

Valoración sanitaria de sistemas de acueducto y alcantarillado urbanos-modelo VAC, VAL

Health Assessment and sewerage systems urban - model VAC, VAL

Óscar Efrén Ospina Zúñiga¹
Hildebrando Ramírez Arcila²

Resumen

El sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia, como reflejo de la problemática latinoamericana, no dispone de metodología alguna que permita medir cualitativa y cuantitativamente la situación actual y futura de la infraestructura física existente y en uso de los sistemas de acueducto y alcantarillado para cualquier localidad, lo cual dificulta al Estado realizar controles detallados, seguimientos y ejecuciones eficientes y seguras respecto a las acciones, priorizaciones, inversiones técnicas administrativas, financieras y de gestión, por lo cual deja que los entes locales y regionales encargados del manejo de estos servicios ejecuten acciones a su libre albedrío y, en general, ineficientes.

La mayoría de las localidades urbanas en Colombia cuenta con infraestructura física sanitaria, pero es evidente la menguada eficiencia con la que esta se mantiene, mejora, opera o se rehabilita, traducido ello en las bajas coberturas que históricamente se tienen en agua apta para consumo humano y por ende, en serios problemas de morbilidad, con proliferación de enfermedades que en otros continentes no existen desde hace décadas.

Surge entonces la necesidad de concretar una metodología para la evaluación de la infraestructura física sanitaria existente y en uso (censo sanitario) que ausculte, diagnostique, evalúe y califique la calidad, la cantidad, la cobertura, la continuidad, la vida útil y el comportamiento hidráulico y estructural de cada sistema, además de la gestión que este posee en cuanto a su operación, su mantenimiento y su mejoramiento; todo ello, a través de una metodología inédita denominada Calificación AQUA por sus autores, la cual permite guiar y planificar adecuadamente las inversiones actuales y futuras para cada sistema, mediante una escala de valores predeterminados.

Palabras clave: censo sanitario, infraestructura física, calificación AQUA.

Abstract

The sector of Drinkable Water and Basic Reparation in Colombia as reflection(reflex) of the Latin-American problematic, he(he) has not any methodology that allows to measure qualitatively and quantitatively the current and future situation of the physical existing infrastructure and in use of the systems of aqueduct, sewer and bathroom for any locality, which impedes to the State to realize detailed controls, follow-ups and efficient and sure executions, with regard to the actions, technical, administrative, financial investments and of management, leaving that the local and regional entities in charge of the managing of these services, they execute actions(shares) to free will and in general inefficient.

The majority of the urban localities in Colombia possess (rely on) physical sanitary infrastructure, but there is evident the diminished efficiency with which it is kept, improves, operates and / or rehabilitates, translated in low coverage that historically are had in suitable water for human consumption and for ende in serious problems of morbimortality, with proliferation of diseases that in other continents do not exist for decades.

There arises then the need to realize a methodology for the evaluation of the physical sanitary existing infrastructure and in use (sanitary census) that it auscultates, diagnose, evaluate and qualify the quality, the quantity, the coverage, the continuity, the useful life every system, by means of a set of predetermined values.

Keywords: sanitary census, physical infrastructure, qualification AQUA.

¹ Docente y coordinador de investigaciones del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué. Correo electrónico: osefos@yahoo.com

² Docente y director de proyección social de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué. Correo electrónico: hildebrandorami-rez13@yahoo.es

Recibido 27 de mayo de 2009 Aceptado 14 de agosto de 2009

Introducción

La legislación actual de Colombia para el sector de agua potable y saneamiento básico permite que las comunidades sean autónomas para administrar sus propios sistemas (Colombia, Ley 142 del 11 de julio de 1994), y ello ocasiona que los menguados recursos destinados para este sector, en la mayoría de los casos, sean responsabilidad de entes y organizaciones que no invierten para atender las necesidades más relevantes, ante la ausencia de metodologías técnicas que los guíen. Por ello, no hay localidad Colombiana ajena a esta problemática. Para citar un ejemplo, en la ciudad de Ibagué, capital del Departamento del Tolima, que posee una población urbana de 495.026 habitantes (DANE), el 15% de la población consume agua no apta para consumo humano, lo que conlleva serios problemas de morbilidad y deterioro de la salud en general.

El desacierto de las inversiones en el sector se palpa en el estado de abandono de muchas unidades del sistema de acueducto y alcantarillado que nunca entraron en funcionamiento u otras que no se requerían. En el Departamento del Tolima (Colombia) que posee 47 municipios, el peor ejemplo a este respecto lo refleja la situación del 80% de las plantas de tratamiento de agua para consumo (Ospina y Suárez, 2004) que se construyeron durante los años 90 y nunca operaron; además, la mayoría de las inversiones en acueductos se centra en ampliar la capacidad de captación de agua, cuando en la mayoría de los casos ésta no se requiere. No se implementan sistemas de micromedición y control, y, por ende, los consumos per cápita son altos, abusan de la riqueza hídrica que posee el país.

