajustes en presupuesto o, en los casos más complejos, ausencia de diseños contratados o inconsistencias en los diseños realizados. (figura 2)



**Figura 2.** Causales de devolución de los proyectos según proyectos ventanilla única.

Fuente: tomado de [http://www.minvivienda.gov.co/images/Agua/dinamicas/pda/avance\\_institucional/160311\\_grafica\\_avance\\_institucional\\_pda\\_280211\\_1800.jpg](http://www.minvivienda.gov.co/images/Agua/dinamicas/pda/avance_institucional/160311_grafica_avance_institucional_pda_280211_1800.jpg).

Después de este análisis presentado por el MVCT no se volvieron a registrar más estadísticas acerca de la ejecución de los proyectos, y sólo hasta el 2013 el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio expuso que en la actualidad se ha incrementado la cobertura de acueducto, alcantarillado y aseo, que ha alcanzado el 100 % en muchas regiones, y que se han comprometido recursos por más de \$2,3 billones en los componentes de infraestructura, preinversión y aseguramiento, y que a la fecha se están consolidando 1.200 estudios contratados en toda Colombia.

Sin embargo, no se ha generado un reporte más detallado del avance de los proyectos; sólo se puede concluir, por la experiencia de muchos consultores, que aún se siguen presentando las mismas causales de devolución de proyectos en la instancia de ventanilla única.

## PROPUESTA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE UNOS PLANES DE AGUA. ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL, DIAGNÓSTICO Y TÉRMINOS DE REFERENCIA

Teniendo en cuenta lo determinado en el Conpes 3463, “Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo”, así como lo estipulado y reglamentado en el Decreto 3200 de 2008, modificado por el Decreto 4214 de 2011, se puede determinar que son numerosos los actores involucrados en el esquema institucional de los planes y cada uno interviene permanentemente en su desarrollo, lo que genera que los planes sean procesos complejos y requieran tiempos excesivos para su desarrollo.

Así mismo, los entes involucrados realizan procedimientos o procesos según la normativa existente con el fin de asignar adecuadamente los recursos, lo cual no se considera una mala estrategia; sin embargo, vale la pena mencionar que los planes departamentales de agua surgen de las necesidades plasmadas por un municipio, razón por la cual sería importante considerar que el ente sobre el cual gire la organización institucional sean los municipios, debido a que éstos son los que conocen las debilidades, fortalezas y dificultades que se presentan en la zona del proyecto.

Por consiguiente, se puede definir que la fase I de los planes debería empezar con el planteamiento de las deficiencias en el sistema y la solicitud de recursos por parte del municipio ante el departamento; por esto los municipios deberían ser el eje central del proceso.

Es importante aclarar que en esta propuesta sólo se habla de la fase de diagnóstico, debido a que durante el estudio de la estructura de los planes departamentales de agua se identificó que allí es donde se inicia el proceso, y que las fases de estructuración e implementación tienen componentes políticos, económicos y jurídicos en su gran mayoría.

Con esta premisa, se sugiere que el municipio sea el que justifique la elaboración de un plan departamental de agua de acuerdo con sus necesidades, estableciendo si existe una infraestructura del sistema de acueducto o no.

Estos diagnósticos deben basarse en información verídica y confrontada en cada municipio o centro poblado, con el fin de conocer la situación actual del sistema para definir el origen de los recursos que se van a invertir en el sistema de acueducto.

Adicionalmente, hay que tomar en cuenta que las deficiencias no sólo se presentan en la definición de los alcances en los términos de referencia sino que además se encuentran en los tiempos transcurridos entre las etapas de diagnóstico, diseño, construcción y operación de los sistemas de acueducto, ya que éstos pueden llegar a ser excesivamente largos, hasta el punto de que cuando se llega a la etapa de construcción es necesario actualizar el diagnóstico y ajustar de nuevo los diseños a las necesidades actuales y reales de la región.

En la figura siguiente se sintetiza todo el proceso que se propone, desde la elaboración de un diagnóstico hasta la operación y mantenimiento del sistema de acueducto. Con esto se pretende que a lo largo del proceso se realicen unos estudios mínimos y se puedan llevar a cabo los diseños y la construcción (figura 3).

Por otra parte, los estudios y diseños deben satisfacer las necesidades del municipio, pues ésta deberá ser la principal premisa que se recomienda en los planes departamentales de agua dentro de sus términos de referencia.

De acuerdo con estas características, a continuación se presenta el proceso adecuado para que exista siempre una interrelación entre cada uno de los estudios, diseños y la etapa de construcción.

Una de las recomendaciones más importantes es definir las estructuras que se requieren, en el caso de que no existan, o el análisis de las estructuras existentes, con el fin de definir y priorizar las obras que se van a construir, pues en muchos casos el municipio no cuenta con todos los recursos ni con la asignación por parte del Estado.

