

# Inclusión de la modelación física para reforzar el aprendizaje de acueductos en ingeniería civil

Camilo Cañón Barriga

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.  
[ccanon@javerianacali.edu.co](mailto:ccanon@javerianacali.edu.co)

**Resumen**— En este documento se describe un proyecto de modelación física de estructuras de acueducto para un curso de Acueductos y Alcantarillados de Ingeniería Civil, que busca potenciar la capacidad espacial de los estudiantes, puesto que las actividades suelen hacerse de forma sedentaria en el salón de clases y en trabajo de escritorio. El marco teórico explica la necesidad de que los estudiantes de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas experimenten actividades que fortalezcan su capacidad espacial, como el construir objetos a partir de planos bidimensionales. Se muestra la metodología de investigación en la que se describen las fases de diseño, construcción, e instalación de un pequeño acueducto a escala realizado en el campus universitario. En las conclusiones se reflexiona sobre los resultados alcanzados por los estudiantes, sus opiniones sobre el proyecto a través de una encuesta de percepción, y la posibilidad de seguir implementando la modelación física en el currículo del curso.

**Palabras Clave**— Modelación física; acueductos y alcantarillados; estrategias curriculares; ingeniería civil; capacidad espacial.

Recibido: 11 de diciembre de 2023. Revisado: 20 de mayo de 2024. Aceptado: 21 de mayo de 2024.

## Including physical modelling to enhance learning of Water Supply Systems in Civil Engineering

**Abstract**— This work describes a project of physical modelling water supply structures for a Water Supply and Sanitation course in Civil Engineering, which pursues to promote the spatial skills of students, since all activities are usually performed in a sedentary way in the classroom and in desktop workstations. The theoretical framework explains the need to expose STEM students to activities that reinforce their spatial skills, such as building 3D objects based on blueprints. A descriptive research methodology of the design, building, and installment steps for a small water supply system on campus is shown. Conclusions reflect on the results achieved by the students, their opinions on the project experience through a perception survey, and the possibility of keeping physical modelling in the course curriculum.

**Keywords**— Physical modelling; water supply and sanitation; curricular strategies; civil engineering; spatial skills.

## 1 Introducción

El ser humano en general tiene la habilidad natural de diseñar, de hacer cosas, de recrear modelos físicos para la comprensión de situaciones complejas y en ocasiones inciertas [1]. Por esta razón, a nivel curricular, la inclusión de prácticas educativas que involucren el diseño de modelos físicos puede

permitir el progreso académico del estudiante [2] por cuanto lo motiva a trascender a lo aprendido en el aula de clase y a explorar sobre la capacidad de transformar los estados deseados hacia elementos dinámicos [3].

En este artículo se describe la implementación de la modelación física de las estructuras de un acueducto convencional por gravedad (Fig. 1), llevada a cabo como proyecto de curso por los estudiantes de la materia de Acueductos y Alcantarillados en la carrera de Ingeniería Civil. Los proyectos de curso generalmente consisten en la realización de un diseño hidráulico, cuyos cálculos se soportan en software de modelación de distribución de agua; sin embargo, para este semestre, el docente plantea como estrategia curricular el que los estudiantes realicen la construcción real a nivel de un modelo físico a escala, para complementar otras formas de aprendizaje significativo desarrolladas durante el semestre, como los ejercicios en clase, los seminarios de investigación, y la modelación computacional.

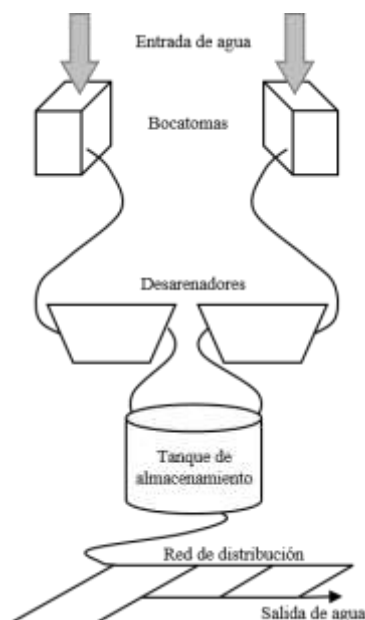


Figura 1. Esquema del sistema de acueducto por gravedad a modelar, con doble bocatoma y doble desarenador en paralelo.

Fuente: El autor.

El objetivo principal del proyecto de curso consiste en replicar a escala las estructuras vistas teóricamente en clase a lo largo del semestre, y lograr la conducción de agua desde la bocatoma (primera estructura aguas arriba) hasta la válvula de salida de la red de distribución (usuario final).

