

METODOLOGIA PARA LA VALORACION SANITARIA DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADOS

VALUATION METHODOLOGY FOR SANITARY SYSTEMS OF AQUEDUCT AND SEWAGE

OSCAR EFRÉN OSPINA ZÚÑIGA

Universidad Cooperativa de Colombia, Programa de Ingeniería Civil Seccional Ibagué, osefos@gmail.com

HILDEBRANDO RAMÍREZ ARCILA

Universidad Cooperativa de Colombia, Programa de Ingeniería Civil Seccional Ibagué, osefos@gmail.com

Recibido para revisar julio 27 de 2010, aceptado septiembre 25 de 2010 , versión final octubre 23 de 2010

RESUMEN: El sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia no dispone de metodología 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, lo cual dificulta al Estado realizar controles, seguimientos y ejecuciones eficientes y seguras, respecto a las acciones, priorizaciones, inversiones técnicas, financieras y de gestión. La mayoría de las localidades cuentan con infraestructura física sanitaria, pero es evidente la menguada eficiencia con que se mantiene, mejora, opera y/o rehabilita, traducido en bajas coberturas y en agua no apta para consumo humano y por ende en serios problemas de morbilidad. Surge entonces la necesidad de realizar una metodología para la evaluación de la infraestructura física sanitaria existente y en uso que evalúe y califique la calidad, la cantidad, la cobertura, la continuidad, la vida útil y el comportamiento hidráulico y estructural de cada sistema. El desacuerdo de las inversiones se refleja con el estado de abandono de muchos componentes de los sistemas que nunca entraron en funcionamiento u otros que no se requerían. El peor ejemplo lo refleja la situación en la cual el 80% de las plantas de tratamiento de agua para consumo que existen en las 47 localidades urbanas del Departamento del Tolima (Colombia) en las cuales se aplicó la metodología, una vez construidas nunca entraron en operación, además, la mayoría de las inversiones en acueductos se centran en ampliar la capacidad de captación de agua, cuando en la mayoría de los casos no se requiere.

PALABRAS CLAVE: Infraestructura física, acueducto, alcantarillado, valoración sanitaria.

ABSTRACT: Sector Water Supply and Sanitation in Colombia does not have methodology to qualitatively and quantitatively measuring the current situation and future physical infrastructure and use of water and sewage systems, making it difficult to state checks, track efficient and safe performances with respect to actions, prioritized, technical investment, finance and management. Most localities have health physical infrastructure, but clearly the reduced efficiency that maintains, improves, operates and / or rehabilitation, resulting in low coverage and water unfit for human consumption and therefore morbidity and mortality in serious trouble. There arises the need for a methodology for assessing the existing health and physical infrastructure in use to evaluate and rate the quality, quantity, coverage, continuity, longevity and hydraulic and structural behavior of each system. The failings of the investment reflects the state of abandonment of many components of the systems never became operational or others who were not required. The worst example reflects the situation in which 80% of water treatment plants for consumption that exist in the 47 urban localities of the Department of Tolima (Colombia) in which the methodology was applied, once built never entered operation, in addition, most investments in water supply systems are focused on expanding the capacity of water uptake, though in most cases is not required.

KEY WORDS: Physical infrastructure, aqueduct, sewer, sanitary valuation

1. INTRODUCCION

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 [1], ocasionando 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, por 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 [2], el 15% de la población consume agua no apta para consumo, ocasionando serios problemas de morbilidad y deterioro de la salud en general. El desacuerdo de las inversiones en el sector, se refleja con el estado de abandono de muchas unidades que nunca entraron en funcionamiento y construcción

de otras que no se requerían. El Departamento del Tolima (Colombia) que posee 47 localidades urbanas, el peor ejemplo lo refleja la situación del 80% de las plantas de tratamiento de agua para consumo [3] que se construyeron en la década del 90 y nunca operaron, así mismo, la mayoría de las inversiones en acueductos se centran en ampliar la capacidad de captación de agua sin ser necesidad prioritaria. No se implementan sistemas de micro medición y control, por ende los consumos per cápita son altos, abusando de la riqueza hídrica relativa que posee el país.

2. 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, que involucre variables tangibles como: Vida útil, cobertura, cantidad, continuidad, calidad, factor de importancia, capacidad hidráulica y estructural, mantenimiento y operación. Conjugadas estas variables se diseñó la metodología para la evaluación del sistema de acueducto (VAC) y el sistema de alcantarillado (VAL).

