

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social (CIFOVIS)
Apuesta Sustentabilidad y Tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

TERRITORIOS: SABERES POR LA RECUPERACIÓN ECOLÓGICA
Programa de Tecnología para el Buen Vivir I

Fortalecimiento comunitario para la gestión y monitoreo del agua en la cuenca Río Santiago - Guadalajara

PRESENTAN

Ingeniería en Mecatrónica, Juan Pablo Pérez González
Licenciatura en Ciencias de la Educación, Carla del Pilar Zepeda Terán
Ingeniería Ambiental, Georgianna Taylor Hernández
Ingeniería Ambiental, Mariana Escobar Bueno
Licenciatura en Relaciones Internacionales, Ana Karen Cervantes Navarro
Licenciatura en derecho, Fernando Talavera Nava
Ingeniería en Desarrollo de Software, Ricardo Gabriel Navarro Viña

Profesores PAP

Carlos Alberto Roque Pineda
Aida Sofía Vargas Franco

Tlaquepaque, Jalisco. Diciembre, 2025.

ÍNDICE

<i>Índice de figuras</i>	3
<i>Índice de tablas</i>	4
<i>Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional</i>	5
<i>Resumen</i>	6
1. INTRODUCCIÓN, DESARROLLO Y CICLO PARTICIPATIVO DEL PROYECTO	6
1.1 Recuperación del contexto	6
1.3 Comunidades en las que se trabajó en este periodo	11
1.3.1 Capilla del refugio	11
1.3.2 Actualización de Casa Blanca	12
1.3.3 Actualización Ojo de Agua	12
1.4 Caracterización de la organización	13
1.5 Identificación de las problemáticas	16
1.5.1 Metodología Investigación-Acción-Participación	17
1.6 Planeación de alternativas	18
2. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA Y VALORACIÓN DE PRODUCTOS RESULTADOS E IMPACTOS	20
2.1 Apoyo a eventos comunitarios	20
2.2 Análisis de calidad de agua en campo y laboratorio, y seguimiento y difusión de resultados	26
2.2.1 Muestreos en humedales construidos y cuerpos de agua en comunidades	26
2.2.2 Análisis, visualización y difusión de resultados	28
2.3 Desarrollo de diversas funciones y actualizaciones de la página web e interconexión para visualización de datos de monitoreo	31
2.3.1 Descripción general del trabajo realizado	31
2.3.2 Funcionalidades a integrar	32
2.3.3 Infraestructura del proyecto	34
2.3.4 Enfoque en calidad	36
2.3.5 Content Management System	38
2.3.6 Módulo de Donaciones y Colaboraciones	43
2.3.7 Módulo de Monitoreo	46
2.3.8 Control de Acceso	50
2.3.9 Gestión de Usuarios	52
2.3.10 Definición de Stakeholders	53
2.3.11 Herramientas utilizadas	55
2.3.12 Estado actual del proyecto	58
2.4 Desarrollo de sensores para monitoreo comunitario de puntos críticos en calidad de agua	58
2.4.1 Colaboración con Juan José y Un Salto de Vida	59
2.4.2 Diseño, manufactura y ensamble de carcasa de protección	59
2.4.3 Comunicación	60
2.4.4 Propuesta de continuidad	61
2.5 Área legal	62
3. REFLEXIÓN CRÍTICA Y ÉTICA DE LA EXPERIENCIA	63
3.1 Sensibilización ante las realidades	63
3.2 Aprendizajes logrados	69
4. BIBLIOGRAFÍA	72
5. ANEXOS GENERALES (PRODUCTOS DEL SEMESTRE)	73

