

MODELACIÓN MATEMÁTICA COMO SISTEMA DE SOPORTE A LA DECISIÓN (DSS) EN LA PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Ana María Buitrago Ramírez¹, Diego Paredes Cuervo²,

Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento – GIAS. Universidad Tecnológica de Pereira – UTP

anmabuitrago@utp.edu.co¹ diparede@utp.edu.co²

Introducción

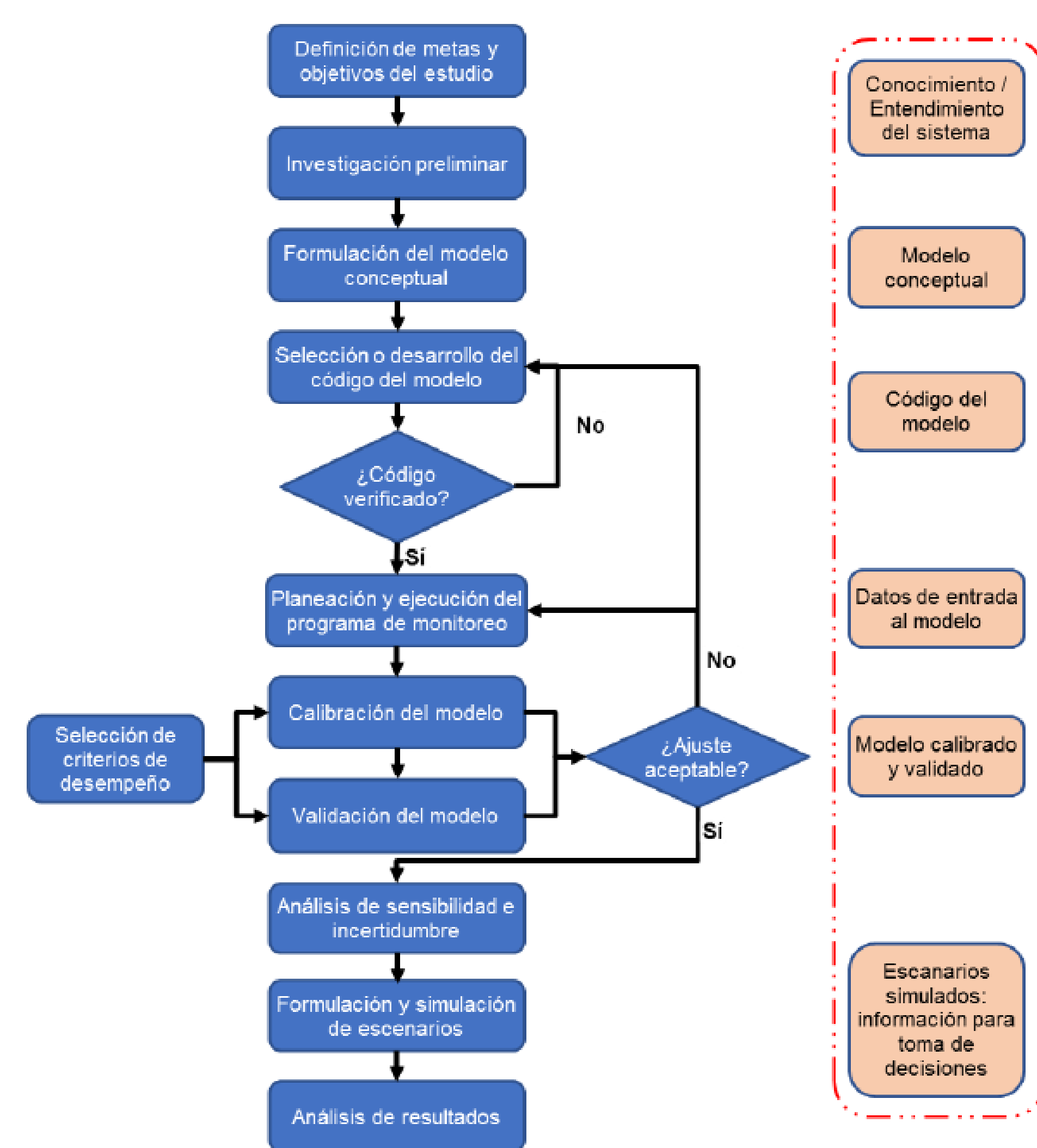
Un sistema de soporte a la decisión (DSS) puede ser entendido como un sistema, basado en computador y compuesto por datos, que soporta al usuario para elegir una respuesta consistente a un problema particular en una escala reducida de tiempo. Uno de los enfoques de DSS más aplicados son los modelos matemáticos (MM). Estos han tenido un amplio desarrollo técnico científico con el propósito de estudiar la variabilidad en el comportamiento de los sistemas naturales, sin embargo, por su alta complejidad, difícilmente han sido accesibles para los tomadores de decisiones.

