EIEI ACOFI 2025
5º Congreso Latinoamericano de Ingeniería
Más Información: www.acofi.edu.co/eiei
Ingeniería de impacto para cuidar y transformar la vida
ACOFI: 50 años por la excelencia de la educación en ingeniería.

Prototipo basado en diseño centrado en el usuario y modelamiento participativo para la educación en torno a la gestión del agua de uso doméstico

Jaider Tague, Jeyson Núñez, Beatriz Eugenia Marín

Institución Universitaria Antonio José Camacho
Santiago de Cali, Colombia

Resumen

El cambio climático y el crecimiento poblacional están afectando la disponibilidad de agua, lo que exige nuevas estrategias de gestión que incluyan políticas, prácticas y tecnologías aceptadas por la comunidad. Sin embargo, existe una brecha entre la información institucional y las necesidades reales de los ciudadanos. El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) busca crear soluciones eficientes y satisfactorias considerando el contexto de uso y los factores humanos. Por su parte, el modelamiento participativo incorpora activamente a los usuarios en el diseño de soluciones, fomentando la cooperación y el uso del conocimiento local, lo cual ha demostrado ser eficaz en la gestión de recursos ambientales.

El proyecto busca desarrollar un prototipo funcional para fomentar buenas prácticas en la gestión del agua doméstica, utilizando diseño centrado en el usuario (DCU) y modelamiento participativo en las etapas iniciales. Está dirigido a comunidades periurbanas sin acceso a infraestructura pública de agua. Se emplea la metodología Iconix, integrando etapas del DCU y participación comunitaria mediante encuestas y análisis estadístico. El proceso incluye análisis de requisitos, estudio de aplicaciones similares, diseño de diagramas causales junto a la comunidad y la elaboración de la arquitectura de la aplicación. En la fase final se implementa, prueba y ajusta la aplicación. El artículo presenta los resultados iniciales, incluyendo la caracterización de usuarios y aplicaciones afines.

Palabras clave: gestión del agua doméstica; diseño centrado en el usuario; modelamiento participativo; aplicación móvil

DOI: https://doi.org/10.26507/paper.4402

Abstract

Climate change and population growth are affecting water availability, requiring new management strategies that include policies, practices and technologies accepted by the community. However, there is a gap between institutional information and the real needs of citizens. User-Centered Design (UCD) seeks to create efficient and satisfactory solutions considering the context of use and human factors. Participatory modeling actively incorporates users in the design of solutions, encouraging cooperation and the use of local knowledge, which has proven to be effective in the management of environmental resources.

The project seeks to develop a working prototype to promote good practices in domestic water management, using user-centered design (UCD) and participatory modeling in the initial stages. It targets peri-urban communities without access to public water infrastructure. The Iconix methodology is used, integrating UCD stages and community participation through surveys and statistical analysis. The process includes requirements analysis, study of similar applications, design of causal diagrams together with the community and elaboration of the application architecture. In the final phase, the application is implemented, tested and fine-tuned. The article presents the initial results, including the characterization of users and related applications.

Keywords*: domestic water management; user-centered design; participatory modeling; mobile application*

1. Introducción

El cambio climático está afectando los recursos de agua disponible para el consumo bajo el marco de una población creciente, por esta razón se requiere la implementación de estrategias que permitan hacer una gestión del agua con nuevas políticas, prácticas y tecnologías que tengan la aceptación de la comunidad (Marin & Parra-Valencia, 2023), sin embargo, se encuentra una brecha entre la información brindada por las diferentes campañas institucionales y las necesidades en el contexto de uso de los ciudadanos (Dean et al., 2016; Marin et al., 2017)

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) busca desarrollar productos o servicios que puedan ser usados con eficiencia, efectividad y satisfacción, teniendo como enfoque los factores humanos y ergonómicos. Para lograr este objetivo se debe entender el contexto de uso que incluyen el reconocimiento de los actores que interactúan con el sistema y los requerimientos completos (Salinas et al., 2020). A diferencia del DCU el modelamiento participativo involucra al usuario en las etapas de diseño y búsqueda de la solución al problema, promoviendo la cooperación y la inclusión de conocimientos locales de la misma comunidad, esto ha demostrado ser efectivo en la gestión de recursos ambientales (Ramírez García & Camacho Bercherlt, 2019).

