

SISTEMA INTEGRADO PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE AGUA EN PAREDES VERDES EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO

Realizado por:
Ing. Alejandro Arteaga / Correo: aarteagauni@gmail.com
Ing. Emmanuel Azuaje / Correo: emmanualazuaje3101@gmail.com
Ing. Abraham Galué / Correo: abrahamgalue512@gmail.com

Tutor Académico:
Dr. José Oropeza / Correo: jloropeza@urbe.edu.ve

Tutor Metodológico:
Dra. María Paz / Correo: mapaz1@urbe.edu.ve

Las paredes verdes han ganado popularidad en los campus universitarios debido a sus múltiples beneficios, tales como la mejora de la calidad del aire, su función como aislantes térmicos y su aporte estético a los espacios educativos. Sin embargo, su mantenimiento representa un desafío significativo, especialmente en lo que respecta al riego eficiente. Un mantenimiento inadecuado puede derivar en el marchitamiento de las especies botánicas, la disminución de la purificación del aire y un desperdicio innecesario de agua y energía.

En el contexto venezolano, aunque existen instalaciones de jardines verticales, se carece de iniciativas que aborden su gestión hídrica de manera automatizada. Por esta razón, se propone el desarrollo de un sistema de gestión innovador que acople tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT) y sensores de humedad, para optimizar el uso del agua y asegurar que cada planta reciba la cantidad adecuada de humedad según las condiciones ambientales. Este sistema busca transformar la administración tradicional del riego en una plataforma precisa y sostenible.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El Capítulo IV de la investigación presenta y analiza los resultados obtenidos tras la aplicación de los instrumentos de recolección de datos, los cuales permitieron identificar los requerimientos esenciales para el desarrollo del sistema integrado de gestión de agua en paredes verdes. El análisis se fundamenta en la metodología seleccionada, integrando los aportes teóricos de Beck (1999), Powell (2001) y Kendall y Kendall (2005) para estructurar el progreso técnico y funcional del proyecto.

Fase I: Planificación del Proyecto

Esta etapa inicial se centró en comprender el sistema actual mediante la colaboración con las partes interesadas, identificando necesidades y áreas de mejora. Se aplicó una entrevista estructurada a tres profesionales del área de sustentabilidad de las universidades URBE, UJGH y UNEFA para evaluar la viabilidad de la propuesta.

Los resultados de estas entrevistas revelaron una percepción sumamente positiva, donde los expertos consideran que las paredes verdes son estrategias viables que mejoran el entorno urbano, la calidad del aire y mitigan el efecto de isla de calor. Entre los beneficios potenciales identificados destacan los estéticos, ambientales (biodiversidad), sociales (bienestar de la comunidad) y educativos. No obstante, los profesionales señalaron una carencia de sistemas integrados actuales para la conservación del agua en sus respectivos campus.

A partir de este diagnóstico, se definieron 12 Historias de Usuario (HU) que sirvieron como base para el desarrollo técnico:

Gestión de Usuario: Modificación de perfil, inicio y cierre de sesión seguro.

Monitoreo: Consulta de notificaciones y datos climatológicos detallados como velocidad del viento e índice UV.

Control: Visualización, activación/desactivación de dispositivos (bombas y luces), y edición de parámetros de iluminación LED como color y brillo.

Fase II: Diseño del Sistema

El diseño se enfocó en la usabilidad y la experiencia del usuario, creando una interfaz intuitiva con patrones adaptables. Se desarrollaron módulos específicos para el monitoreo ambiental y el control centralizado de dispositivos.

A continuación se describen las 7 figuras principales del diseño de la interfaz:



Figura 1. Pantalla de inicio (Home)
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 1. Pantalla de inicio (Home): Muestra un panorama actualizado de las condiciones ambientales, incluyendo temperatura, estado del clima, humedad, nivel de agua, pH del sustrato y posibles obstrucciones en los canales.



Figura 2. Pantalla de control
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 2. Pantalla de control: Permite gestionar de forma centralizada luces y bombas, mostrando su ubicación (ej. zona sur) y estado de conectividad, permitiendo filtrarlos por categoría.