Índice de figuras

Figura 1. Mapa general del Proyecto Ríos Vivos.	8
Figura 2. Presa Las Pintas, El Salto	9
Figura 3. Mapa de La Capilla del Refugio.....	11
Figura 4. Mapa de Casa Blanca y Poncitlán	12
Figura 5. Imágenes del Encuentro Comunitario del Agua	18
Figura 6. Plenaria del Encuentro Comunitario del Agua en Casa Blanca.....	21
Figura 7. Informe e infografía de resultados de la Purificadora el Carrizo desde el 2019 hasta el 2025....	22
Figura 8. Talleres para las infancias.....	22
Figura 9. Taller de tinturas.....	23
Figura 10. Infografía de los resultados de tratamiento de las descargas del humedal de Casa Blanca.....	24
Figura 11. Documentos de sistematización.....	25
Figura 12. Imágenes de las salidas de campo.	27
Figura 13. Mapa de los puntos de muestreo de los humedales en Poncitlán.	28
Figura 14. Infografías con resultados de muestreos de humedales en influente y efluente.	30
Figura 15. Diagrama de infraestructura del proyecto.....	34
Figura 16. Diagrama de liberación de cambios.....	35
Figura 17. Vista del panel de control del sitio de la administración.	38
Figura 18. Vista de traducciones del contenido para el sitio público.....	39
Figura 19. Vistas de herramienta de gestión de recursos.....	39
Figura 20. Vista de gestión de eventos y actividades.....	40
Figura 21. Vista de componente para la gestión de información sobre comunidades.	41
Figura 22. Vista de gestión de recursos en página web.	42
Figura 23. Vistas de gestión de contenido multimedia.	43
Figura 24. Vista de sección publica de Colaboraciones en página de Ríos Vivos.....	44
Figura 25. Vistas de sección pública de donativos, voluntariado y alianzas y proyectos de sitio de Ríos Vivos.....	45
Figura 26. Vista de registro de colaboraciones.	46
Figura 27. Vista de sección de registro de muestras manuales.	47
Figura 28. Vistas de sección de carga de archivos CSV.	47
Figura 29. Vista de módulo para generación de gráficos dinámicos.	48
Figura 30. Vista de gestión de exportación de datos.....	49
Figura 31. Vista de módulo de estaciones de monitoreo.	49
Figura 32. Vista de sección de registro de usuarios.....	50
Figura 33. Vista de autenticación de credenciales	51
Figura 34. Vista de recuperación de contraseña.....	51
Figura 35. Vista de gestión de información de usuario.....	52
Figura 36. Vista de gestión de acceso de usuarios.....	52
Figura 37. Vista de registro de nuevos usuarios.	53
Figura 38. Estación de monitoreo compuesta por un ESP32 y un sensor MQ-4.	59
Figura 39. Renderizado de carcasa para la estación.....	60
Figura 40. Estación con la carcasa integrada.	60

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de Requerimientos no funcionales.	36
Tabla 2. Tecnologías seleccionadas, rol en arquitectura, riesgos y mitigación.	37
Tabla 3. Actores clave del proyecto (stakeholders).	54
Tabla 4. Stack de software y herramientas de desarrollo.	56
Tabla 5. Elementos de monitoreo ambiental, visualización y transporte de datos.	57
Tabla 6. Opciones de Correo transaccional y proveedores SMTP.	57
Tabla 7. Herramientas de diseño, documentación y colaboración.	58

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación y colaboración con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a estas, transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes: el primero refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno. El segundo presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología. Finalmente, el tercero es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Este proyecto de aplicación profesional se inserta en un proceso acumulado de trabajo interinstitucional y comunitario orientado a la gestión comunitaria del agua, el tratamiento alternativo de aguas residuales mediante humedales construidos, el fortalecimiento de purificadoras comunitarias y el monitoreo participativo de estos sistemas.

Bajo un enfoque de Investigación-Acción-Participativa, el equipo diseñó e implementó estrategias técnicas, educativas y comunicativas para fortalecer la apropiación social de los proyectos comunitarios. Entre los principales productos se encuentran: la organización de un encuentro comunitario para la socialización de resultados de la purificadora “El Carrizo”, la elaboración de infografías accesibles sobre el funcionamiento de humedales, el desarrollo de sensores de olor para seguimiento comunitario, el seguimiento al monitoreo de operación de los humedales y la consolidación de un sistema digital que integra gestión de contenido, administración interna y visualización de resultados de monitoreo.

Se obtuvieron avances en la comunicación y transparencia de la información, así como la consolidación de herramientas tecnológicas para el fortalecimiento y autonomía organizativa. Sin embargo, se identificaron retos relacionados con la participación comunitaria sostenida, evidenciando la necesidad de continuar procesos de educación ambiental. Así mismo, se reafirma que la recuperación ecológica del territorio no depende únicamente de soluciones técnicas, sino de procesos colaborativos, memoria colectiva y la construcción de capacidades comunitarias para la defensa y gestión del agua.