Este proyecto tiene como propósito desarrollar un prototipo funcional que promueva las buenas prácticas en gestión del agua de uso doméstico utilizando el diseño centrado en el usuario para la definición de la interfaz con modelamiento participativo en las etapas iniciales del proceso para buscar la mejor solución que se adapte a las necesidades del usuario final. Se ha tomado como

referente la comunidad de la sede del sur de Cali de la Institución Universitaria Antonio José Camacho que queda ubicada en una zona periurbana de la ciudad donde no se cuenta con el servicio del acueducto municipal, por lo cual ha tenido que construir sus propias plantas de tratamiento. La población objetivo de este trabajo son comunidades periurbanas que deben gestionar su propia agua al no contar con la infraestructura pública municipal, teniendo que recurrir a diferentes fuentes de suministro y de almacenamiento, por lo cual algunas veces la calidad del agua se ve afectada colocando en riesgo la salud. Cabe mencionar, que este trabajo hace parte de un proyecto macro que está desarrollando también propuestas de monitoreo de la calidad del agua y modelamiento del uso del agua con dinámica de sistemas para su sostenibilidad y aseguramiento de la salud.

El método utilizado está enmarcado en la metodología Iconix dentro del cual se han incluido las etapas del DCU y del modelamiento participativo, proponiendo en el análisis preliminar el trabajo de campo con la comunidad utilizando encuestas y técnicas de estadística básica para su consolidación resultando en un producto inicial de base, en el análisis de requisitos se han incorporado los elementos de definición de tareas de la aplicación, además de la caracterización de otras aplicaciones enfocadas en la gestión del agua de uso doméstico, permitiendo refinar el producto base anteriormente planteado, en la etapa de diseño se realizan los diagramas causales de la dinámica de sistemas con la comunidad para tener una solución adaptada al contexto del usuario final utilizando los elementos identificados en el prototipo inicial y se termina la elaboración de la arquitectura de la aplicación, finalmente en la etapa de implementación se construye la aplicación se realizan pruebas de usabilidad y se hace un último refinamiento. Se presenta en el desarrollo de este artículo el resultado de las primeras iteraciones de la metodología con la caracterización resultado de las encuestas y el análisis de aplicaciones similares.

2. Marco Teórico

2.1. Gestión del Agua de Uso Doméstico

El agua de uso doméstico en las zonas rurales se toma de arroyos, pozos abiertos, carros de distribución (Sánchez García et al., 2020), su estudio se ha propuesto desde el análisis del ciclo de vida del agua para una zona urbana en 5 etapas: 1) conservación y captación de agua cruda, 2) tratamiento de agua cruda, 3) distribución del agua potable, 4) uso doméstico y 5) uso del agua residual (Varón-Hoyos et al., 2019). Para zonas rurales donde existe captación manual por la misma comunidad del recurso hídrico la OMS propone una serie de elementos para asegurar en cierta medida la calidad del agua (OMS, 2016). Las actividades de uso doméstico categorizadas por la OMS son higiene personal incluyendo lavado de manos, inodoro, lavado de ropa, preparación de alimentos, lavado de loza, aseo del hogar, se estima que se usan 136 litros por persona al día.