3. METODOLOGIA Y DESARROLLO

Colombia no cuentan con una *metodología eficaz* que permita conocer las necesidades reales de inversión para realizar las priorizaciones de proyectos del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, lo cual conlleva a una 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; siendo 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 donde debe ser dirigida la inversión, tomando decisiones individuales sin criterio técnico y en muchos casos erradas, permitiendo la ampliación del rezago del sector a nivel mundial.

A partir del año 2000 se estableció el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento

Básico [4], como un loable esfuerzo por darle estructura al Sector y que ha permitido arrojar resultados positivos. Sin embargo dejó vacíos respecto a la priorización de proyectos. Por ello, la metodología para la valoración sanitaria de sistemas de acueducto y alcantarillados, plantea **auscultar la infraestructura física existente y en uso**.

Una vez diseñados los instrumentos para dar respuesta a los objetivos planteados, se procedió a su aplicación a las empresas prestadoras del servicio en cada una de las localidades del Departamento, para conocer sus finanzas, administración y cumplimiento de las normas; evaluándose la infraestructura física para el diagnóstico hidráulico y estructural del sistema de acueducto y alcantarillado, proyectando las necesidades reales de intervención y con ello priorizar los proyectos para cada uno de los sistemas valorados, lo cual posibilita a las entidades prestadoras de los servicios públicos tomar decisiones racionales y reales para cada sistema en cada uno de los Municipios. El mapa conceptual de dicha metodología es:

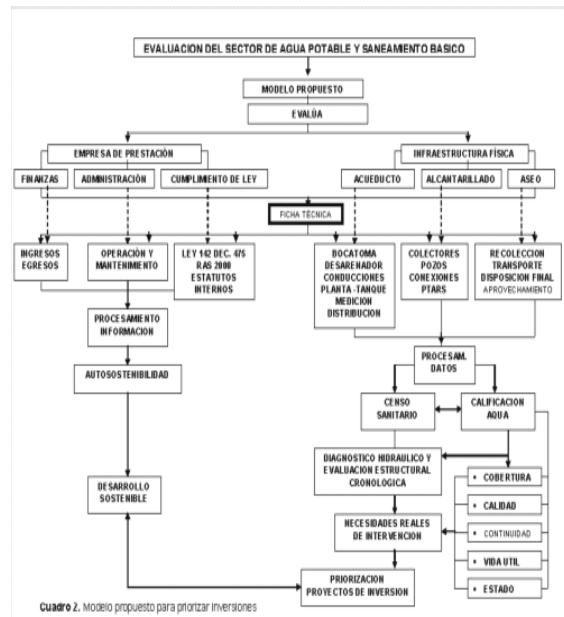


Figura 1: Mapa conceptual de la metodología
Figure 1: Conceptual map of the methodology

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 del diagnóstico, evaluación y calificación para determinar la priorización de proyectos de inversión. A cada unidad del sistema de acueducto (bocatoma, aducción, desarenador, conducción, planta de tratamiento, tanque de

almacenamiento, red de distribución, micro medición, macro medición), se le calculó su capacidad hidráulica real a partir de sus dimensiones levantadas en campo y registradas en la ficha técnica, con el fin de definir el caudal de diseño instalado y poderlo comparar contra lo requerido. Las visitas técnicas de campo se apoyan con auscultación de la condición estructural de cada una de estas unidades, previa consulta de sus planos récord, para determinar potenciales patologías. Todo lo anterior se apoya en el registro fotográfico 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.

Las proyecciones de población basados en las metodologías planteadas por la norma R.A.S. 2000, a partir de los censos históricos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE, permiten calcular las tasas de crecimiento interanuales con el objetivo de conocer la población a servir por el sistema año por año. Seguidamente, a cada unidad del sistema de acueducto se le calculó su capacidad requerida a partir del cálculo de caudales año por año, con el fin de comparar la capacidad instalada contra la requerida y saber el año de cumplimiento de la vida útil hidráulica. Para esto, se calculan los caudales medios diarios (Qmd), máximos diarios (QMD), y máximos horarios (QMh), que permiten definir el comparativo según la unidad estudiada. Se tabula el consolidado de las unidades evaluadas, especificando el año límite donde se igualan la capacidad instalada con la requerida, utilizando código de colores para mejor interpretación. El mapa conceptual para la determinación de la evaluación hidráulica de las unidades, se resume así:

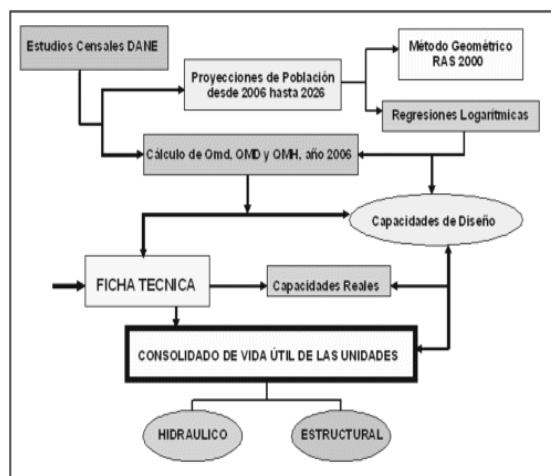


Figura 2: Mapa conceptual – evaluación hidráulica y estructural
Figure 2: Concept Map - hydraulic and structural assessment

La capacidad estructural se determina evaluando las patologías existentes y sobrevinientes que permitan definir la vida útil estructural de las unidades. Definido el tiempo de vida hidráulico y estructural para cada unidad, se establecen las necesidades de intervención.

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.

$$\text{VAC ó VAL} = (K_1 \times U_1 \times E_1 + K_2 \times U_2 \times E_2 + \dots + K_n \times U_n \times E_n)$$

$$\text{VAC ó VAL} = \sum (K_i \times U_i \times E_i)$$

Donde:

K= Factor de estimación de la capacidad de cobertura de cada unidad del sistema, para atender la población objetivo. Se considera que la unidad debe contener cobertura mínima del 50% para ser valorada y aprovechable en el sistema. La cobertura se considera como la capacidad para atender a la población objetivo, garantizando la cantidad, la calidad y la continuidad.

El cálculo de K se estima a partir del nivel de importancia de cada unidad dentro de su sistema: Para el acueducto el nivel de importancia se da según su incidencia en el suministro de agua potable, así: La planta de tratamiento, red de distribución y tanque de almacenamiento en primera instancia; la captación y micro medición en segunda instancia; la macro medición, conducción y aducción en tercera instancia y el desarenador en cuarta instancia.

El cálculo de este factor se da de manera progresiva linealmente, donde el valor K es directamente proporcional a la cobertura, según las siguientes ecuaciones:

Planta de tratamiento, red de distribución y tanque de almacenamiento:

$$K=0,8 \times (C/50) - 0.4$$

Captación y micro medición:

$$K=0,8 \times (C/50) - 0.5$$

Macro medición, conducción y aducción:

$$K=0,8 \times (C/50) - 0.6$$

Desarenador:

$$K=0,8 \times (C/50) - 0.7$$

Donde C: Cobertura (%).

Gráficamente se representa los valores para acueducto de K vs. Cobertura:

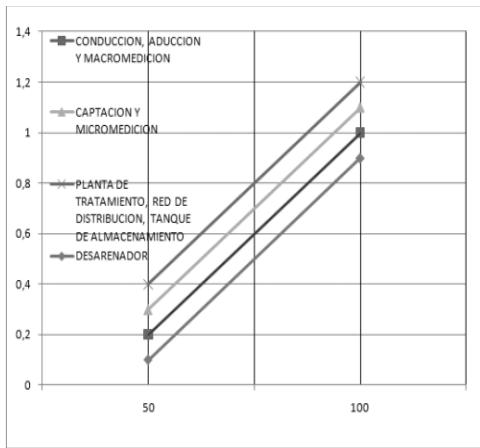


Figura 3: Gráfico de K para acueductos

Figure 3: Graph of K for aqueducts

Para sistemas de alcantarillado, el valor K se da según su incidencia en el transporte y tratamiento del agua residual, así: La planta de tratamiento de aguas residuales en primera instancia; emisario final en segunda instancia; los colectores y pozos en tercera instancia y las domiciliarias en cuarta instancia.

El cálculo de este factor se da de manera progresiva linealmente, donde el valor K es directamente proporcional a la cobertura, según las siguientes ecuaciones:

Planta de tratamiento de aguas residuales:

$$K=0,7 \times (C/50) - 0.1$$

Emisario final:

$$K=0,7 \times (C/50) - 0.2$$

Colectores y pozos:

$$K=0,7 \times (C/50) - 0.3$$

Domiciliarias:

$$K=0,7 \times (C/50) - 0.4$$

Donde C: Cobertura (%).