Objetivo

Lo anterior determina la necesidad de contar con una metodología que permita realizar censos sanitarios para evaluar, diagnosticar y calificar la infraestructura física existente y en uso de estos servicios públicos básicos, a través de un inventario técnico detallado que, finalmente, revele las verdaderas necesidades de intervención para cada uno de sus componentes, involucrando variables tangibles como: vida

útil, cobertura, cantidad, continuidad, calidad, factor de importancia, capacidad hidráulica y estructural, mantenimiento y operación.

Marco teórico

La metodología propuesta evalúa las unidades básicas de los sistemas de acueducto y alcantarillado de cualquier localidad, cuyas definiciones técnicas (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico) para interpretar y aplicar al presente trabajo de investigación son:

- Sistema de acueducto: el conjunto de estructuras utilizado para abastecer de agua para consumo a la población.
- Sistema de alcantarillado: el conjunto de estructuras utilizado para evacuar las aguas servidas.
- Agua cruda: es el agua superficial o subterránea en estado natural, es decir que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.
- Agua potable: es el agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.
- Bocatoma: estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.
- Captación: conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.
- Caudal de diseño: caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.
- Conducción: unidad del sistema de acueducto a través de la cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.
- Desarenador: unidad del sistema de acueducto destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.
- Desinfección: proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

- Dotación: cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.
- Fuente de abastecimiento de agua: depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.
- Macromedición: unidad de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.
- Micromedición: unidad de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.
- Optimización: proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.
- Período de diseño: tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.
- Planta de potabilización: instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.
- Población de diseño: población que se espera atender por medio del proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.
- Red de distribución: unidad que se compone de un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.
- Sedimentación: proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.
- Vida útil: tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo en este tiempo sólo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.
- Aguas residuales: desecho líquido proveniente de residencias, edificios, instituciones, fábricas o Industrias.
- Caudal medio diario: caudal promedio consumido durante un día observado en un período de un año.
- Caudal máximo diario: consumo máximo durante 24 horas observado en un periodo de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.
- Caudal máximo horario, consumo máximo durante una hora observado en un periodo de un año sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Metodología y desarrollo

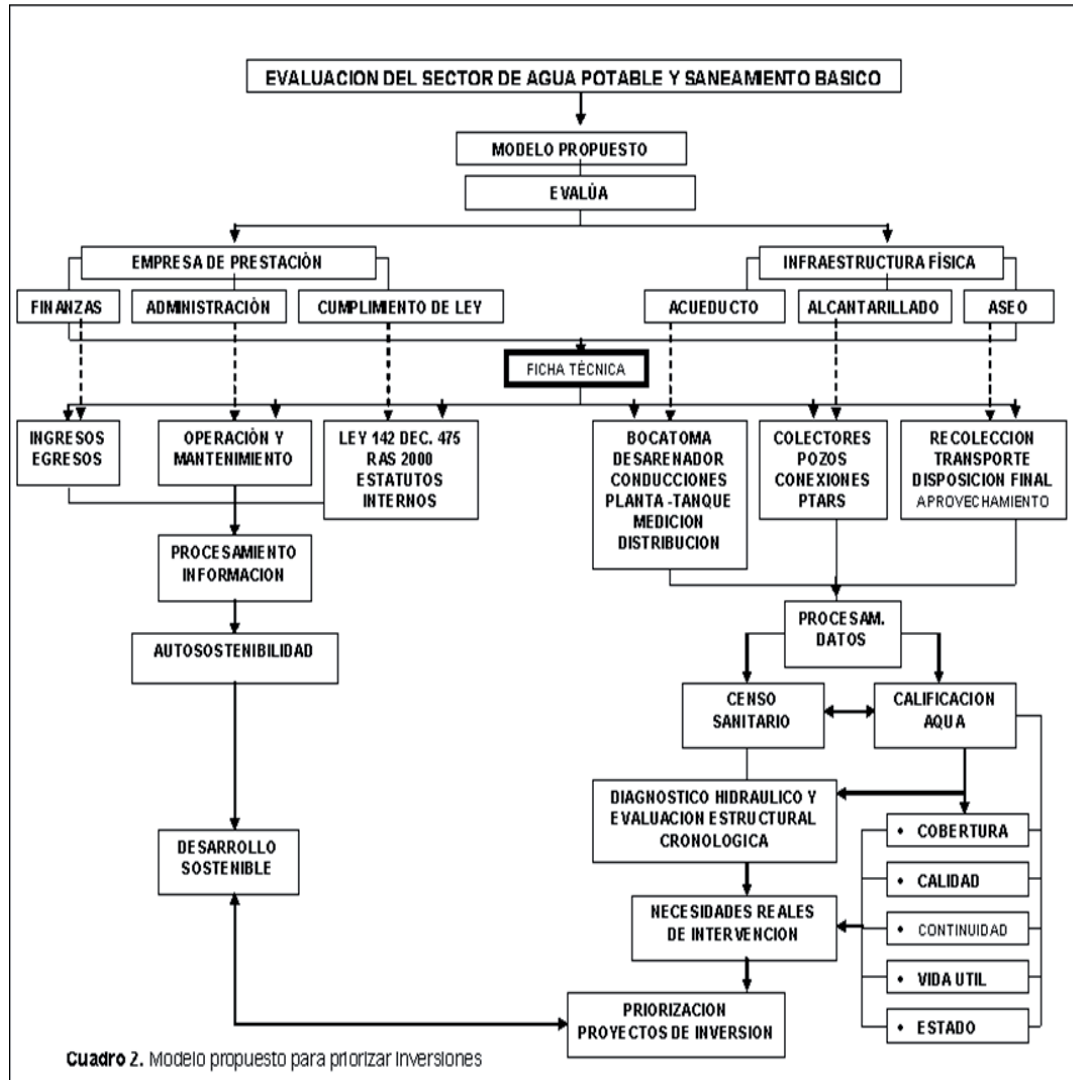
Colombia no cuenta con una metodología eficaz que dé a conocer las necesidades reales de inversión para realizar óptimamente las priorizaciones de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico, lo cual conlleva desinformación y desentendimiento acerca de la responsabilidad que poseen los entes públicos y privados de garantizar los servicios de acueducto y alcantarillado de una forma segura, eficiente, económica y funcional; todo ello es el reflejo de la situación general en varios países de América Latina.