2.1.1. Índices de Calidad del Agua

Los Índices de Calidad del Agua (ICA) son herramientas clave para evaluar si el agua es apta para el consumo humano, al resumir múltiples parámetros en un valor comprensible. En Colombia, el principal indicador es el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA), que clasifica el riesgo

desde "sin riesgo" hasta "riesgo inviable sanitariamente". Según el Informe Nacional de 2022, el IRCA ha sido fundamental para monitorear el agua en todo el país, aunque persisten problemas en zonas rurales y de difícil acceso. Para mejorar la calidad del agua, se requiere fortalecer la vigilancia, las instituciones y la educación comunitaria (Portilla, n.d.).

2.2. Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es un enfoque que sitúa a los usuarios en el centro del proceso de diseño. Su objetivo es guiar el desarrollo de productos a través de actividades que aseguren la consideración de las necesidades, habilidades y limitaciones de los usuarios a lo largo de todo el proceso. De este modo, se busca crear aplicaciones que sean intuitivas y que realmente respondan a las necesidades de los grupos de usuarios para los que están destinados (Marin et al., 2017). Este enfoque metodológico presta especial atención al contexto del usuario, lo que incluye sus características personales, necesidades, experiencias previas con aplicaciones similares, formación educativa, objetivos y expectativas sobre la aplicación, así como su conocimiento espacial y de dominio, y sus modelos mentales sobre cómo funciona el sistema.

El DCU es un elemento clave en el diseño de aplicaciones web geoespaciales, especialmente aquellas que se enfocan en iniciativas de planificación espacial participativa y gestión comunitaria. En el contexto de la gestión del agua en comunidades periurbanas, el DCU es fundamental para diseñar herramientas que sean accesibles y comprensibles para personas sin formación técnica. Estudios como el de Feller (2014) destacan que el DCU no solo mejora la usabilidad de las plataformas, sino que también fomenta la adopción de tecnologías al alinearse con las necesidades reales de los usuarios. Este enfoque contribuye a resolver el problema de la brecha entre la información técnica y las necesidades de las comunidades, al incorporar retroalimentación constante y adaptar las soluciones a contextos específicos. Cuando se vincula el modelamiento participativo en el diseño Centrado en el usuario se genera un proceso de co-creación que permite conocer las necesidades del usuario, sus percepciones respecto al problema y sus contextos particulares referentes a lo sociocultural.

2.2.1. Usabilidad Según las normas ISO/IEC 25010:2011

La norma ISO/IEC 25010:2011 considera la usabilidad como un aspecto fundamental en la evaluación de la calidad del software, junto con factores como seguridad, rendimiento y adaptabilidad. La usabilidad no solo implica una apariencia atractiva, sino que el sistema sea realmente útil y fácil de usar (Gonzales & Parra, 2015).

Jakob Nielsen refuerza esta idea al afirmar que un sistema aceptable debe ser útil y usable, destacando que la experiencia del usuario es clave. Para evaluar la usabilidad, Nielsen propone cinco criterios: facilidad de aprendizaje, eficiencia en el uso, facilidad para recordar el funcionamiento, manejo de errores y agrado en el uso. Estos elementos garantizan que el software esté diseñado pensando en los usuarios.

2.2.2. Pruebas de usabilidad:

Las pruebas de usabilidad, que se ubican al final del proceso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), son evaluaciones que miden cuán fácil es para los usuarios interactuar con una plataforma o herramienta. Son fundamentales para identificar posibles problemas de diseño y asegurarse de

que las soluciones sean intuitivas y accesibles. Las fases propuestas para estas pruebas incluyen especificación, diseño y evaluación. En la fase de especificación se analizan las tareas que los usuarios deben realizar, en el diseño se elaboran las encuestas y en la evaluación se aplican estas encuestas a los usuarios (Marin et al., 2017). En el contexto de las comunidades periurbanas, las pruebas de usabilidad permiten identificar barreras en la comprensión y el uso de plataformas de gestión del agua. Según H. Cano et al. (2024), la falta de pruebas de usabilidad en las herramientas existentes ha contribuido a la desconfianza y al bajo uso de estas plataformas. Implementando pruebas de usabilidad, se pueden hacer ajustes en las interfaces para hacerlas más claras y fáciles de usar, lo que favorece la adopción y la eficacia de las herramientas.