Gráficamente se representa los valores para alcantarillado de K vs. Cobertura:

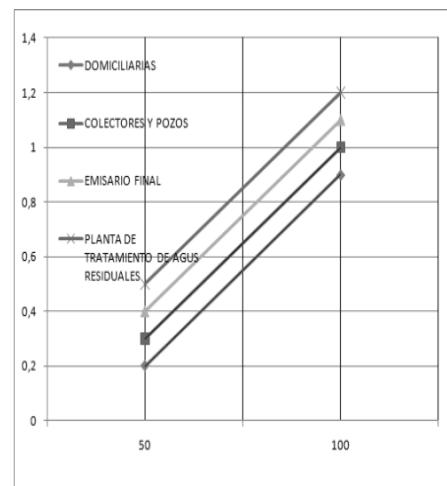


Figura 4: Gráfico de K para alcantarillados

Figure 4: Graph of K for sewers

U= Calificación estimada para la vida útil hidráulica y estructural de cada unidad del sistema de acueducto o alcantarillado, cuyo valor es directamente proporcional a los años que posee la unidad para atender la población objetivo. La vida útil involucra

El cálculo de este factor se da de manera progresiva linealmente, donde el valor U es directamente proporcional a la vida útil, según la siguiente ecuación:

$$U=0,45 \times V$$

Donde V: Vida útil en años, escogiéndose la más crítica entre la hidráulica y estructural. Gráficamente se representa los valores para U vs. Vida útil:

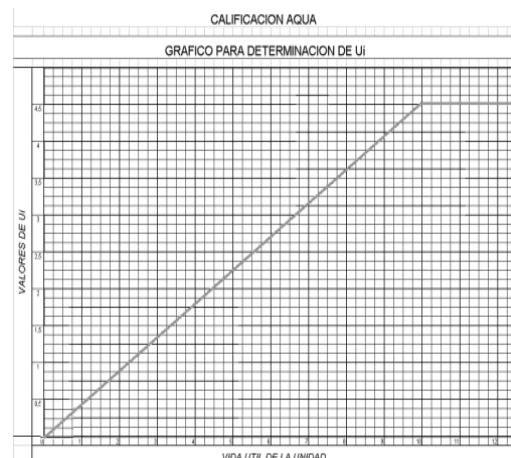


Figura 5: Gráfico de U_i

Figure 5: Graphic U_i

E= Valoración cualitativa de la unidad (bueno, regular o malo) del sistema de acueducto o alcantarillado,

que se estima como un valor a partir de la figura 6 [5]. Se valora el estado general de la unidad, su diseño respecto a las exigencias técnicas de la norma R.A.S. 2000, la seguridad, la funcionalidad, la operación y mantenimiento y limpieza que se dé.

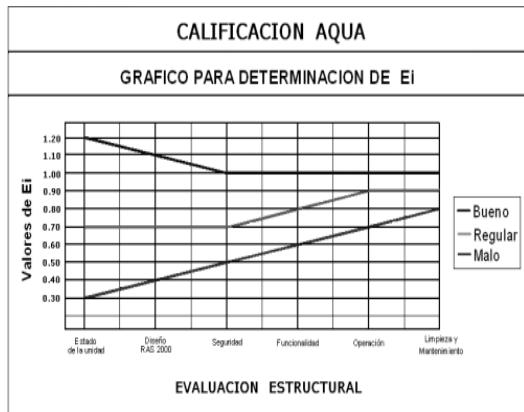


Figura 6: Gráfico de Ei
Figure 6: Graph of Ei

Las valoraciones para acueducto y alcantarillado, como suma de productos de variables, permiten calificar cualitativamente y de manera integral la gestión de todas y cada una de las unidades de cada sistema, oscilando entre 0 y 5, definidas en: Excelentes, Buenas, Aceptables, Regulares, Deficientes o Muy Malas, según el rango obtenido:

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

Figura 7: Calificación cualitativa del sistema, según las valoraciones VAC y VAL

Figure 7: qualitative rating system, according to ratings and VAL VAC

Para cada sistema se estima el valor financiero que se requiere con el fin de obtener su condición ideal, o sea llevar la calificación VAC y VAL a su máximo valor (5), que implica obtener una cobertura del 100% con unidades cuya vida útil es igual o superior a 10 años y la continuidad del servicio de 24 horas al día. Este valor se divide entre el rango resultante de la diferencia entre la valoración actual de cada sistema y su puntaje máximo de 5, para determinar la inversión requerida para ir aumentando el valor VAC o VAL de la mejor forma, permitiendo la programación de recursos en forma secuencial, ordenada y con el mayor impacto, a partir de la priorización de proyectos que optimicen los recursos disponibles. Gráficamente se interpreta así:

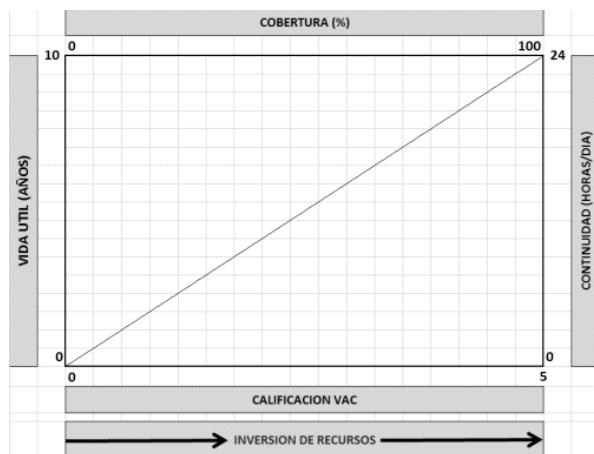


Figura 8: Consolidación de la valoración VAC, vida útil, continuidad y cobertura

Figure 8: Strengthening the VAC assessment, service life, continuity and coverage

La programación de recursos financieros se da a partir de la revisión del comportamiento de la valoración del sistema, de tal manera que ésta sea la mayor posible.

4. RESULTADOS

Esta metodología se diseñó y estructuró a partir del año 2005 y su aplicación se dio en el año 2006 a los 47 sistemas de acueducto y alcantarillado urbanos del Departamento del Tolima, arrojando resultados concretos respecto a la situación de la infraestructura física sanitaria y dotó la base de proyección de inversiones futuras. Como ejemplo de aplicación se describen los resultados obtenidos con relación a los sistemas de acueducto urbanos.

Dentro de los resultados se tabuló la vida útil hidráulica y estructural de cada unidad, y su consolidado con el año límite apoyado en código de colores para permitir la priorización de proyectos por unidad.

Es evidente la deficiencia en unidades como las plantas de tratamiento de agua para consumo, que existen en la mayoría de municipios, pero no están en uso. La micro medición presenta rezago que permite deducir el rechazo de la comunidad al pago de mayores tarifas a cambio de agua potable.