Los funcionarios responsables tienen la potestad de intervenir las unidades físicas sin contar con un estudio técnico detallado que demuestre hacia dónde debe ir la inversión, y así toman decisiones individuales sin criterio técnico, y en muchos casos erradas, y permiten que se amplíe así el rezago del sector respecto al resto del mundo.

A partir del año 2000 se estableció el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico Norma RAS 2000, como un loable esfuerzo por darle estructura al sector, y que ha arrojado resultados positivos. Sin embargo,

igualmente dejó vacíos respecto a la priorización de proyectos. Por ello, la metodología calificación AQUA plantea auscultar la infraestructura física existente y en uso, teniendo en cuenta que el sector de agua potable y saneamiento básico exterioriza variados problemas los cuales no sólo

se reflejan en la carencia de infraestructuras apropiadas para tratamiento de aguas de consumo, sino que se han convertido en los grandes focos desencadenantes de problemas de salud pública. El mapa conceptual de dicha metodología es:



Cuadro 2. Modelo propuesto para priorizar Inversiones

Figura 1. Mapa conceptual de la calificación AQUA

Fuente: Elaboración propia

Metodología de la calificación AQUA

La metodología plantea el registro de las unidades a través de la recolección de datos mediante una completa ficha técnica basada en parámetros técnicos regulativos, además de un diagnóstico, una evaluación y una calificación, cuyo objetivo es determinar la priorización de proyectos de inversión. A cada unidad del sistema de acueducto

se le calculó su capacidad real dependiendo de sus dimensiones registradas en la ficha técnica, con el fin de realizar los cálculos pertinentes que determinaron las capacidades de diseño.

Luego de realizar visitas técnicas de campo apoyadas por un completo registro fotográfico, se auscultan todas las unidades de los sistemas, para determinar cuáles y qué tipo de intervención

debe poseer cada unidad y de esta forma obtener las necesidades reales de inversión de forma cronológica. Esto se logró al realizar proyecciones de población a partir de los estudios censales del DANE, basados en métodos estadísticos y regresiones logarítmicas con el fin de calcular las tasas de crecimiento interanuales buscando conocer las poblaciones año por año. Seguidamente, a cada unidad del sistema de acueducto se le calculó su capacidad real dependiendo de sus dimensiones registradas en la ficha técnica, con el fin de realizar los cálculos pertinentes, que determinaron las capacidades de diseño basados en la normatividad vigente.³

Paralelamente se dedujeron los caudales medios diarios (QMD), máximos diarios (QMD) y máximos horarios (QMH), que fueron programados para cada año hasta obtener el consolidado de caudales para cada sistema durante un periodo de 20 años. Se tabulan, en resumen, las unidades evaluadas de los sistemas de acueducto y el año límite de su capacidad, y se utiliza el año límite con código de colores. Posteriormente se determina cronológicamente el tiempo de vida hidráulico y estructural para cada unidad y se establecen las necesidades de intervención. El mapa conceptual para determinar la evaluación hidráulica de las unidades se resume así:

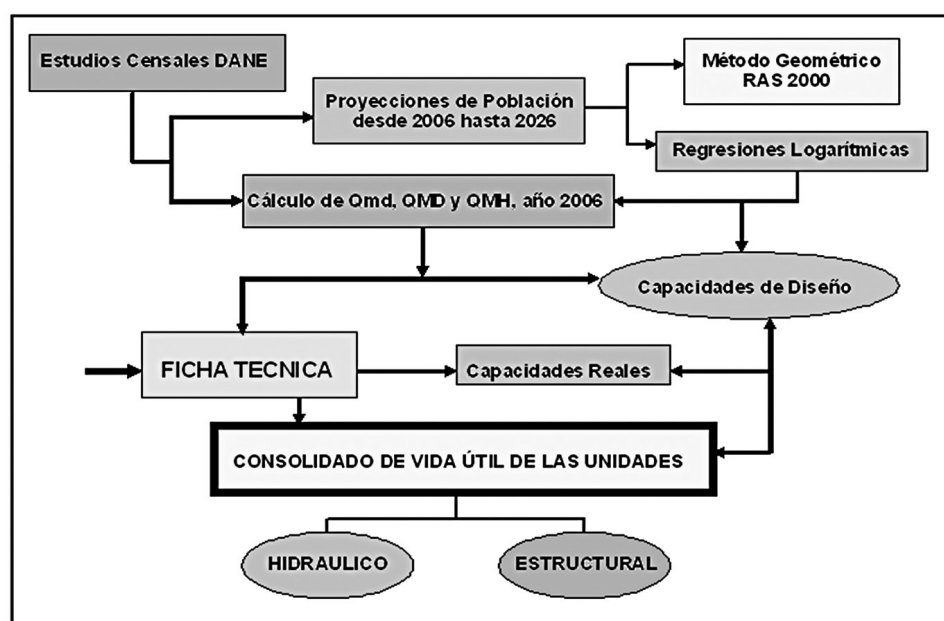


Figura 2. Mapa conceptual de la evaluación hidráulica

Fuente: Elaboración propia

Valoraciones del sistema de acueducto y alcantarillado

VAC: valor arrojado por la evaluación del sistema de acueducto

VAL: valor arrojado por la evaluación del sistema de alcantarillado

$$VAC \text{ O } VAL = (K1 \times U1 \times E1 + K2 \times U2 \times E2 + K3 \times U3 \times E3)$$

$$VAC \text{ O } VAL = \sum (Ki \times Ui \times Ei) / n$$

Donde:

K= factor de estimación de la cobertura de la unidad

U= calificación estimada para la vida útil de cada unidad

E= valoración del estado, la operación y el mantenimiento de la unidad

³ Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – r.a.s. 2000, Títulos B, C, D y E.

La calificación cualitativa evalúa los niveles de gestión que cada sistema posee según el puntaje alcanzado que puede oscilar entre 0,00 y 5,00, estimado en gestiones Excelentes, Buenas,

Aceptables, Regulares, Deficientes o Muy malas, según el rango obtenido.

Las variables K_i , U_i y E_i se definen según los siguientes gráficos, que varían para cada unidad:

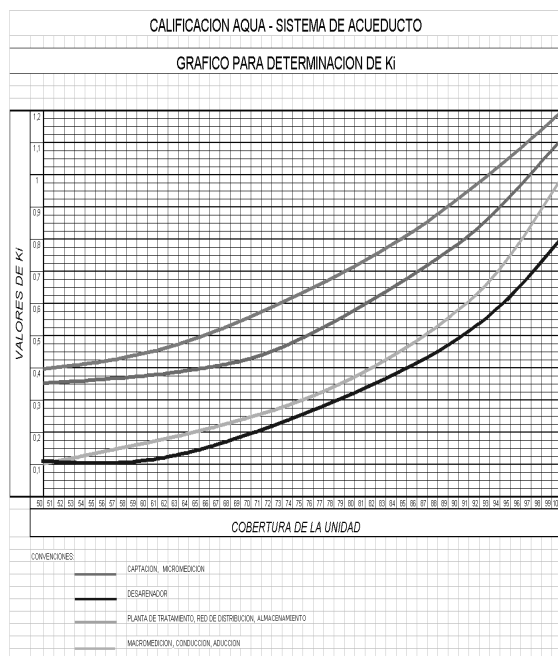


Figura 3. Gráfico de K_i para acueductos
Fuente: Elaboración propia

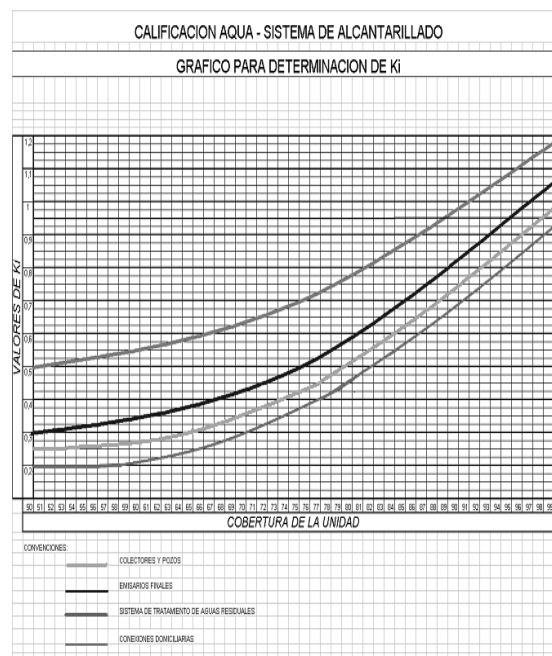


Figura 4. Gráfico de K_i para alcantarillados
Fuente: Elaboración propia

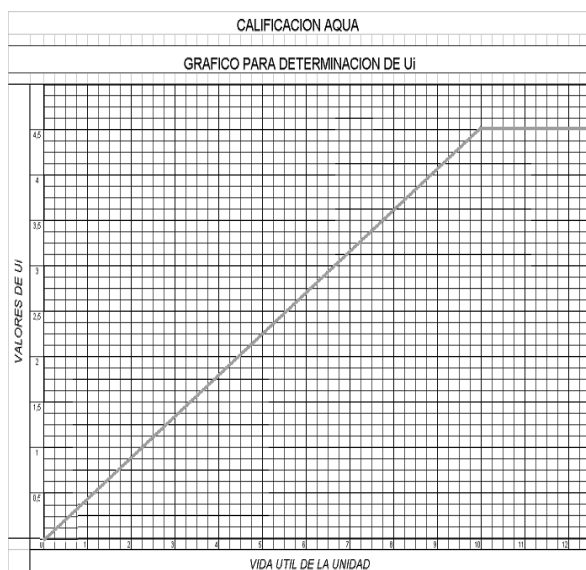


Figura 5. Gráfico de U_i
Fuente: Elaboración propia

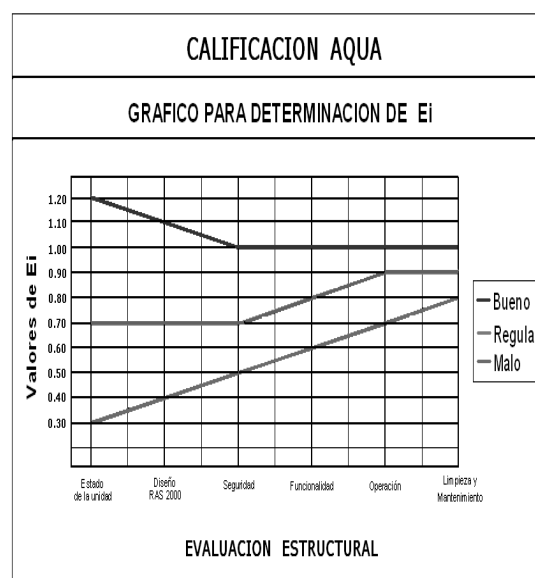


Figura 6. Gráfico de E_i
Fuente: Elaboración propia

La metodología arroja valores de calificación de la infraestructura física de acueductos y

alcantarillados, con rangos de cero (0) a cinco (5), con descripción cualitativa según el siguiente tabulado:

Tabla 1. Calificación

0 - 2	2.1 - 2.5	2.6 - 3	3.1 - 3.5	3.6 - 4	4 - 5
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Esta investigación se diseñó y estructuró a partir del año 2004 y fue aplicada al Censo Sanitario Urbano del Departamento del Tolima, así como a los 31 sistemas comunitarios urbanos de la ciudad de Ibagué, capital del Departamento, lo cual arrojó resultados concretos respecto a la situación presente de la infraestructura y aportó la base para la proyección de inversiones futuras.

Para el caso departamental, los resultados son preocupantes, fueron publicados a escala regional y conllevaron la toma de decisiones concertadas para mejorar la calificación de cada ente. Este trabajo se incorporó al Plan de Desarrollo del Gobierno Departamental. Dentro de los resultados se tabularon aquellos de la

vida útil hidráulica y estructural de cada unidad que conforma los sistemas de acueducto de los 47 municipios del Departamento del Tolima, con el año límite y código de colores, donde es evidente la deficiencia en unidades como planta de tratamiento de agua para consumo y micro medición. Igual situación se obtuvo para los sistemas de alcantarillado que muestran mayor rezago en relación con los sistemas de acueducto.