1. INTRODUCCIÓN, DESARROLLO Y CICLO PARTICIPATIVO DEL PROYECTO

1.1 Recuperación del contexto

En este PAP retomamos un proceso de varios semestres de trabajo colaborativo entre el proyecto Ríos Vivos, el ITESO y diversas comunidades de la cuenca del río Santiago. Los Reportes PAP (RPAP) anteriores documentan un trabajo constante en varias localidades (El Salto, Juanacatlán, Casa Blanca, Mezcala, La Cañada, etc.) que viven día a día las consecuencias de la contaminación del río y de la gestión inadecuada del agua. Estos documentos permiten comprender que nuestro proyecto de aplicación profesional no surge en este semestre, si no que forma parte de un acumulado de diagnósticos, experiencias y relaciones de confianza construidas con el tiempo.

En los siguientes enlaces se pueden consultar los trabajos previos y qué se han realizado:

- 1) RPAP primavera 2024: <https://hdl.handle.net/11117/10956>

Se brindó acompañamiento a las comunidades de Juanacatlán, Tecualtitán, Casa Blanca, Mezcala, Ojo de Agua y La Cañada en torno a la gestión comunitaria del agua, cuya calidad ha sido afectada por el deterioro ambiental de la cuenca del río Santiago-Guadalajara. Esto fue posible a través de la colaboración con Ríos Vivos, organización cuyo objetivo es desarrollar soluciones sociotecnológicas para mejorar la calidad del agua. Se realizaron visitas de campo para el diseño de alternativas y, junto con diversas personas involucradas, se identificaron necesidades a partir de las cuales se generaron diferentes entregables: 1) un catálogo de parámetros de calidad de agua, 2) un manual de interpretación de resultados, 3) un informe para

el tratamiento de microcistinas en el lago de Chapala, 4) un documento de propuestas de mejora para los humedales de tratamiento construidos, 5) una base de datos para el vaciado de información de muestreos, 6) una página web y 7) un vídeo promocional para Ríos Vivos.

2) RPAP otoño 2024: <https://hdl.handle.net/11117/11680>

Se acompañó a las comunidades de Juanacatlán, Casa Blanca, Ojo de Agua y La Cañada en Jalisco. Se realizaron 5 visitas de campo para el diseño de alternativas y, junto con personas involucradas, se identificaron necesidades y se propusieron los siguientes entregables: 1) Dos instructivos sobre cómo hacer pruebas microbiológicas, y cómo usar una pluma multiparámetro para análisis de calidad de agua, 2) una maqueta demostrativa sobre cómo funciona un humedal de tratamiento, 3) rediseño del “Catálogo de parámetros de calidad de agua” para mayor accesibilidad, 4) Manual audiovisual sobre cómo obtener la DBO en un laboratorio escolar, 5) Borrador del “Manual de muestreo y medición de parámetros estratégicos”, 6) Informe y propuesta para el tratamiento de microcistinas (*Microcystis aeruginosa*) en el lago de Chapala, 7) Planos de construcción de un Centro comunitario, 8) Estudio topográfico para la construcción de un humedal, 9) Estudio técnico sobre Mejoras para humedales construidos, con propuestas de vegetación a utilizar, y 10) Dos videos para dar a conocer actividades del proyecto y 11) un Acervo audiovisual para realizar productos que posteriormente sirvan a la organización.

3) RPAP primavera 2025: <https://hdl.handle.net/11117/11985>

Se acompañó a las comunidades de Juanacatlán, Casa Blanca y Ojo de Agua. Se realizaron 5 visitas de campo para el diseño de alternativas y, junto con diversos actores involucrados, se identificaron necesidades a partir de las cuales se generaron los siguientes entregables: 1) Levantamientos topográficos y planos de diseño para nuevos humedales de tratamiento, 2) desarrollo de protocolos de muestreo y sistematización de datos, y análisis de calidad de agua en campo y en laboratorio, 3) rediseño de *backend*, infraestructura y tecnología (*Scaffolding*) de sitio web para desarrollo institucional de Ríos Vivos, 4) planeación de sistema de sensores de pH para monitoreo remoto en línea, comunicado con el sitio web y 5) estrategias y productos de seguridad digital para la organización comunitaria.

Como podrá observarse, el trabajo no parte de cero. Además, los RPAPs anteriores también documentan algunos retos sociales que limitan el avance de estos proyectos: las tensiones entre miembros y actores de la comunidad con intereses distintos, la percepción del proyecto como algo particular y no evidentemente comunitario (“que beneficia solo a unos cuantos”), relacionado con la falta de información clara y accesible. Muchos de estos obstáculos fueron señalados por los equipos anteriores como factores que dificultan la apropiación comunitaria de los proyectos ambientales que realiza Ríos Vivos y el PAP.