MUNICIPIO	FUENTE	CAPTACIÓN	ADICCIÓN	DESARENADOR	CONDICIÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO	ALMACENAMIENTO	RED	MACROMEDICIÓN	NOMEDICIÓN
						EXISTENTE	EXISTENTE Y EN USO			
IBAGUÉ										
ALPUJARRA	2,012	2,011	2,010	2,013	2,013	2,014	2,014		2,008	
ALVARADO	2,015	2,015	2,011	2,015	2,015	2,011	2,008		2,008	
AMBALEMA	2,013	2,013	2,011	2,013	2,013	2,011	2,008		2,008	
ANZOTEGUI	2,012	2,014	2,014	2,014	2,012	2,012	2,014	2,008	2,008	
ARMERO - GUAYABAL	2,017	2,017	2,015	2,017	2,015	2,015	2,015	2,008	2,008	
ATACO	2,011	2,008	2,008	2,008	2,011	2,008	2,008	2,008	2,008	
CAJAMARCA	2,014						2,008	2,008	2,008	
CARMELA DE APICALÁ	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,008	2,008	
CASABIANCA	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,008	2,008	
CHAPARRAL	2,013	2,009	2,009	2,009	2,010	2,010	2,012	2,008	2,008	
COELLO	2,008	2,008	2,011	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	
COYAIMA	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,010	2,010	2,008	2,008	
CUNDAY	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,008	2,008	
DOLORES	2,008						2,014	2,008	2,008	
ESPINAL	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,008	2,008	
FALAN	2,008	2,018	2,016	2,012	2,011	2,014	2,014	2,008	2,008	
FLANDES	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,010	2,010	2,008	2,008	
FRE SNO							2,008	2,008	2,008	
GUAICO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,010	2,010	2,008	2,008	
HERVEO	2,017	2,014	2,012	2,014	2,014	2,008	2,008	2,008	2,008	
HONDA	2,015	2,015	2,013	2,013	2,012	2,012	2,013	2,017	2,017	2,008
ICONONZO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	
LERIDA	2,014	2,013	2,014	2,013	2,013	2,011	2,011	2,008	2,008	
LITAZO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	
MARQUITA	2,016	2,015	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,008	2,008	
MELGAR	2,011	2,009	2,009	2,009	2,009	2,011	2,008	2,008	2,008	
MURILLO	2,016	2,016	2,016	2,016	2,014	2,008	2,008	2,008	2,008	
NATAGAIMA	2,011	2,014	2,011	2,011	2,014	2,014	2,014	2,008	2,008	
ORTEGA	2,011	2,013	2,013	2,013	2,013	2,013	2,008	2,008	2,008	
PALOCABILDO							2,008	2,008	2,008	
PIEDRAS	2,015	2,015	2,015	2,015	2,011	2,008	2,008	2,015	2,008	
PLANADAS							2,008	2,008	2,008	
PRADO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	2,008	
PURIFICACIÓN	2,013	2,013	2,013	2,013	2,013	2,011	2,011	2,011	2,008	
RIOBLANCO							2,008	2,008	2,008	
RONCESVALLES	2,009	2,009	2,013	2,015	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	
ROVIRA	2,015	2,010	2,013	2,015	2,013	2,008	2,008	2,008	2,008	
SALDANA							2,008	2,008	2,008	
SAN ANTONIO	2,014	2,012	2,014	2,014	2,012	2,012	2,008	2,008	2,008	
SAN LUIS	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,008	2,010	2,008	2,008	
SANTA ISABEL	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	2,008	2,008	
SUÁREZ	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	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	
VENADILLO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	
VILLA HERMOSA	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	
VILLARRICA	2,014	2,014	2,014	2,014	2,014	2,012	2,012	2,008	2,008	

CONVENCIOS:

FUENTE DE ABASTECIMIENTO

- Sin capacidad de cobertura en época de estiaje
- Con capacidad de cobertura y alta afectación antropica y/o natural
- Con capacidad de cobertura y protección

MUNICIPIOS

- Agua en riesgo (IRCA: 0 - 5)
- Agua bajo riesgo (IRCA: 5,3 - 14)
- Agua medio riesgo (IRCA: 14,1 - 35)
- Agua alto riesgo (IRCA: 35,1 - 80)
- Agua inviable sanitariamente (IRCA: 80,1 - 100)

Figura 9: – Vida útil hidráulica de unidades de los sistemas de acueducto urbanos del departamento del Tolima

Figure 9: - Life hydraulic units of urban water systems in the department of Tolima

MUNICIPIO	CAPTACIÓN	ADICCIÓN	DESARENADOR	CONDICIÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO	ALMACENAMIENTO	RED
IBAGUÉ							
ALPUJARRA						2,008	
ALVARADO						2,008	
AMBALEMA						2,008	
ANZOTEGUI							
ARMERO - GUAYABAL						2,008	
ATACO						2,008	
CAJAMARCA						2,008	
CARMELA DE APICALÁ						2,008	
CASABIANCA						2,008	
CHAPARRAL						2,008	
COELLO						2,008	
COYAIMA						2,008	
CUNDAY						2,008	
DOLORES	2,008					2,008	
ESPINAL						2,008	
FALAN						2,008	
FLANDES		2,008				2,008	
FRE SNO						2,008	
GUAICO						2,008	
HERVEO						2,008	
HONDA						2,008	
ICONONZO						2,008	
LERIDA						2,008	
LITAZO	2,008	2,008				2,008	
MARQUITA						2,008	
MELGAR						2,008	
MURILLO						2,008	
NATAGAIMA						2,008	
ORTEGA						2,008	
PALOCABILDO						2,008	
PIEDRAS						2,008	
PLANADAS						2,008	
PRADO						2,008	
PURIFICACIÓN						2,008	
RIOBLANCO						2,008	
RONCESVALLES	2,009					2,008	
ROVIRA						2,008	
SALDANA						2,008	
SAN ANTONIO						2,008	
SAN LUIS						2,008	
SANTA ISABEL						2,008	
SUÁREZ						2,008	
VALLE DE SAN JUAN						2,008	
VENADILLO						2,008	
VILLA HERMOSA						2,008	
VILLARRICA						2,008	

CONVENCIOS:

MUNICIPIOS

- Agua en riesgo (IRCA: 0 - 5)
- Agua bajo riesgo (IRCA: 5,3 - 14)
- Agua medio riesgo (IRCA: 14,1 - 35)
- Agua alto riesgo (IRCA: 35,1 - 80)
- Agua inviable sanitariamente (IRCA: 80,1 - 100)

Figura 10: – Vida útil estructural de unidades de los sistemas de acueducto urbanos del departamento del Tolima

Figure 10: - Lifetime structural units of the urban water supply systems of the department of Tolima

MUNICIPIO	FUENTE	CAPTACIÓN	ADICCIÓN	DESARENADOR	CONDICIÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO	ALMACENAMIENTO	RED	MACROMEDICIÓN	NOMEDICIÓN
						EXISTENTE	EXISTENTE Y EN USO			
IBAGUÉ										
ALPUJARRA	2,012	2,013	2,010	2,013	2,013	2,013	2,014	2,014	2,008	
ALVARADO	2,015	2,015	2,011	2,015	2,015	2,015	2,015	2,008	2,008	
AMBALEMA	2,013	2,013	2,011	2,013	2,013	2,013	2,015	2,008	2,008	
ANZOTEGUI	2,012	2,014	2,014	2,014	2,012	2,012	2,014	2,008	2,008	
ARMERO - GUAYABAL	2,017	2,017	2,015	2,017	2,015	2,017	2,015	2,008	2,008	
ATACO	2,011	2,008	2,008	2,008	2,011	2,008	2,008	2,008	2,008	
CAJAMARCA	2,014									
CARMELA DE APICALÁ	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	2,008	2,008	
CASABIANCA	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,012	2,012	2,008	2,008	
CHAPARRAL	2,013	2,009	2,009	2,010	2,010	2,010	2,010	2,008	2,008	
COELLO	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	2,010	2,010	2,008	2,008	
CUNDAY	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,015	2,008	2,008	
DOLORES	2,008	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,008	2,008	
ESPINAL	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,012	2,008	2,008	
FALAN	2,008	2,018	2,016	2,012	2,011	2,014	2,014	2,008	2,008	
FLANDES	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,008	2,008	
FRESNO							2,008	2,008	2,008	
FRE SNO							2,008	2,008	2,008	
GUAICO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,010	2,010	2,008	2,008	
GUAMO	2,011	2,011	2,011	2,011	2,011	2,010	2,010	2,008	2,008	
HERVEO	2,017	2,014	2,012	2,015	2,015	2,015				

PUESTO	MUNICIPIO	VAL	GESTIÓN
1	ARMERO GUAYABAL	3,73	BUENO
2	FLANDES	3,68	
3	LERIDA	3,33	
4	ALPUJARRA	3,1	
5	PIEDRAS	3,1	ACEPTABLE
6	PURIFICACIÓN	3,1	
7	ESPINAL	3,03	
8	VENADILLO	2,73	
9	SUAREZ	2,68	
10	ROCA	2,59	
11	GUAMO	2,53	
12	IBAGUÉ	2,52	
13	SAN LUIS	2,5	
14	SANTA ISABEL	2,5	
15	HONDA	2,5	
16	FRESNO	2,48	
17	SAN ANTONIO	2,38	
18	MURILLO	2,35	
19	LÍBANO	2,25	
20	AMBALEMA	2,2	
21	MELGAR	2,2	
22	VILLARRICA	2,2	
23	NATAGAIMA	2	
24	HERVEO	1,8	
25	MARIQUITA	1,8	
26	PLANADAS	1,8	
27	SACRISTAN	1,6	
28	VALLE DE SAN JUAN	1,6	
29	VILLA HERMOSA	1,6	
30	ALVARADO	1,75	
31	ICONONZO	1,68	
32	CHAPARRAL	1,65	
33	RONCESVALLES	1,65	
34	ANZOATEGUI	1,6	
35	CUNDAY	1,6	
36	FRANCIA	1,5	
37	ATACO	1,4	
38	CASABIANCA	1,4	
39	COYAIMA	1,37	
40	RIOLANCO	1,35	
41	DOLORES	1,2	
42	ORTEGA	1,2	
43	CAJAMARCA	0,9	
44	PALO CABILDO	0,8	
45	CARMEN DE APICALÁ	0,75	
46	COELLO	0,75	
47	FRADO	0,75	DEFICIENTE