A manera de ejemplo, el consolidado de vida útil de las unidades de acueductos urbanos se recopila en la figura 7. La calificación de infraestructura consolidada para el Departamento del Tolima es: Calificación VAC: 3,1; Calificación VAL: 2,4. Los resultados por municipio se describen en la figura 7.

MUNICIPIO	FUENTE	CAPTACIÓN	ADUCCIÓN	DESARENADOR	CONDUCCIÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO		ALMACENAMIENTO	RED	MACROMEDICIÓN	MICROMEDICIÓN
						EXISTENTE	EXISTENTE Y EN USO				
IBAGUE								2.012	2.008		2.008
ALPUJARRA	2.012	2.013	2.010	2.013	2.013	2.014	2.014				2.008
ALVARADO		2.015	2.015	2.011	2.015	2.015	2.015	2.008	2.008	2.008	2.008
AMBALEMA	2.013	2.017	2.017	2.015	2.017	2.015	2.015	2.008	2.008	2.008	2.008
ANZOATEGUI			2.014	2.014	2.014		2.012	2.008	2.014	2.008	2.008
ARMERO - GUAYABAL		2.017	2.017	2.015	2.017	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.008
ATACO	2.011	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
CAJAMARCA	2.014						2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
CARMEN DE APICALÁ	2.009	2.009	2.009	2.009	2.009	2.009	2.009	2.009	2.008	2.009	2.008
CASABLANCA		2.016	2.016	2.016	2.012	2.011	2.011	2.008	2.008	2.008	2.008
CHAPARRAL		2.013	2.009	2.009	2.009	2.010	2.010		2.008	2.010	2.008
COELLO		2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
COYAIMA		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.008	2.010	2.008	2.008	2.008
CUNDAY		2.013	2.014	2.015	2.014	2.014	2.008	2.014	2.008	2.008	2.008
DOLORES	2.008	2.008		2.008	2.008	2.013	2.013	2.009	2.008	2.008	2.008
ESPINAL		2.012	2.012	2.012	2.012	2.012	2.012	2.008	2.008	2.012	2.008
FALÁN	2.008	2.018	2.014	2.014	2.014	2.014	2.014	2.014	2.008	2.008	2.008
FLANDES		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.010	2.008	2.008	2.008
FRESNO		2.009	2.011	2.008	2.009	2.009	2.008	2.008	2.008	2.009	2.008
GUAMO		2.011	2.015	2.015	2.008	2.011	2.011	2.008	2.008	2.011	2.008
HERVEO		2.017	2.014	2.012	2.010	2.014	2.014	2.008	2.008	2.008	2.008
HONDA		2.015	2.017	2.013	2.013	2.012	2.012	2.012	2.007	2.012	2.008
ICONONZO		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.008	2.011	2.008	2.011	2.008
LERIDA		2.014	2.013	2.014	2.013	2.013	2.013	2.008	2.008	2.013	2.008
LIBANO		2.011	2.008	2.008	2.008	2.011	2.011	2.008	2.008	2.008	2.008
MARIQUITA		2.016	2.015	2.014	2.014	2.013	2.013	2.008	2.014	2.013	2.008
MELGAR			2.011	2.009	2.009	2.009	2.009	2.011	2.008	2.009	2.008
MURILLO		2.016	2.016	2.016	2.016	2.014	2.008	2.008	2.014	2.008	2.008
NATAGAIMA		2.011	2.014	2.011	2.011	2.014	2.014	2.008	2.008	2.014	2.008
ORTEGA		2.011	2.013	2.013	2.013	2.013	2.013	2.008	2.008	2.013	2.008
PALOCABILDO				2.010	2.010	2.010	2.008	2.010	2.008	2.008	2.008
PEDRAS				2.016	2.016	2.015	2.008	2.009	2.015	2.015	2.008
PLANADAS		2.015	2.015	2.015	2.015	2.008	2.008	2.008	2.015	2.008	2.008
PRADO		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.008	2.008	2.011	2.008
PURIFICACIÓN		2.013	2.013	2.013	2.013	2.013	2.013	2.011	2.008	2.013	2.008
RIOBLANCO			2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
RONCESVALLES		2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
ROVIRA		2.015	2.010	2.013	2.015		2.008	2.013	2.008	2.008	2.008
SALDAÑA						2.008	2.008			2.008	2.008
SAN ANTONIO		2.014		2.014	2.009	2.014	2.014	2.014	2.014	2.014	2.008
SAN LUIS		2.012	2.012	2.012	2.012	2.012	2.012	2.008	2.008	2.012	2.008
SANTA ISABEL		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.008	2.008	2.008	2.013	2.008
SUÁREZ			2.011	2.011	2.016	2.009	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
VALLE DE SAN JUAN		2.013	2.013	2.014	2.013	2.013	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
VENADILLO		2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.015	2.008	2.015	2.008
VILLA HERMOSA		2.011	2.011	2.011	2.011	2.011	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
VILLARICA		2.014	2.014	2.014	2.014	2.014	2.008	2.012	2.008	2.008	2.008