3. Metodología

Para el desarrollo del prototipo de promoción de la cooperación en la gestión del agua de uso doméstico se ha propuesto Iconix involucrando los elementos del DCU (Ver figura 1). Las fases de Iconix son análisis preliminar, análisis de requisitos, diseño e implementación, la integración con DCU se refleja en los siguientes aspectos:

Análisis de tareas y usuarios: Este componente del DCU complementa el análisis preliminar de ICONIX, profundizando en la comprensión de las necesidades de los usuarios y sus tareas principales.

Especificación de requisitos con enfoque en el usuario: Los requisitos se definen desde una perspectiva técnica, además, considerando las necesidades, limitaciones y preferencias de los usuarios finales, en este caso se utilizan los diagramas casos de uso y los casos de uso detallados.

Prototipado iterativo: el prototipado es un elemento central en el flujo de DCU. Este enfoque permite la validación temprana de conceptos y diseños con usuarios reales y es uno de los elementos utilizados en la fase de análisis preliminar de Iconix.

Evaluación con usuarios: La fase de evaluación del DCU establece un ciclo de retroalimentación que alimenta nuevamente al proceso de diseño y prototipado. La evaluación continua con usuarios reales permite ajustar el sistema a sus necesidades y preferencias, mejorando significativamente la aceptación del producto final (Navarro et al., 2017).

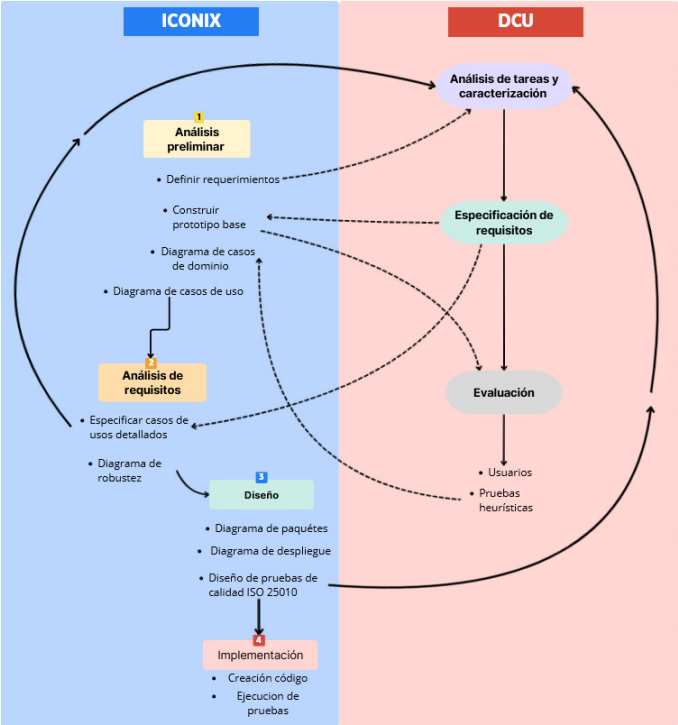


Figura 1. Metodología Iconix con DCU utilizada en el proyecto

4. Resultados

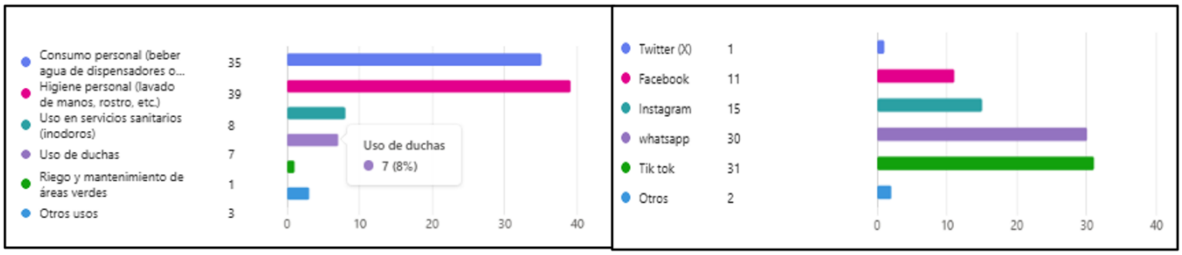
A partir del desarrollo de la metodología propuesta se presentan los resultados obtenidos:

4.1. Análisis preliminar

Inicialmente se identificaron otras aplicaciones orientadas a gestionar el agua para identificar patrones comunes en el ámbito profesional como Water FootPrint, WaterApp, WaterTimePro, Hidroweb y a nivel de la comunidad se encontraron herramientas como Duchapp y Consumo de agua diario, encontrando elementos comunes como la representación del agua en tanque o gotas, el color azul predominante, las gráficas estadísticas básicas como elementos de información y el uso de mapas.

Para perfilar los usuarios con referencia a la gestión del agua se realizaron encuestas tomando como población los 100 estudiantes aprox. de segundo semestre del primer periodo del 2025 de la sede sur de la Uniajc que corresponde a una región periurbana, la muestra fueron 89 estudiantes. Los resultados brindaron información sobre los principales usos del agua en la sede, las percepciones con respecto a la disponibilidad y cantidad, aplicaciones con las cuales tienen mayor familiaridad entre otros (Ver fig. 2). A partir de la información recolectada se determinó que la interfaz debe priorizar una experiencia de usuario intuitiva con curva de aprendizaje rápida, implementando navegación eficiente basada en los patrones de interacción ya familiares para los usuarios de aplicaciones como TikTok, WhatsApp e Instagram. Esto incluye scroll vertical, un menú bar en la parte inferior para la navegación, elementos visuales que corresponden a la temática de la aplicación y sistema de notificaciones simplificado.

Figura 2. Resultado de usos y aplicaciones familiares en la encuesta de caracterización.



Posteriormente se plantearon los requerimientos funcionales y no funcionales (Ver Tabla 1 y Tabla 2.) estos requerimientos fueron socializados con algunos usuarios para hacerlos participes del proceso quienes realizaron algunos ajustes y solicitaron nuevos características no funcionales que se incluyeron.

Tabla 1. Requerimientos Funcionales:

ID	Descripción	ID	Descripción
RF1	El sistema debe mostrar un valor representativo de la calidad del agua disponible en el hogar y, con base en este dato, determinar y mostrar para qué tipo de usos es apta (por ejemplo: consumo humano, riego, limpieza, etc.).	RF4	El sistema debe permitir al usuario ingresar los siguientes datos: Disposición personal a reusar el agua en actividades específicas, tales como: Ducha, Lavado de platos, Uso de lavadora
RF2	El sistema debe informar al usuario la cantidad total de agua disponible en el hogar de manera simple y amigable	RF5	El sistema debe permitir la carga automática de datos a una plataforma en la nube, garantizando su disponibilidad para procesos posteriores de análisis.
RF3	El sistema debe generar y mostrar recomendaciones personalizadas para el uso eficiente del agua disponible, basándose en la cantidad, calidad y condiciones climáticas registradas.	RF6	El sistema debe permitir el uso de la aplicación tanto a usuarios registrados (con cuenta) como a usuarios en modo invitado, ofreciendo funcionalidad básica a ambos, pero con ventajas adicionales para usuarios con cuenta (como historial o recomendaciones más personalizadas).