## 2 Marco teórico

A nivel institucional se percibe una exigencia tácita referente a la calidad de la enseñanza, la cual se debe reflejar en el aprendizaje del estudiante, requiriéndose para ello el uso de variedad de técnicas interactivas de construcción de elementos sólidos [4].

En Ingeniería Civil hay dos tipos de técnicas que ayudan a los estudiantes a hacer conexiones que afianzan su entendimiento conceptual: éstas son las tareas en un entorno físico similar al del ejercicio profesional [5], y los ejercicios para los que puede haber más de una sola solución correcta [6].

El currículo actual de la asignatura de Acueductos y Alcantarillados se sustenta principalmente en el diseño, lo cual permite que los estudiantes arriben a distintas soluciones matemáticamente factibles y que establezcan mediante evaluaciones ambientales y económicas cuál es la mejor; sin embargo, las actividades hechas durante el semestre suelen estar sesgadas fuertemente hacia un ambiente de trabajo en el aula formativa y en el gabinete de laboratorio de estructuras físicas, en donde se llevan a cabo la resolución de ejercicios, el manejo de software de modelación, o el averiguar estados del arte en bibliotecas y en internet, lo cual aleja a los estudiantes de poder desarrollar su capacidad espacial, propiamente dicha del ejercicio de la profesión.

### 2.1 Modelación física y capacidad espacial

La capacidad espacial es una de las componentes de la inteligencia humana cuya influencia se destaca en ámbitos científicos, y se define como la capacidad mental de generar, retener, recuperar y transformar imágenes visuales bien estructuradas. Su importancia se pone de manifiesto a través de habilidades para resolver problemas matemáticos, para configurar la representación espacial abstracta y para visualizar objetos tridimensionales a partir de dibujos bidimensionales [7]. Además, se ha comprobado que la preparación viso espacial es fundamental para un buen rendimiento en actividades académicas [8].

La modelación física de estructuras hidráulicas afianza las competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas relacionadas con los principios físicos involucrados y la representación visual de los objetos. Los modelos permiten un óptimo entendimiento acerca de conceptos básicos y procesos elementales que, de otra manera, serían complejos de asimilar cognitivamente en el individuo [9].

En vista de lo anterior, la actividad propuesta de hacer una modelación física de estructuras hidráulicas potenciaría la capacidad espacial de los estudiantes, obligándolos a

representar objetos tridimensionales a partir de planos y esquemas, pasando por el escalamiento de los elementos constituyentes del proyecto ingenieril. Adicionalmente, los estudiantes tendrían que efectuar la actividad de construcción física, puesto que se trata de estructuras más grandes que el espacio de un escritorio, y que dependiendo de los materiales pueden involucrar el cortar, pegar con clavos o con pegamento, revestir, pintar, y trasladar, entre otras actividades.

Sin lugar a duda, la oportunidad de realizar actividad de construcción física aporta a mejorar el estilo de vida de los estudiantes [10], quienes tienen que movilizarse a través de un ecosistema de servicios (centros comerciales, almacenes, ferreterías, laboratorios, centros de acopio, entre otros espacios [11]) que ofrecen soluciones particulares a sus necesidades [12], [13], convirtiéndose en una excusa perfecta para conocer su entorno comercial y su futuro desempeño ocupacional.

### 2.2 Modelación física y entendimiento conceptual

Para los estudiantes de Ingeniería Civil, las estructuras de un acueducto no son tan fáciles de apreciar en su día a día, como sí lo pueden ser los edificios, las vías y los puentes, dado que se encuentran generalmente en los límites o en las afueras de las ciudades, cerca de los nacimientos de agua en alta montaña, y adicionalmente enterradas o semienterradas.

Por lo anterior, hacerse una representación mental del funcionamiento de estas estructuras es complejo, aun contando con fotografías y vídeos, puesto que buena parte de los procesos ocurren dentro de estructuras cerradas que no cuentan con iluminación, como bocatomas y tanques de almacenamiento hídrico, ya que deben proteger al agua de contaminantes atmosféricos, antrópicos, y pecuarios externos.

La modelación física posibilita que los estudiantes aprecien las estructuras hidráulicas desde todos sus ángulos durante el proceso constructivo. Adicionalmente, la modelación física también permite detectar visualmente procesos o efectos inesperados [14], como las fugas de agua en los empalmes, el bloqueo de las tuberías con sedimentos, o las curvaturas tipo catenaria en tramos colgantes de tubería, que por su efecto sifón dificultan el paso del caudal de diseño.