Figura 13: – Valoración VAL de los sistemas de alcantarillado urbanos del departamento del Tolima
Figure 13: - Rating VAL urban sewer systems in the department of Tolima

Las valoraciones promedio departamentales obtenidas son: VAC=3,2 y VAL=2,2., que define los sistemas de acueducto con gestión aceptable y de alcantarillado como regular. Los cinco municipios con mayor población (Ibagué, Espinal, Líbano, Chaparral y Mariquita), poseen en conjunto más del 60% del total, y sus sistemas de acueducto proveen agua potable, lo cual permite la valoración VAC con gestión aceptable, pero la mayoría de municipios menores presentan situación regular a mala. La valoración VAC arroja resultados regulares y malos en la mayoría de municipios, donde los sistemas de tratamiento de aguas residuales presentan el mayor rezago.

La valoración VAC arrojó a partir de su calificación, los valores promedios departamentales más relevantes a saber: Cobertura promedio del 65% correspondiente a todos los sistemas urbanos, vida útil de 5,9 años y continuidad del servicio de 19,20 horas/día. Con esta situación se estimó la inversión de recursos para obtener la máxima valoración VAC en todos los sistemas urbanos, arrojando la suma de \$115.000 millones de pesos para el año 2006. Quiere esto decir que cada décima de aumento en la valoración VAC, equivale a la inversión de \$6.398 millones, correspondiente además a aumentar en 1,94% la cobertura, en 0,23 años la vida útil y en 0,27 horas/día la continuidad.

1 DECIMA VAC	6389 MILLONES			
	1,94% COBERTURA			
	0,23 años VIDA UTIL			
	0,27 h/día CONTINUIDAD			

Figura 14: – Valores promedios correspondientes al aumento de una decima de VAC

Figure 14: - Mean values for the increase of one tenth of VAC

La proyección de la valoración VAC, con los promedios de cobertura, vida útil, continuidad e inversión de recursos para el departamento del Tolima, se consolida en el siguiente cuadro:

VAC	3,2	3,5	4,0	4,5	5,0
COBERTURA (%)	65%	75%	83%	92%	100%
VIDA UTIL (años)	5,90	7,00	8,00	9,00	>10
CONTINUIDAD (h/día)	19,20	20,00	22,00	23,00	24,00
IRCA	<5	<5	<5	<5	<5
NOFH	8,60	9,00	9,40	10,00	
INVERSIÓN (MILLONES \$)	12367	48627	83056	115000	

Figura 15: – Consolidado de proyección de inversiones vs. Valoración VAC de los sistemas de acueducto urbanos del departamento del Tolima

Figure 15: - Consolidated vs investment projection. VAC assessment of urban water systems in the department of Tolima

5. 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 los mismos, mediante una planificación ordenada de las inversiones actuales y futuras, dirigibles según el modelo propuesto. Su estructura permite obtener diferentes escenarios de control y aplicación, que puede darse en cualquier tipo de localidad y dotará a la misma de un catastro de la infraestructura de sus servicios públicos y una carta de navegación para las inversiones técnicas y financieras.

Con esta 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, permitiendo su aplicación en la mayoría de localidades urbanas y nucleadas.

Los resultados que ella arroja pueden ser medibles, cuantificables e interpretables por la población, luego

por sí misma contribuye al valioso control y veeduría ciudadana.

Con la aplicación de la metodología permitirá a los entes prestadores de servicio público utilizar de manera eficiente, real y racional sus recursos evitando despilfarros producto de la desinformación que en la mayoría de los casos se percibe en el sector. Dirigir las inversiones en este sentido contribuiría al mejoramiento de la calidad en la prestación de los servicios y a su vez disminuir los índices de morbimortalidad y salud en general.

REFERENCIAS

[1] SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS - SSPD. Régimen de los servicios públicos domiciliarios. Ley 142, 1994.

[2] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE. Estudios Censales de Población, Colombia 2005.

[3] SUAREZ, A.; OSPINA, O. Censo Sanitario Urbano del Departamento del Tolima [Tesis de pre-grado]. Ingeniería Civil. Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué, 2004.

[4] MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000. Resolución No. 1096, 2000.

[5] ESTUPIÑAN, J.; CHAVEZ, J.; RAMIREZ, H.; OSPINA, O. Censo sanitario de los sistemas comunitarios urbanos de Ibagué [Tesis de pre-grado]. Ingeniería Civil. Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué, 2006.