En la administración de recursos hídricos, la toma de decisiones basada en datos puntuales implica asumir un alto grado de incertidumbre y, a su vez, riesgo, debido a la alta variabilidad de estado del agua superficial. Esto implica que el DSS, debe ser lo más sofisticado posible y debe permitir predecir diferentes respuestas del sistema natural ante intervenciones. La importancia de los MM es que además de permitir conocer el estado actual del sistema natural, permiten hacerles preguntas, principalmente ¿Qué pasaría si?

Este trabajo presenta la metodología y resultados de tres casos de aplicación de MM en distintos procesos de planificación del recurso hídrico; la reglamentación de uso de las aguas del río Quinchía (Risaralda); el establecimiento de objetivos de calidad de 23 corrientes receptoras de vertimientos en Risaralda y la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Yumbo, Valle del Cauca.

Metodología

Para la implementación de los modelos matemáticos se desarrolló la siguiente ruta metodológica que abarca desde la recolección de la información del sistema a modelar hasta el análisis y tratamiento de la misma para la toma de decisiones.

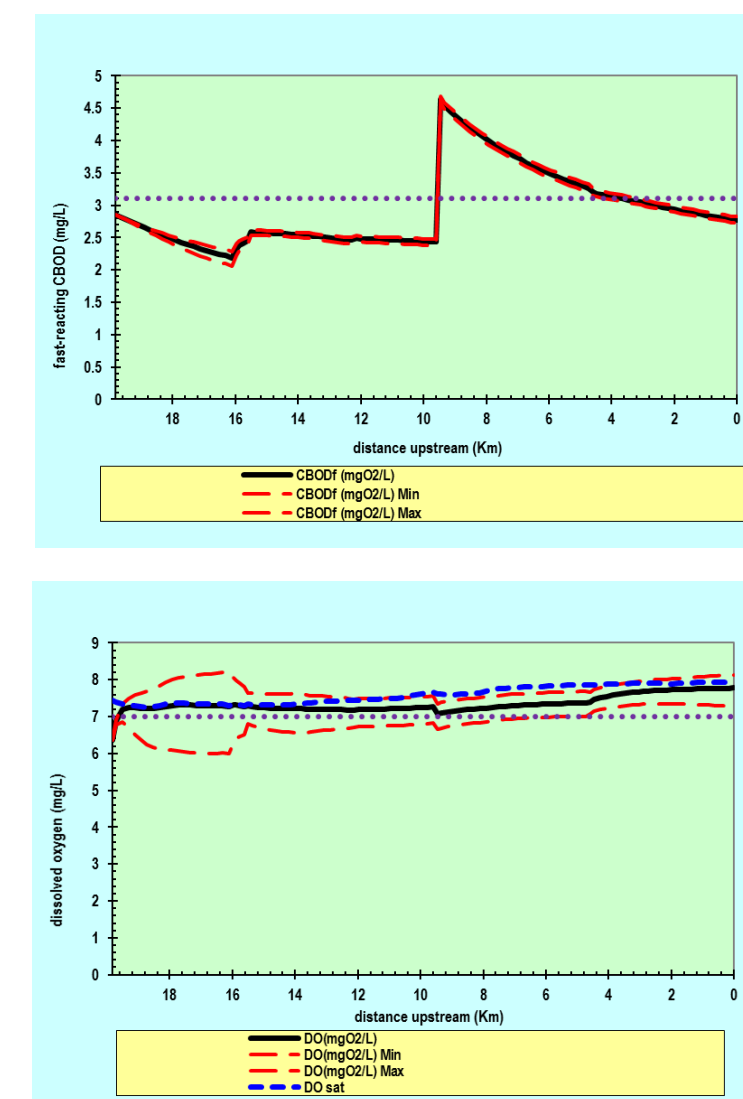


Protocolo de modelación del recurso hídrico MADS (2018)

Resultados

Reglamentación del uso de las aguas del río Quinchía para la validación de la metodología de caudal ambiental.

- ✓ Calibración de un modelo predictivo de la calidad del agua para futuros procesos de planificación o administración del recurso hídrico.
- ✓ Determinación de la capacidad de asimilación del río bajo diferentes escenarios de caudal.
- ✓ Validación del caudal ambiental, con respecto a la calidad del agua del río.