CONVENCIONES

UNIDADES

- Unidad a intervenir de manera inmediata = 2008
- Unidad a intervenir a corto plazo = 2009 a 2010
- Unidad a intervenir a mediano plazo = 2011 a 2013
- Unidad a intervenir a largo plazo = 2014 a 2018
- Unidad a intervenir luego del 2018
- Unidad con cobertura mayor al 90% a intervenir permanentemente
- Unidad con cobertura mayor al 80% a intervenir permanentemente
- Unidad con cobertura mayor al 80% a intervenir permanentemente
- Unidad no existente y se requiere de manera inmediata = 2008

- Sin capacidad de cobertura en época de estiaje
- Con capacidad de cobertura y alta afectación antrópica y/o natural
- Con capacidad de Cobertura y cuenca protegida

MUNICIPIOS

- Agua sin riesgo (IRCA: 0 - 5)
- Agua bajo riesgo (IRCA: 5.1 - 14)
- Agua medio riesgo (IRCA: 14.1 - 35)
- Agua alto riesgo (IRCA: 35.1 - 80)
- Agua inviable sanitariamente (IRCA: 80.1 - 100)

Figura 7. Consolidado de la vida útil de las unidades de sistemas de acueducto municipales del Departamento del Tolima

Fuente: Elaboración propia

El caso comunitario arrojó resultados más preocupantes que demuestran el abandono estatal en cuanto a la inversión allí, y el peligro para la salud pública, al responsabilizar a personas del común y sin preparación técnica de la potabilización del agua para su consumo y manejo, y para la disposición final de aguas residuales. Este trabajo fue puesto a consideración de la autoridad local y comunitaria, y en la actualidad se está

programando el direccionamiento de recursos técnicos y financieros para subsanar este serio problema.

Los resultados de vida útil se consolidan de manera tabulada para cada localidad, en todas y cada una de sus unidades tanto de acueducto como de alcantarillado. Como ejemplo se ilustra el tabulado de la vida útil de las unidades de acueducto.

Fuente	Captación	Aducción	Desarenador	Conducción Agua Cruda	Planta de Tratamiento	Conducción Agua tratada	Tanque de Almacenamiento	Macromedición	Red de Distribución	Micromedición
2013		2006	2006	2006	2008	2018		2006	ND	2006
2006	2006	2006	2006	2006		2006		2020	ND	2006
2007					2006	2006	2006	2006	ND	2006
2018		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2011					2006	2006	2018	2006	ND	2006
2006		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2020	2006	2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2013		2006			2006	2006		2006	ND	2006
2014		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2008		2016	2016	2016	2006	2006	2006	2006	ND	2006
2009	2006				2006	2006		2006	ND	2006
2006		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2008		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2006					2006	2006		2006	ND	2006
2008		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2018		2006	2006					2006	ND	2006
2006	2006	2006	2006	2006	2007			2006	ND	2006
2006	2007	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	ND	2006
2020					2006	2006		2006	ND	2006
2013			2006	2006	2006	2006		2006	ND	2008
2007		2006	2006	2006	2006	2006	2021	2006	ND	2006
2007		2006			2006	2006	2006	2006	ND	2006
2006					2006	2006	2006	2006	ND	2006
2007		2021	2021	2021	2006	2006		2006	ND	2006
2007		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2009		2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	ND	2006
2007					2007			2006	ND	2006
2006		2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
2008		2006			2006	2006	2006	2006	ND	2006
	2006	2006	2006	2006	2006	2006		2006	ND	2006
		2011	2011		2006	2006		2006	ND	2006

Figura 8. Consolidado vida útil de los acueductos comunitarios urbanos de Ibagué (Tolima)