Tabla 2. Requerimientos No funcionales:

ID	Descripción	ID	Descripción
RNF1	La interfaz debe ser adaptativa (adaptarse a dispositivos móviles, tablets y PCs). (Compatibilidad - Portabilidad)	RNF5	El prototipo debe ser compatible con navegadores modernos. (Compatibilidad - Interoperabilidad).
RNF2	La aplicación debe tener tiempos de carga inferiores a 10 segundos. (Rendimiento - Tiempo de respuesta).	RNF6	La interfaz debe estar diseñada para ser intuitiva sin necesidad de capacitación (Usabilidad - Comprensibilidad y Aprendizaje).
RNF3	Debe cumplir principios de accesibilidad (colores, contraste, tamaño de fuente) (Usabilidad - Accesibilidad).	RFN7	El diseño debe seguir una identidad visual clara (colores institucionales, logo) (Usabilidad - Estética y consistencia visual).
RNF4	El diseño debe prevenir errores comunes (autocompletado, mostrar/ocultar contraseña) (Usabilidad - Prevención de errores).	RNF8	La interfaz debe mostrar indicadores visuales de validación de campos (verde/rojo, íconos de error o éxito) (Usabilidad - Retroalimentación y control del usuario).

En esta fase se creó también el diagrama de casos de uso, prototipo básico en papel y el diagrama de clases del dominio (Ver figura 3).

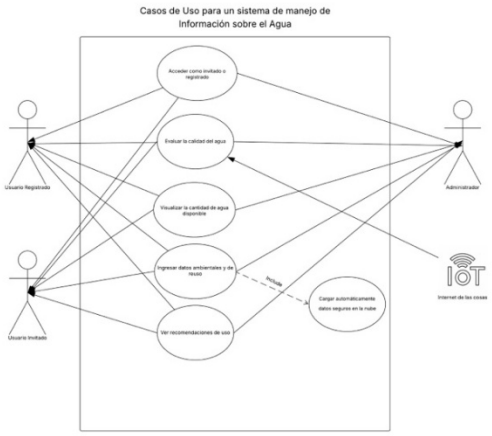


Figura 3. Diagrama de casos de uso

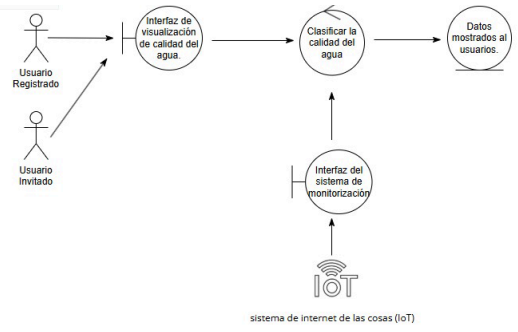
4.2. Análisis de Requisitos

En esta fase se construyeron los casos de uso detallados y el diagrama de robustez lo que permitió hacer un nuevo refinamiento a los prototipos planteados en la fase anterior para ser socializados

y ajustados grupalmente. El uso de los diagramas de robustez facilitó la comprensión del sistema por parte de los interesados al contar con elementos que representan las interfaces y los procesos internos que se esperan desarrollar, a su vez que permitió mejorar los detalles de los casos de uso.

Figura 4. Ejemplo de un caso de uso detallado y el diagrama de robustez.

Nombre:	Evaluar la calidad del agua
Autor:	Jeyson Fernando Nuñez Mosquera – Jaider Tegue Lucumi
Fecha	13/04/2025
Descripción: Este caso de uso permite al usuario (registrado o invitado) evaluar la calidad del agua ingresando o seleccionando ciertos datos físicos y químicos. El sistema procesa esta información y determina si el agua es apta o no apta para el consumo humano.	
Actores: Usuario registrado, Usuario invitado, Administrador.	
Precondiciones: • El usuario ha accedido previamente a la aplicación. • El usuario ha iniciado sesión como registrado o ingresó como invitado.	
Flujo normal: 1. El usuario accede a la opción de evaluación de calidad. 2. El sistema analiza los datos e indica la calidad (apta o no apta).	
Flujo alternativo: El sistema muestra el análisis al usuario.	
Postcondiciones: Si faltan datos o hay error en el formato, el sistema no permitirá realizar la evaluación.	