## 3 Metodología

Los estudiantes del curso de Acueductos y Alcantarillados deben diseñar, construir e instalar un acueducto a escala como proyecto integrador de la experiencia curricular en mención. La participación de 28 estudiantes se organiza en seis grupos (4 a 5 estudiantes por grupo), y cada grupo se encarga de una estructura particular: dos grupos deben hacer bocatomas de fondo, otros dos grupos desarenadores, un grupo construye un tanque de almacenamiento y el último una red de distribución, para así representar un acueducto con dos bocatomas y dos desarenadores (Fig.1).

Las experiencias de aprendizaje de los estudiantes son recolectadas al final del proyecto a través de encuestas de percepción, y también durante el desarrollo de éste a través de

opiniones expresadas al docente de forma hablada durante las clases y los horarios de atención, y de forma escrita a través de correos electrónicos y de aplicaciones de mensajería. El docente también observa el desarrollo del proyecto a través de fotografías compartidas por los estudiantes exponiendo las etapas de compra y construcción, y directamente el día de instalación del proyecto en el campus.

### 3.1 Diseño de las estructuras

A lo largo del curso de Acueductos, el profesor ha explicado la teoría de diseño alrededor de las diferentes estructuras, desde la bocatoma hasta la red de distribución, y ha desarrollado con los estudiantes el dimensionamiento de cada una de las etapas con base en el caudal de diseño de una población hipotética, de modo que al finalizar las clases teóricas se cuenta con el diseño de todas las estructuras que hacen parte del mismo acueducto.

El profesor sugiere un escalamiento de 1 a 5 de las estructuras diseñadas en clase. La representación física de las estructuras es básicamente visual, para que sean análogas a estructuras de características reales: no se tienen en cuenta las distorsiones de escala por análisis dimensional, puesto que el interés es pedagógico y no de simulación funcional, siendo de carácter experimental.

### 3.2 Construcción e instalación de las estructuras

Los estudiantes deben escoger los materiales con los que harán las estructuras, los cuales no necesariamente deben ser los mismos con los que se construye la estructura real (Fig. 2). Los estudiantes también deben correr con los gastos de los materiales y encargarse de la logística de la instalación en el sitio.



Figura 2. Izquierda, bocatoma hecha con cielo raso y perfil metálico; derecha, bocatoma hecha con madera y rejillas de ventilación  
Fuente: fotografías realizadas por estudiantes.

Al tratarse de una actividad paralela a las clases, mientras se estudia la parte de un sistema de Alcantarillado, los estudiantes pueden comunicarse fácilmente con el profesor para compartirle las dudas que se puedan generar y retos que van surgiendo con respecto al diseño, construcción, e instalación de la estructura física.

El día de la presentación, los estudiantes llevan la estructura a un lugar específico del campus al aire libre (Fig. 3), que se presta por su inclinación para que las estructuras funcionen por gravedad una vez instaladas. La entrada de agua se hace por cada bocatoma, con recipientes de agua que se extraen de un lago artificial ubicado en el campus en la parte superior de la zona escogida.



Figura 3. Espacio al aire libre en el campus escogido para instalar las estructuras a escala del acueducto. En primer plano el desarenador, y más abajo el tanque de almacenamiento y la red de distribución.

Fuente: El autor.

Los estudiantes deben encargarse al final de despejar el sitio y dejarlo en óptimas condiciones de aseo.

El profesor les envía a los estudiantes una encuesta en línea compuesta por dos preguntas de selección Sí/No (Fig. 4) y tres preguntas de respuesta abierta (Tabla 1 y Tabla 2, Fig. 5), relacionadas con la percepción que tuvieron de la experiencia del proyecto.

## 4 Resultados y hallazgos relevantes

Las estructuras, construidas en diversos materiales, como madera, mortero, cartón paja, cielo raso, y PVC, fueron instaladas y pasaron la prueba de conectividad, es decir, que el agua vertida en las bocatomas fuera conducida hasta la válvula de salida de la red de distribución.

### 4.1 Encuesta de percepción

De los 28 estudiantes, 19 contestaron la encuesta suministrada luego de la experiencia: los resultados de las dos preguntas de selección Sí/No —véase la Fig. 4— muestran un total convencimiento de que la actividad de la modelación física afianza los conceptos teóricos vistos en clase; por otra parte, más de la mitad de los encuestados manifiesta no haber construido modelos físicos durante la carrera en otras asignaturas.