Fuente: Elaboración propia

CALIFICACION AQUA COMPONENTE VAC				CALIFICACION AQUA COMPONENTE VAL			
PUESTO	SISTEMA COMUNITARIO	VAC	GESTION	PUESTO	SISTEMA COMUNITARIO	VAL	GESTION
1	La Florida	3,56	BUENA	1	Batallón	4,26	EXCELENTE
2	Batallón	3,47	BUENA	2	San Isidro	4,14	EXCELENTE
3	La Paz	3,10	BUENA	3	Colinas de Sur I	3,22	BUENA
4	Ambalá	2,84	ACEPTABLE	4	La Paz	3,15	BUENA
5	Los Túneles	2,24	REGULAR	5	Modelia	3,03	BUENA
6	Ricaurte	1,95	REGULAR	6	La Unión	2,53	ACEPTABLE
7	Calambeo	1,93	REGULAR	7	Clarita Botero	2,20	REGULAR
8	San Isidro	1,93	REGULAR	8	Calambeo	1,94	REGULAR
9	Bellavista	1,90	REGULAR	9	Dario Echandía	1,86	REGULAR
10	Miramar	1,76	REGULAR	10	La Gaviota	1,29	DEFICIENTE
11	El Triunfo	1,61	REGULAR	11	Cerros del Granate	1,15	DEFICIENTE
12	La Gaviota	1,55	REGULAR	12	Las Delicias	1,09	DEFICIENTE
13	Colinas de Sur I	1,52	REGULAR	13	El Triunfo	0,96	MUY MALO
14	Boquerón	1,51	REGULAR	14	Santa Cruz	0,95	MUY MALO
15	Los Ciruelos	1,42	DEFICIENTE	15	Los Ciruelos	0,77	MUY MALO
16	Granada	1,27	DEFICIENTE	16	Colinas del Sur II	0,71	MUY MALO
17	Modelia	1,24	DEFICIENTE	17	Granada	0,50	MUY MALO
18	Clarita Botero	1,15	DEFICIENTE	18	Chapetón	0,46	MUY MALO
19	La Unión	1,14	DEFICIENTE	19	Boquerón	0,38	MUY MALO
20	Santa Teresa	1,14	DEFICIENTE	20	Miramar	0,24	MUY MALO
21	Las Delicias	1,06	DEFICIENTE	21	Ambalá	0,20	MUY MALO
22	Chapetón	1,05	DEFICIENTE	22	La Florida	0,16	MUY MALO
23	Jazmín parte baja	0,97	MUY MALO	23	La Vega	0,14	MUY MALO
24	San Antonio	0,93	MUY MALO	24	Bellavista	0,09	MUY MALO
25	Colinas del Sur II	0,81	MUY MALO	25	Santa Teresa	0,07	MUY MALO
26	Jazmín parte alta	0,77	MUY MALO	26	Jazmín parte alta	NO DISPONIBLE	
27	Santa Cruz	0,57	MUY MALO	27	Jazmín parte baja	NO DISPONIBLE	
28	La Vega	0,53	MUY MALO	28	La Isla	NO DISPONIBLE	
29	Dario Echandía	0,43	MUY MALO	29	Los Túneles	NO POSEE	
30	Cerros del Granate	0,34	MUY MALO		Ricaurte	IBAL	
31	La Isla	0,30	MUY MALO		San Antonio	IBAL	
PROMEDIO PONDERADO		1,88	REGULAR	PROMEDIO PONDERADO		1,41	DEFICIENTE

Figura 9. Consolidado de la calificación AQUA para acueductos comunitarios urbanos de Ibagué (Tolima)

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Con la metodología se realizan censos sanitarios, determinantes del estado actual de cada uno de los sistemas de acueducto y alcantarillado, para permitir que las autoridades competentes den soluciones específicas a las necesidades reales de la población, mediante una planificación ordenada de las inversiones actuales y futuras, dirigibles según el modelo matemático propuesto. Su estructura permite

obtener diferentes escenarios de control y aplicación, que puede darse en cualquier tipo de localidad y dotará a ésta de un catastro de la infraestructura de sus servicios públicos y de una carta de navegación para las inversiones técnicas y financieras.

Con dicha metodología se dispersa la actual ambigüedad de la evaluación de infraestructura física de servicios públicos; su simplicidad la hace accesible a cualquier escenario público

o privado, y permite que muchos técnicos, tecnólogos o profesionales con un nivel mediano de preparación en ingeniería civil, sanitaria o ambiental, según la denominación de cada país, puedan aplicarla con acierto en su localidad, región o país. Los resultados que ella arroja pueden ser medibles, cuantificables e interpretables por la población, que luego, por sí misma, contribuye al valioso control y veeduría ciudadana.

Referencias bibliográficas

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2006). Censo nacional de población, del año 2005, Bogotá, DANE.
- Colombia, Congreso de la República. Ley 142 del 11 de julio de 1994, Bogotá.
- (2000). Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS, Bogotá, Ministerio de Desarrollo Económico.
- Ospina Zúñiga, O. E. y Suárez Mesa, A. P. (2004). Censo sanitario del Departamento del Tolima [tesis de grado], Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, Programa de Ingeniería Civil.