Ya en este punto se propuso un prototipo refinado a partir de evaluación por heurísticas con expertos posicionando en primer nivel las herramientas relacionadas con consumo del agua e higiene referente a la calidad y cantidad, seguidas por funciones secundarias para monitoreo para el uso del agua (Ver fig 4).

Figura 5. Prototipo de segundo nivel

La aplicación para gestionar el agua en el hogar presenta una interfaz intuitiva y visualmente amigable desde su inicio. La **pantalla de inicio** muestra un fondo con ondas azules que evocan el agua, acompañado de un ícono de manos sosteniendo una gota, simbolizando el cuidado del recurso. En el centro se encuentra un botón azul grande con la palabra "ENTRAR" y justo encima, una frase motivacional: "El agua es vida". En la parte superior se visualizan los íconos de batería y señal.

Al ingresar, el usuario accede a la **pantalla de inicio de sesión**, donde un ícono de usuario se sitúa en la parte superior. Debajo, aparecen los campos para ingresar nombre y correo electrónico, seguidos de un botón azul con el texto "Iniciar sesión". También se incluyen botones grises para

iniciar sesión mediante Facebook o Google, así como una opción para "Ingresar como invitado". En la parte inferior, se encuentra el enlace a los "Términos de uso".

Una vez dentro, la **pantalla principal de Calidad del Agua** presenta un semáforo vertical con tres gotas de colores: roja, amarilla y verde, que indican el estado del recurso. Un indicador textual señala "Buena para consumo", acompañado del porcentaje de riesgo: "2% Riesgo". En la parte superior hay un botón titulado "CALIDAD DEL AGUA" y en la parte inferior un menú con iconos para acceder a las secciones de Calidad, Cantidad, Formulario y Sugerencias.

En la sección de **Cantidad de Agua**, se muestra una gota con un porcentaje de disponibilidad (por ejemplo, 21%). También se presentan datos como la cantidad actual disponible (ej. 40 litros) y la fecha y hora de la última actualización. Un botón permite consultar los registros anteriores, y una nota informativa aclara que "Cada gota equivale a un litro de agua".

La **pantalla de Formulario de Usuario**, titulada "DATOS DE USO DEL AGUA", tiene un diseño tipo encuesta, con preguntas orientadas a conocer los hábitos del usuario. Incluye opciones como si está dispuesto a reusar el agua (sí/no/incapaz), el clima de la zona (lluvias/sequía), y un campo numérico para indicar el número de habitantes en el hogar.

Finalmente, en la **pantalla de Sugerencias**, bajo el título "SUGERENCIAS PARA USO DEL AGUA", se despliega una lista de recomendaciones clasificadas por prioridad, utilizando colores: rojo para sugerencias urgentes, amarillo para moderadas y verde para normales. Cada sugerencia está identificada con una letra (de la A a la F), facilitando su consulta y seguimiento.

5. Conclusiones

Este proyecto continua en etapa de construcción, pero se ha realizado un ejercicio de modelamiento preliminar basado en criterios de usabilidad y acercamiento con la comunidad. El ejercicio de caracterización de los usuarios y de diseño apropiado para comunicar información sobre el uso del agua ha implicado un esfuerzo importante que espera mostrar resultados en una adecuada apropiación de la herramienta. En la etapa siguiente se seguirá refinando el prototipo con la comunidad a nivel de mayor funcionalidad.

Para maximizar la efectividad, el diseño debe incorporar accesos directos, minimizar pasos para completar tareas y mantener un balance visual atractivo sin sobrecargar la interfaz. La personalización regional resulta esencial, adaptando terminología y referencias visuales al contexto del suroccidente colombiano, mientras se consideran posibles limitaciones de conectividad. Las métricas de usabilidad deben enfocarse en evaluar la facilidad de uso para las funcionalidades principales, garantizando que los usuarios puedan gestionar eficientemente el recurso hídrico mediante una interfaz que combine simplicidad operativa con relevancia funcional.