Figura 4. Respuestas a preguntas de selección Sí/No  
Fuente: El autor.

La Tabla 1 muestra los aspectos positivos detectados por los estudiantes con respecto a la experiencia de la modelación física.

Tabla 1  
Aspectos positivos de la actividad según estudiantes

|                                  | Respuestas |
|----------------------------------|------------|
| Aprender el proceso constructivo | 5          |
| Fomentar el trabajo en equipo    | 7          |
| Elaborar e interpretar planos    | 3          |
| Entender el funcionamiento       | 7          |
| Resolver problemas en el camino  | 4          |

Fuente: El autor.

La Tabla 2, por su parte, muestra los retos que los estudiantes manifestaron enfrentar durante los procesos de diseño, construcción e instalación de la estructura.

Tabla 2  
Retos desde el diseño hasta la instalación final

| Indicadores                          | Respuestas |
|--------------------------------------|------------|
| Costos de producción                 | 2          |
| Transporte hasta el campus           | 3          |
| Impermeabilización de la estructura  | 3          |
| Instalación final de las estructuras | 3          |
| Espacios adecuados para trabajar     | 4          |
| Encontrar materiales resistentes     | 4          |

Fuente: El autor.

Finalmente, la Fig. 5 resume las opiniones de los estudiantes con respecto a qué tan buena es la modelación física en comparación con las modelaciones computacionales para aprender conceptos de la materia. Entre las razones para considerarla mejor está la posibilidad de poder ver la estructura, ver el flujo del agua a través de ella, y la obligación de tener que construirla ellos mismos; quienes la consideran peor aducen que las herramientas interactivas de los programas de computador permiten tener menos errores y controlar mejor lo

que se quiere hacer que el modelo físico; también hubo un grupo que prefirió no comparar la modelación física con la computacional, al considerar que ambas tienen ventajas propias, como la posibilidad de tocar la estructura, por el lado físico, y la posibilidad de ver los resultados en números por el lado computacional.



Figura 5. Opiniones de los estudiantes sobre la modelación física en comparación con la computacional.  
Fuente: El autor.

#### 4.2 Imprevistos durante la actividad

Varios estudiantes manifestaron de manera temprana su preocupación por las dimensiones que corresponderían a sus estructuras de llevarse a cabo la escala 1 a 5, puesto que sería imposible transportarlas dentro de un bus, taxi o vehículo familiar. Por lo anterior, el profesor cambió la escala a 1 a 10, y si bien esta decisión consensuada alivió el problema parcialmente, no evitó que un grupo (desarenador) trasladara su lugar de construcción al campus (Fig. 5), y que otro (tanque de almacenamiento) debiera pagar el servicio de un pequeño camión de acarreo para poder trasladarlo al campus (Fig. 6).

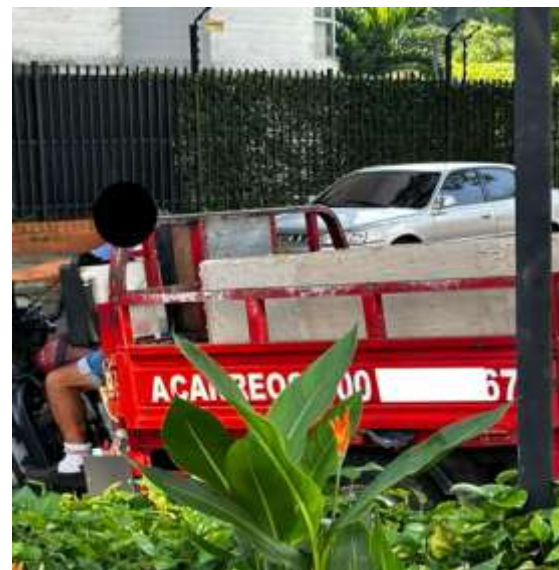


Figura 6. Vehículo de acarreo llevando el tanque de almacenamiento desde la casa de un estudiante al campus.

Fuente: fotografías realizadas por estudiantes.

Al final de la actividad, surgió el reto de hacer la disposición final de los residuos. Algunas estructuras, como las bocatomas, uno de los desarenadores y la red de distribución, se conservaron intactas y se guardaron en el Laboratorio de Recursos Hídricos, a la espera de ser utilizadas en una futura clase como ayuda visual para el tema correspondiente de diseño; sin embargo el otro desarenador y el tanque de almacenamiento se derrumbaron al intentar ser movidos, y el mortero, madera y cartón del que estaban hechos fueron llevados al centro de disposición de desechos de la universidad.