En esta figura se puede establecer que el consultor que esté elaborando el proyecto ha de identificar las principales características que se deben satisfacer en el municipio, las características de los estudios que hay que hacer y la proyección para construir o rehabilitar cada uno de los componentes del sistema de acueducto, para así poder garantizar la cobertura total, la calidad y el suministro permanente de agua potable.

## ESTUDIOS TÉCNICOS. DIAGNÓSTICO Y TÉRMINOS DE REFERENCIA

Los términos de referencia son documentos en los que se exponen las condiciones, especificaciones, alcances, objetivos, estructura, condiciones y obligaciones que

se deben tener en cuenta para la elaboración de un proyecto.

Según esta definición y la estructura actual de los planes departamentales de agua, se encuentran los términos de referencia o pliegos elaborados para llevar a cabo los proyectos involucrados en los planes.

Por esto el alcance de los estudios que se incorporan en los términos de referencia para elaborar los planes departamentales de agua en Colombia permite definir el crecimiento del sistema de acueducto, estableciendo las etapas o priorizando las obras que se deben realizar para cumplir con los indicadores que garantizan la calidad del servicio de agua potable.

El alcance de estos estudios debe basarse en la información real y en el estado actual del sistema, con el objeto de proponer objetivos claros y definir los estudios que se deben realizar en cada municipio.

En el presente artículo se propone que el alcance de los estudios definidos en los términos de referencia se establezca a partir del diagnóstico elaborado por el municipio, para conocer realmente el estado actual del sistema y las necesidades de la región. Cabe mencionar que los términos de referencia y el alcance de los estudios deben ser particulares para cada municipio, porque las características físicas y económicas son diferentes y de éstas depende la organización o priorización que se les dé a las obras que se deban hacer para garantizar la cobertura total, la continuidad y la calidad del servicio de agua potable.

Por consiguiente, los estudios técnicos que recomiendan desarrollar para la elaboración de los planes departamentales de acueducto en Colombia se presentan a continuación, al tiempo que se hacen unas recomendaciones para que éstos se ejecuten de manera adecuada y sean útiles durante la etapa de diseño, con el fin de que en la etapa de construcción, operación y mantenimiento se ajusten a las condiciones específicas del área de proyecto:

- Estudios de población y demanda
- Estudios catastrales
- Estudios topográficos
- Estudios hidrológicos e hidrogeológicos
- Estudios hidráulicos
- Estudios ambientales
- Estudios geotécnicos
- Estudios estructurales