6. Referencias

- Dean, A. J., Fielding, K. S., & Newton, F. J. (2016). Community Knowledge about Water: Who Has Better Knowledge and Is This Associated with Water-Related Behaviors and Support for Water-Related Policies? *PLOS ONE*, *11*(7), e0159063. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159063
- Feller, L., Hoare, M.E., Portiere, L.(2014). ¿Diseñando para los usuarios o diseñando con los usuarios? : el diseño participativo como paradigma de un proyecto [en línea]. En: Interaction South America (ISA 14) : 6ta. Conferencia Lationamericana de Diseño de Interacción; 2014 nov 19-22; Buenos Aires: Interaction Design Association ; Asociación de Profesionales en Experiencia de Usuario; Internet Society ; Universidad Católica Argentina. Disponible en: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/ponencias/disenando-usuarios-paradigma-proyecto.pdf
- Gonzales, B., & Parra, A. (2015). *HCI: EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN LA PLATAFORMA M´ OVIL GEOESPACIAL GEOCIUDADANO*.
- Marin, B. E., Atzmanstofer, K., Mossos, N., & Rivera, D. (2017). DISEÑO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD PARA LA APLICACIÓN MÓVIL "GEOCIUDADANO. In *Investigación e Innovación en Ingeniería de Software*. TdeA. https://issuu.com/boletin_marcat_tdea/docs/investigacion_e_innovaccion_en_inge
- Navarro, M. M. E., Moreno, M. M. P., Aranda, L. J., Parra, L. L., Rueda, L. J. R., & Pantano, J. C. (2017). *Selección de Metodologías Ágiles e Integración de Arquitecturas de Software en el Desarrollo de Sistemas de Información*. https://core.ac.uk/download/pdf/95874162.pdf
- OMS. (2016). Sistemas comunitarios y domésticos de abastecimiento sin tuberías. In *Guías para la calidad del agua potable* (pp. 61–64). https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OMS%202006.%20Guía%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf
- Portilla, M. M. C. (n.d.). *Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano 2022*.
- Sánchez García, M., Ocampo Fletes, I., Villarreal Manzo, L. A., Méndez Espinoza, J. A., Hernández-Rodríguez, M. de L., Sánchez García, M., Ocampo Fletes, I., Villarreal Manzo, L. A., Méndez Espinoza, J. A., & Hernández-Rodríguez, M. de L. (2020). Gestión del agua para uso doméstico. Estrategias familiares en los entornos rural y urbano de Tecali de Herrera, Puebla, México. *Revista de El Colegio de San Luis*, *10*(21). https://doi.org/10.21696/rcsl102120201102
- Varón-Hoyos, M., Restrepo-Victoria, Á., Guerrero-Erazo, J., Varón-Hoyos, M., Restrepo-Victoria, Á., & Guerrero-Erazo, J. (2019). Agua potable para uso doméstico: Análisis del ciclo de vida y de escenarios hipotéticos de manejo ambiental para la ciudad de Pereira, Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, *18*(35), 13–31. https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a2
- Salinas, E., Cueva, R., & Paz, F. (2020). A Systematic Review of User-Centered Design Techniques. *Design, User Experience, and Usability. Interaction Design*, 253-267. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_18

Sobre los Autores

- **Jaider Tegue**, Estudiante de décimo semestre de Ingeniería de Sistemas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, jtegue@estudiante.uniajc.edu.co
- **Jeyson Núñez**, Estudiante de décimo semestre de Ingeniería de Sistemas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, jfnunez@estudiante.uniajc.edu.co
- **Beatriz Eugenia Marín Ospina**, Candidata a doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, con Maestría en Ciencias y Sistemas Geográficos de la Universidad de Salzburg Austria, e Ingeniera de Sistemas de la Universidad del Valle.

Docente de la Institución Universitaria Antonio José Camacho de Cali. bmarin@profesores.uniajc.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)