#### 4.3 Aprender a escoger la mejor solución

Acueductos y Alcantarillados, al tratarse de una materia de Diseño de Ingeniería, se caracteriza por tener problemas con varias soluciones matemáticamente factibles, como por ejemplo combinaciones de diámetros, materiales de tubería y diferencias de elevación, que pueden transportar el mismo caudal de diseño desde una estructura dada. Sin embargo, solo unas pocas opciones (o a veces una sola), son económica, topográfica, y ambientalmente viables.

Muchas veces los estudiantes obvian estas restricciones y terminan escogiendo una opción poco viable luego de un análisis numérico, basado exclusivamente en el resultado matemático o computacional, ya que al final su error no les representa problemas más allá de una nota baja. No obstante, al construir ellos mismos una estructura, se dan cuenta que una descuidada escogencia de un material o de una dimensión, les puede significar el hecho de no poder transportar la estructura por su tamaño, peso, o resistencia: el ejercicio de la modelación física les hace más conscientes de los aspectos adicionales al dimensionamiento matemático.

#### 4.4 Ganancias en el trabajo en equipo

Uno de los aspectos positivos más percibidos por los estudiantes en la experiencia de modelación física fue el fomento del trabajo en equipo. Si bien no era necesariamente la intención principal al diseñar la experiencia, el trabajo físico puede tener ventajas en la dimensión de colaboración grupal con respecto al trabajo de escritorio, en donde la distribución de las responsabilidades puede ser abiertamente desigual, recayendo en el/la estudiante que tenga más habilidad para utilizar el software, o resolver los ejercicios, o hacer revisión bibliográfica.

En la modelación física, por otra parte, todos los integrantes del grupo pueden ayudar a comprar el material, cortarlo, pintarlo, o trasladarlo, ya que se trata de acciones que se pueden realizar en paralelo, a diferencia de un programa de simulación en computador, por ejemplo, en que generalmente quien lo empieza a escribir es quien debe terminarlo. Se dio el caso incluso del grupo del desarenador en mortero (Fig. 7), al cual lo ayudaron integrantes de otros grupos a transportar la estructura al sitio de instalación debido a su gran peso.



Figura 7. Estudiantes posando junto a su desarenador, hecho en mortero, cartón y madera.  
Fuente: El autor.

## 5 Conclusiones

Como bien lo describieron algunos estudiantes, no hay una sola manera o metodología para enseñar un concepto: cada una tiene sus ventajas propias, y la suma de varias de ellas aumenta las posibilidades de que los estudiantes afiancen sus conocimientos. Al introducir un nuevo método de enseñanza en el currículo, en este caso la modelación física de estructuras, los estudiantes se enfrentan con retos y con decisiones que normalmente pasarían por alto en un ejercicio sobre el papel o con herramientas computacionales, como por ejemplo el costo de los materiales, el peso mismo de la estructura y su resistencia cuando hay que levantarla y llevarla al escenario de prueba, la necesidad de impermeabilizarla, o la decisión de si construirla cómodamente en el hogar pero luego tener que transportarla al campus, o trabajar en algún espacio disponible del campus con cierta incomodidad pero cerca del emplazamiento final.

Lo que busca el presente documento no es crear una discusión sobre qué metodología es la mejor, si la modelación física o la computacional, porque claramente cada una tiene sus ventajas y también sus desventajas, sino más bien evitar 'quemar el puente' de la modelación física y recuperar su terreno perdido en los currículos de Ingeniería Civil, pues es evidente que en los últimos 50 años los modelos computacionales han ganado terreno en las universidades debido a su menor costo, y al aumento de su poder y precisión en el control y medición teóricas de las variables [15].

Adicionalmente, luego de un fenómeno global como el de la pandemia del COVID-19, en que la enseñanza virtual se constituyó como la única metodología de enseñanza durante los semestres de encierro, con ayudas como la realidad aumentada con gafas 3D, los laboratorios virtuales, las clases grabadas y los programas de computador, los estudiantes parecen demandar de nuevo más tiempo cara a cara en las aulas y menos trabajo virtual [16].