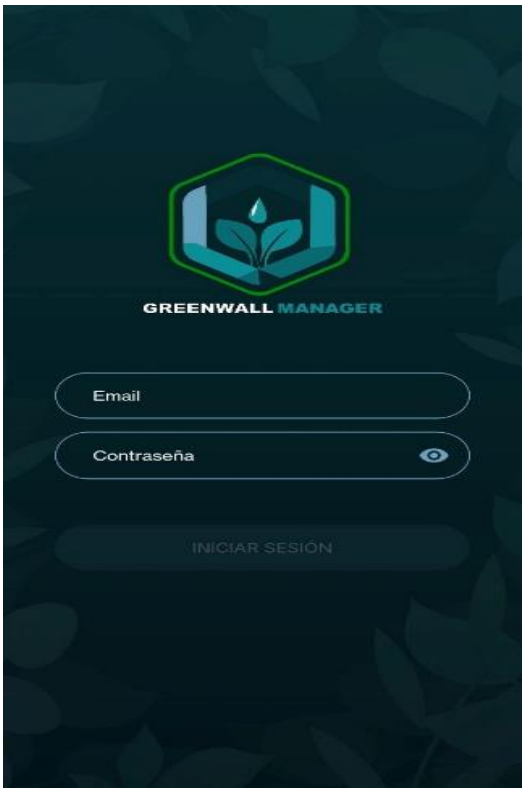

Figura 3. Inicio de sesión
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 3. Inicio de sesión: Interfaz del sistema “Greenwall Manager” para la autenticación de usuarios mediante correo y contraseña, incluyendo opciones de visualización de clave.



Figura 4. Pantalla de usuario
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 4. Pantalla de usuario: Módulo para la gestión de información personal, permitiendo la identificación del usuario y la edición de sus datos de perfil.

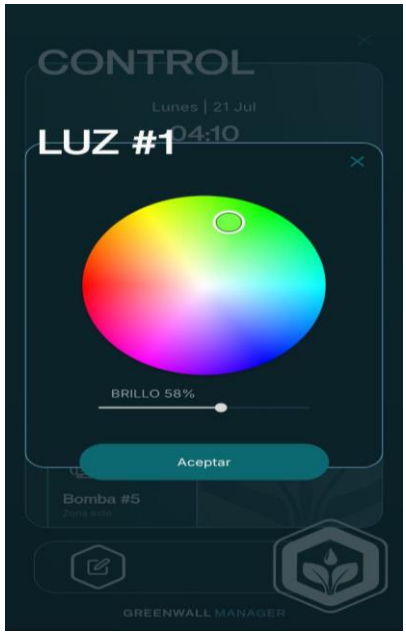

Figura 5. Editar color y luminosidad de luces led.
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 5. Editar color y luminosidad de luces LED: Incluye una rueda cromática y un control deslizante para ajustar dinámicamente la tonalidad y el brillo de la iluminación.

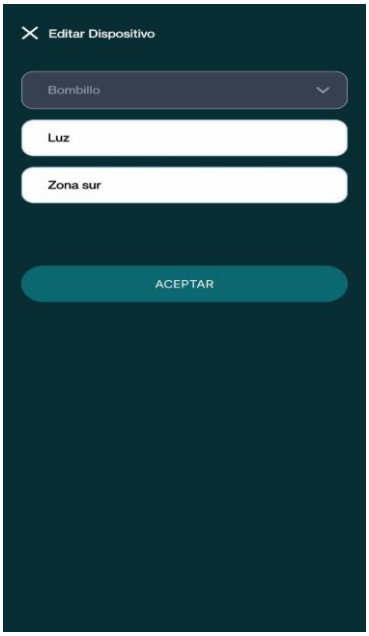

Figura 6. Editar dispositivos.
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 6. Editar dispositivos: Interfaz para modificar la configuración de elementos específicos, permitiendo cambiar el tipo de dispositivo, su nombre y su ubicación física.