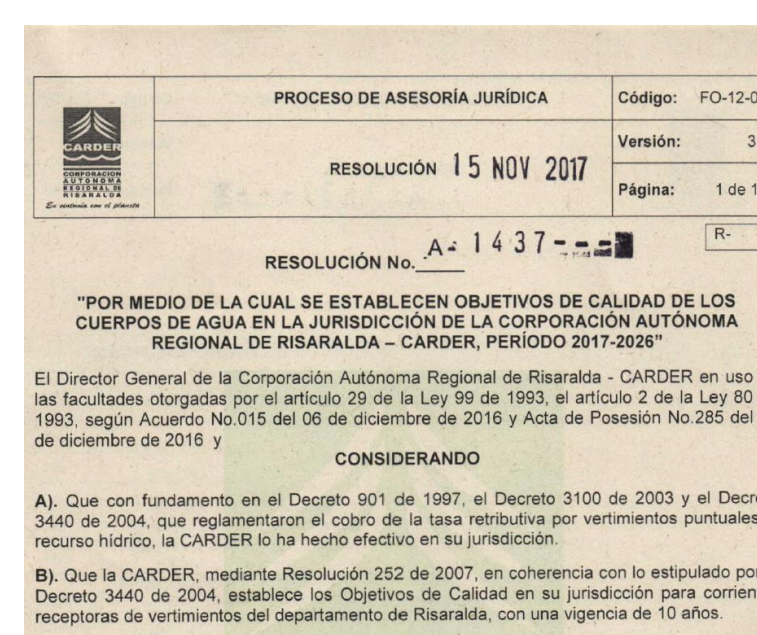


Establecimiento de objetivos de calidad de las corrientes receptoras de vertimientos en el departamento de Risaralda



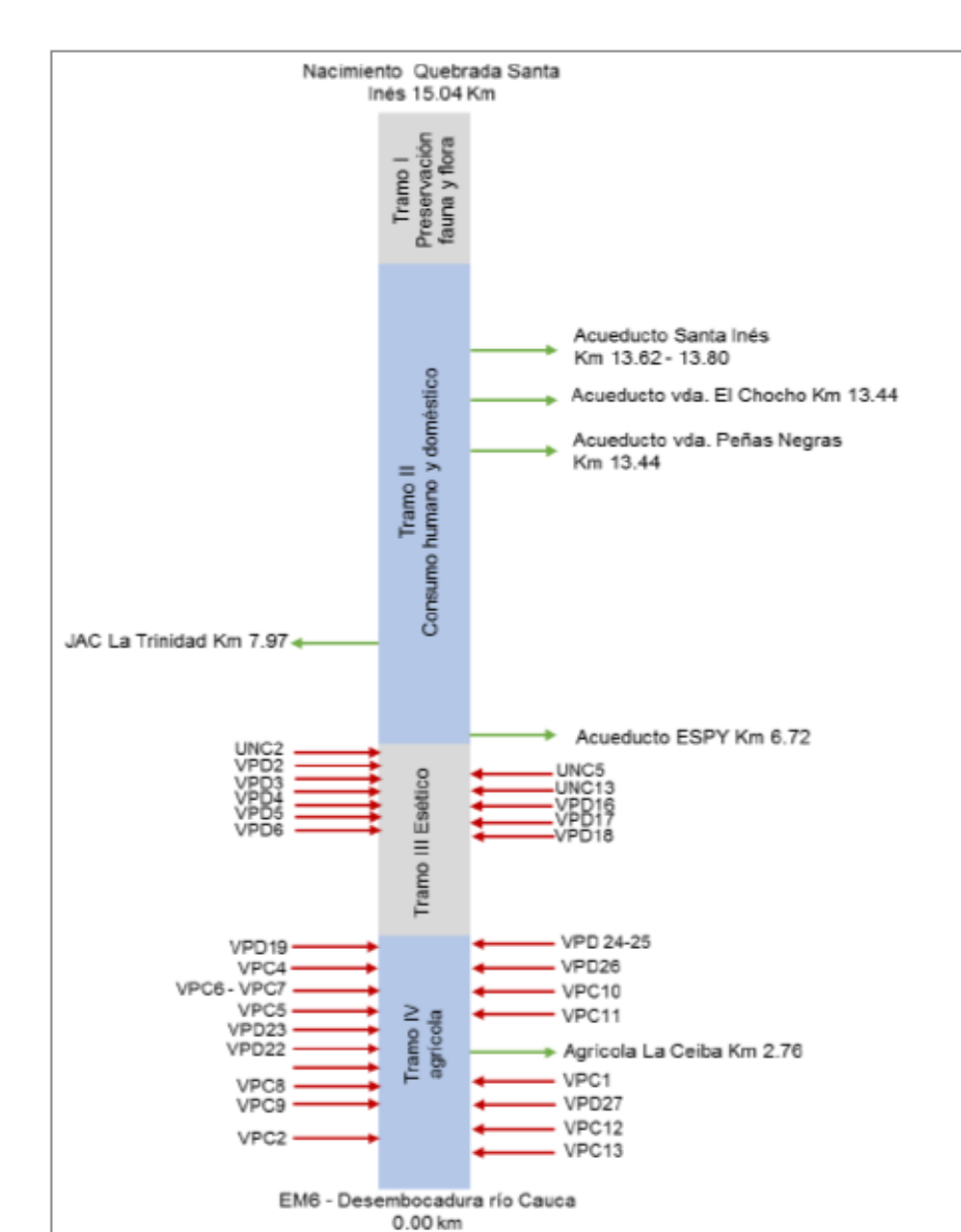
Implementación de MM de calidad del agua para futuros procesos de planificación o administración del recurso hídrico en las corrientes receptoras de vertimientos del departamento.