## Referencias

- [1] M. Serrano Guzmán, D. Pérez Ruíz, D. Guzmán Arias, J. Forero Sarmiento, Modelo físico de acuífero: su implementación para un curso de aguas subterráneas, *Ciencia, tecnología y docencia*, vol. 25, no. 48, pp. 209-223, 2014. ISSN 1851-1716
- [2] C. Eastman, New directions in design cognition: studies of representation and recall. *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*, chapter 8, 2001. <https://doi.org/10.1016/B978-008043868-9/50008-5>
- [3] C. Zimring, D. Latch Craig, Defining Design between domains: An argument for design research a la carte, *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*, Chapter 7, pp. 125-146, 2001. <https://doi.org/10.1016/B978-008043868-9/50007-3>
- [4] S. Darwish, N. Al Batsaki, M. Terro, Immediate transformation to online teaching of the Kingdom University as a consequence of COVID-19, *Utopía y Praxis Latinoamericana*, vol. 26, especial 2, pp. 36-48, 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4678846>
- [5] A. Yadav, M. Vinh, G.M. Shaver, P. Meckl, S. Firebaugh, Case-based instruction: Improving students' conceptual understanding through cases in a mechanical engineering course, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 51, no. 5, pp. 659-677, 2014. <https://doi.org/10.1002/tea.21149>
- [6] J. Engelbrecht, C. Bergsten, O. Kagesten, Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum: views of qualified engineers, *European Journal of Engineering Education*, vol. 42, no. 5, pp. 570-586, 2017. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1343278>
- [7] H. C. Gómez-Tone, J. Martín-Gutiérrez, B. K. Valencia-Anci, Augmented Reality-Based Training to Improve Spatial Skills and Academic Performance in Engineering Students, *Digital Education Review*, no. 41, pp. 306-322, 2022. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.306-322>
- [8] A. Rodán, P. Montoro, A. Martínez-Molina, Eficacia del entrenamiento espacial en primaria y secundaria: todos aprenden, *Educación XXI*, vol. 25, no. 1, 2022. <https://doi.org/10.5944/educXXI.30100>
- [9] M. C. Pérez Carmona, B. Tannuré Godward, H. F. Maldonado, Desarrollo de un modelo físico que posibilitó la implementación de un Modelo Pedagógico dentro de un curso de Física, *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 27, no. Extra, pp. 379-383, 2015. [www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/)
- [10] T. Gadais, M. Boulanger, F. Trudeau, M. C. Rivard, Environments favorable to healthy lifestyles: A systematic review of initiatives in Canada, *Journal of Sport and Health Science*, vol. 7, pp. 7-18, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.09.005>
- [11] J. F. Sallis, F. Bull, R. Guthold, G. Heath, S. Inoue, P. Kelly, P. C. Hallal, Progress in physical activity over the Olympic quadrennium, *Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee*, pp. 1325-1336, 2016. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30581-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30581-5)
- [12] K. Hegetschweiler, D. Sjerp, A. Arnberger, S. Bell, M. Brennan, N. Siter, M. Hunziker, Linking demand and supply factors in identifying cultural ecosystem services of urban green infrastructures: A review of European studies, *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 21, pp. 48-59, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.002>
- [13] Millenium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Washington D.C.: Island Press, 2005.
- [14] C. Mateos, La Modelación Física en las Obras Hidráulicas, *Ingeniería del Agua*, vol. 7, no. 1, pp. 55-70, 2000. <https://doi.org/10.4995/ia.2000.2837>
- [15] B. Addis, Past, current and future use of physical models in civil engineering design, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, vol. 174, no. 2, pp. 61-70, 2020. <https://doi.org/10.1680/jcien.20.00028>
- [16] B. N. Lingwall B.N., A.E. Surovek, Post-Pandemic Student Reception of Flipped Classrooms in Civil Engineering Education, *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2023. <https://doi.org/10.18260/1-2--43910>

**C. Cañón Barriga** recibió el título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá en 2006, de Magister en Hidrología de La Universidad de Arizona, EEUU (2010), y de Doctor en Ingeniería – Proyectos de Desarrollo– en 2022 de la Universidad de Bonn, Alemania. De 2006 a 2012 trabajó en consultoría, construcción y gerencia de obras civiles e hidráulicas, e investigación de oferta hídrica, mitigación de inundaciones y manejo de cuencas. Está vinculado a la Pontificia Universidad Javeriana Cali desde 2013 como Profesor Asistente, Coordinador de Recursos Hídricos, y Tutor del Semillero de Investigación MIRAVE. Sus intereses investigativos incluyen: diseño y construcción de estructuras de bajo costo para asegurar agua limpia y saneamiento en sectores rurales; priorización de barrios para reducir pérdidas por fenómenos climáticos; técnicas de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería. ORCID: [0000-0002-2921-6863](https://orcid.org/0000-0002-2921-6863)