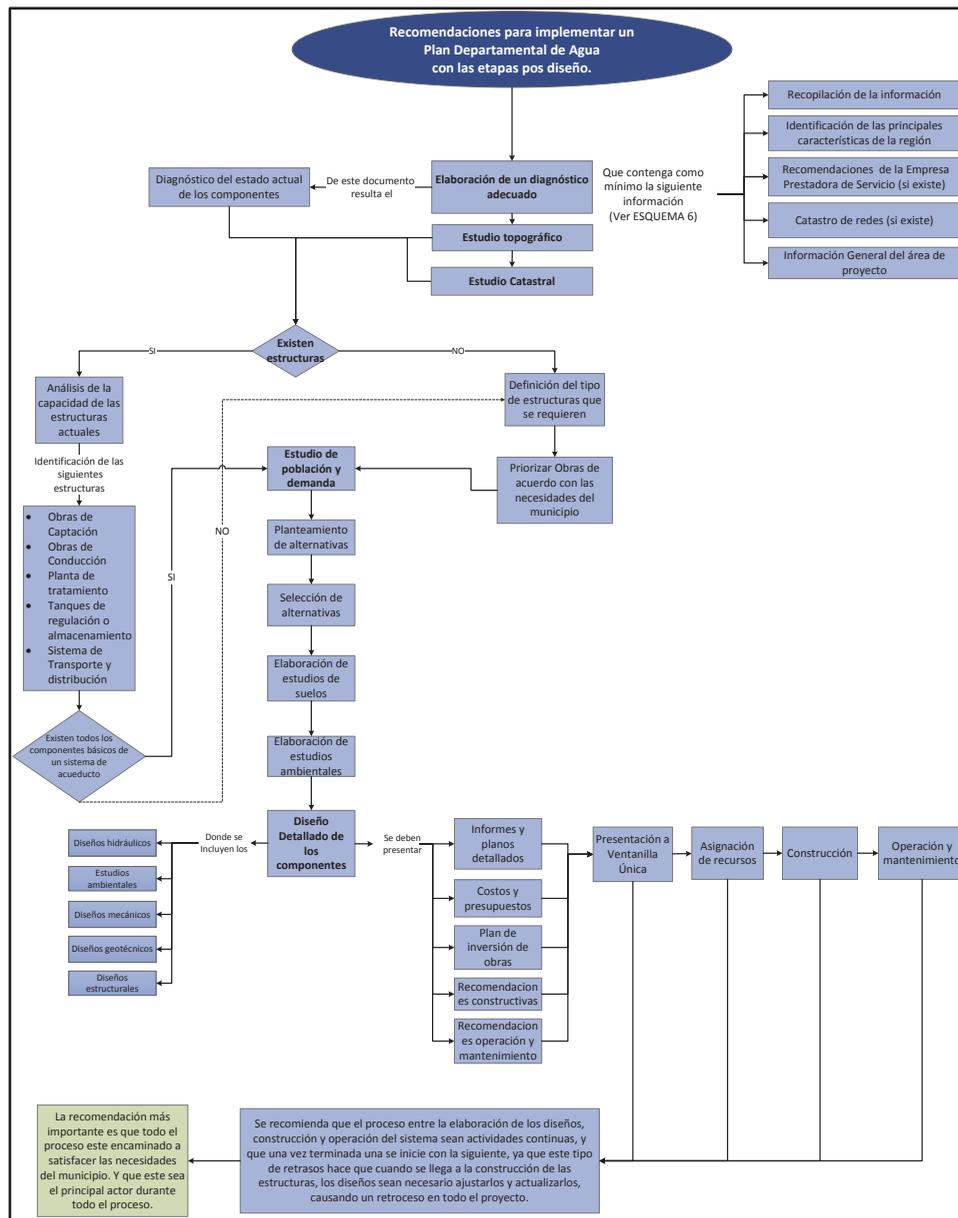


Figura 3. Recomendaciones para implementar un plan departamental de agua.

A renglón seguido se presentan las características básicas de los estudios técnicos, que se deberían incorporar en los diagnósticos (para conocer el estado del sistema de acueducto y de todo el entorno de la región) y el contenido o especificaciones que se deberían incorporar en los términos de referencia de los planes departamentales de agua.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los planes departamentales de acueducto y alcantarillado tienen una estructura con algunas fortalezas, pero

también con grandes debilidades, tales como la cantidad de actores involucrados y la no reglamentación y documentación de los aspectos técnicos en los planes, lo que ha generado que uno de los componentes más importantes en los planes, que son los estudios técnicos y diseños, pasen a un segundo plano; por ello la propuesta presentada consistió en estructurar adecuadamente unos planes que desde la elaboración de términos de referencia presenten claramente los alcances de los diagnósticos por elaborar y de los estudios por desarrollar, razón por cual se considera de vital importancia que

los términos de referencia se elaboren con base en la información suministrada y el conocimiento que puedan tener los municipios de la infraestructura de acueducto.

Esto teniendo en cuenta que en los términos de referencia actuales se pueden encontrar desde términos con características muy básicas hasta algunos demasiado detallados, por lo que se considera que debería existir un nivel intermedio, en el que no se permita o se deje a consideración del consultor el alcance de los estudios que se están realizando.

Por consiguiente, es primordial que los municipios sean el centro y principal pilar de los planes, pues son ellos los que conocen las características reales, las necesidades básicas que existen en el sistema de acueducto, así como también los aspectos económicos y sociales, entre otros, que son fundamentales para plantear las opciones más viables y priorizar las obras más urgentes.

## REFERENCIAS

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico (2010). RAS 2000. Título B. Sistemas de Acueducto, y Título G. Aspectos complementarios. Bogotá, D.C : s.n.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2008). Departamento Nacional de Planeación (DNP). [En línea] 29 de agosto.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social - Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2007). Ministerio de Vivienda. [En línea] 12 de marzo. <http://www.minvivienda.gov.co/Ministerio/Normativa/Agua/Paginas/Conpes>.
- Corcho Romero, F.H. & Duque Serna, J.I. (2005). *Acueductos. Teoría y diseño*. Lorenza Correa Restrepo (ed.). Medellín: Universidad de Medellín.
- Pürschel, W. (1982). *Tratado general del agua y su distribución*, Manuel Villar vol 5 (trad.). Bilbao: Urmo, S.A.
- Cualla López, R.A. (2008). *Elementos de diseño para acueducto y alcantarillado* (2.ª ed.). Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Pérez Parra, J.A. (1995). *Acueductos y alcantarillados*. Medellín: Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia.
- Garcés, L.G. (2012). Estudio geoelectrico Termotasajero II, San Cayetano (N. de Santander). Bogotá: Perfoaguas SAS. Informe técnico.