Reglamentación de los objetivos de calidad de las corrientes receptoras de vertimientos – Resolución CARDER A1437 de 2017.



Establecimiento de metas de carga contaminante para el cobro de tasa retributiva - 2018 – 2022 (Acuerdo 008 de 2018).

Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Yumbo, Valle del Cauca



Calibración de un MM de la calidad del agua para futuros procesos de planificación o administración del recurso hídrico.

Validación de diferentes escenarios de calidad del agua de acuerdo a los usos potenciales del recurso hídrico.

Planificación de acciones a corto, mediano y largo plazo para garantizar la calidad del agua en sus diferentes usos.



Establecimiento de objetivos de calidad para el río Yumbo, de forma participativa, a partir de los resultados de un modelo matemático de calidad del agua.

Conclusiones

- Las mejoras en las tecnologías de la información están permitiendo a los tomadores de decisiones hacer uso de técnicas que no estaban disponibles previamente. Los MM son construidos con el objetivo de resolver problemas multi-escenario analizando la factibilidad de cada escenario en poco tiempo con el fin de proveer la solución óptima, sin embargo, por su alta complejidad, difícilmente han sido accesibles para los tomadores de decisiones.
- La precisión y robustez de MM depende de la aplicación rigurosa de la metodología para la implementación del mismo, el tratamiento de la información y la interpretación de los resultados. La utilidad y aplicabilidad del modelo matemático implica de la inclusión de las partes interesadas, instituciones y tomadores de decisiones en el proceso de planificación para que los resultados técnico - científicos sean incorporados adecuadamente como soporte en las decisiones.
- Las capacitaciones sobre el manejo de herramientas técnico-científicas para la toma de decisiones, dirigidas a los funcionarios de las autoridades ambientales, representa una estrategia adecuada de sostenibilidad e inclusión de los modelos matemáticos como DSS dentro de estas instituciones.
- El uso de MM en la planificación de recursos hídricos reduce la incertidumbre en las acciones e intervenciones sobre el sistema objetivo, pues de antemano es posible conocer la respuesta de este sistema frente a diferentes medidas de intervención o no intervención.
- La implementación de los MM en la planificación de los recursos hídricos debe ser entendida como un proceso continuo de ajuste de los modelos para representar las condiciones de calidad de los cuerpos de agua. Esto implica el levantamiento de información de calidad y cantidad de forma periódica, el ajuste de las calibraciones y la instrumentación de los sistemas simulados.

La Participación

Las estrategias de participación social constituyen un eje transversal clave en los procesos de planificación, incluso cuando la toma de decisiones es basada en los resultados de herramientas de alta complejidad como los modelos matemáticos, por tanto, es responsabilidad de los planificadores idear la estrategia para llevar esta información al entendimiento de todos los implicados en el sistema objetivo.



Referencias bibliográficas

Chapra S. C., Pelletier, G. J. (2008). QUAL2Kw: A modeling framework for simulating rivers and streams water quality (version 5.1). Theory and documentation. Environmental Assessment Program Olympia, Washington, USA.

Haider, H. Al. W., & Haydar, S. (2013). A Review of Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand Models for Large Rivers. 12. 127–142.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2018. Guía Nacional para la Modelación del Recurso Hídrico Superficial Continental. Bogotá, D.C.

Vera, I.L. (2007). Aplicación de técnica de optimización mediante algoritmos genéticos para calibración de modelo QUAL2K como una aproximación a la modelación de la calidad del agua de los principales ríos de la zona urbana de Bogotá D.C. Universidad Pontificia Bolivariana. Bogotá D.C.

Agradecimientos

Agradecimiento especial al Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento, a las instituciones y sus funcionarios que hicieron posible los procesos de planificación: Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC y a las comunidades interesadas por su participación activa y aportes en los resultados.