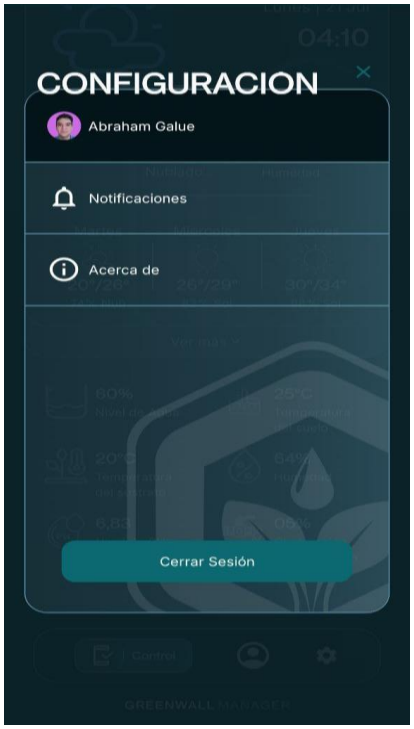

Figura 7. Pantalla de configuración.
Fuente: Arteaga, Azuaje, Galué (2025)

Figura 7. Pantalla de configuración: Organiza las preferencias generales, acceso al perfil, gestión de notificaciones y la opción de cierre de sesión seguro.

Fase III: Codificación

La codificación materializó el diseño mediante la metodología XP (Programación Extrema), priorizando la generación de pruebas y la adaptación continua. Se utilizaron las siguientes herramientas tecnológicas:

Entorno y Control: Visual Studio Code, Git y GitHub.

Backend: Base de datos relacional PostgreSQL gestionada a través de Supabase, con Zustand para la persistencia de datos locales.

Frontend: JavaScript como lenguaje principal, utilizando React Native, Nativewind y el framework Expo para garantizar un desarrollo multiplataforma eficiente.

El código se organizó en proveedores de autenticación como SupabaseProvider y gestores de estado centralizados como DevicesStore para asegurar que la información de los dispositivos se mantenga sincronizada en todo el sistema.

Fase IV: Pruebas y Validación

Esta fase aseguró la calidad integral del software mediante diversas categorías de evaluación:

Aceptación Visual: Se verificó la consistencia de colores, tipografía e iconografía respecto a los prototipos originales.

Pruebas Funcionales: Se validó el correcto funcionamiento de botones, formularios y el control remoto de bombas y luces.

Compatibilidad y Descarga: Se confirmó que la aplicación (archivo APK) se descarga correctamente desde GitHub y que su rendimiento es óptimo en distintos dispositivos móviles y resoluciones.

Aceptación por el Usuario: Pruebas con usuarios reales confirmaron que el sistema es intuitivo y cumple con las expectativas del entorno universitario.

Fase V: Desarrollo y Documentación

Finalmente, se elaboró un Manual de Usuario detallado que guía a los operadores en el inicio de sesión, navegación e interpretación de datos críticos como el pH y nivel de agua. El manual utiliza capturas de pantalla para facilitar el aprendizaje visual de los procedimientos de gestión remota de riego e iluminación.

CONCLUSIONES

Tras la validación de los resultados de la investigación, se concluye que el desarrollo de un sistema integrado para la gestión del agua es una solución viable y pertinente para el entorno universitario. A continuación, se detallan los hallazgos principales según los objetivos cumplidos:

Diagnóstico: Se evidenció una notable carencia de estrategias concretas y sistemas integrados para la conservación del recurso hídrico en las paredes verdes de las universidades consultadas.

Requerimientos: Mediante la recolección de datos y la elaboración de historias de usuario, se definieron funcionalidades clave como el monitoreo en tiempo real, el control remoto de dispositivos (bombas y luces) y un sistema de notificaciones.

Desarrollo: El sistema fue construido bajo la metodología ágil XP (Programación Extrema), utilizando tecnologías como JavaScript, React Native y Supabase, logrando una arquitectura robusta y escalable.

Validación: Las pruebas funcionales, de compatibilidad y de aceptación por parte del usuario confirmaron que la aplicación opera correctamente y ofrece una experiencia intuitiva y fiable.

Documentación: Se elaboró un manual de usuario detallado con apoyo visual para garantizar que los usuarios finales puedan adoptar y aprovechar al máximo la herramienta desarrollada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias, F. G. (2016). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. Venezuela: Editorial Episteme.

Bernal Torres, C. A. (2016). Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación.

Bernhardt, E. S. (2019). The rivers of tomorrow. Estados Unidos: Yale University Press.

Carhuancho, I., Nolazco, F., Sicheri, L., Guerrero, M., & Casana, K. (2019). Metodología para la investigación holística. Ecuador: Editorial UIDE.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.

Hurtado, J. (2012). El proyecto de investigación. Venezuela: Fundación Sypal.

Palella, S. y Martins, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Venezuela: FEDUPEL