Se retomó todo este contexto para comprender la situación actual del territorio, se revisaron los documentos finales de los RPAPs anteriores, las líneas de trabajo realizadas y los productos entregados. Esa revisión nos permitió identificar qué problemáticas ya estaban trabajadas y en cuáles aún existían vacíos o necesidades. Desde nuestras disciplinas buscamos integrarnos en aquello que podía generar continuidad y aportar algo nuevo sin duplicar lo ya realizado.

A partir de esa revisión reconocimos la importancia de fortalecer dos líneas señaladas también en ciclos previos:

1. mejorar la accesibilidad, claridad y transparencia de la información generada por el proyecto (particularmente datos de calidad del agua, informes, registros y procesos); y
2. contribuir a que los sistemas de información y documentación fueran más fáciles de consultar tanto para la comunidad como para los equipos del PAP.

En este sentido, nuestra participación de este semestre se enfocó en actividades como: realizar un evento con el fin de comunicar mejor los objetivos del proyecto, fortalecer la plataforma digital de Ríos Vivos, dar seguimiento a las necesidades que ya se habían identificado en ciclos anteriores respecto a la gestión de datos, creación de documentos formales, organización interna y comunicación clara hacia la comunidad. Esto incluyó el desarrollo de algunos documentos institucionales. A lo largo del documento se explicará de mejor manera cada entregable. Sin embargo, primer debemos retomar el contexto en el que trabajamos. En el siguiente mapa se pueden observar la cantidad de comunidad en donde trabaja el proyecto Ríos Vivos, de las cuales en el PAP visitamos sólo algunas que se describirán posteriormente:

Figura 1. Mapa general del Proyecto Ríos Vivos.



Fuente: Ríos Vivos, <https://riosvivos.org/communities>

Como se podrá observar, el proyecto implica muchas áreas y comunidades. En las siguientes secciones de especificará en qué comunidades se trabajó, tratando de explicar su contexto, así como las actividades que se realizaron y las reflexiones que esto detonó.

1.2 Descripción de salidas de campo.

En este semestre se tuvieron cuatro salidas de campo, con el propósito de tener un contacto constante con las comunidades en las que se trabaja, así como para conocer nuevos lugares, ya que varios estudiantes ya habían tenido la experiencia de ir previamente a la Cascada de El Salto, la que normalmente es parte del primer recorrido. Por lo que esa primera salida sólo se visitó la Presa de La Pintas, la Presa El Ahogado y La Capilla del Refugio, ya que esta era una nueva comunidad que interesaba conocer, por iniciativa de una estudiante del grupo del PAP.

En esta primera salida en la que se revisó el contexto de contaminación, se visitó, por ejemplo, la presa de Las Pintas, un cuerpo de agua muy cercano a la ZMG y a unos minutos del aeropuerto. Es una zona con afectaciones ambientales visibles desde el primer acercamiento. Marisa Yáñez, habitante de esta localidad y miembro de Ríos Vivos y Un salto de vida, fue quien acompañó al grupo a este recorrido. La presa es un cuerpo de agua sumamente eutrofizado y contaminado por las descargas de aguas residuales domésticas e industriales. Marisa compartió sus memorias en esa presa cuando estaba limpia y las personas nadaban y practicaban esquí en el agua. Se recorrió la zona y se explicó como la urbanización acelerada le ha ido ganando terreno a la presa. También se tomaron muestras de agua para medir parámetros en el sitio (pH, temperatura, DQO y conductividad), para conocer de primera mano que se trata de agua con niveles considerables de contaminación. También se notó la presencia de una destiladora de tequila a un lado, lo cual comprueba que este cuerpo de agua no solo recibe descargas domésticas, sino también de la industria.

Figura 2. Presa Las Pintas, El Salto



Fuente: Elaboración propia.

La segunda salida de campo que se realizó fue para conocer la situación general que enfrenta el río y sus comunidades, desde una perspectiva amplia pero cercana al territorio y sus realidades. El primer punto de reflexión fue en la cascada de Juanacatlán, donde se tuvo la oportunidad de hablar sobre las implicaciones de la política de industrialización en el territorio y la vida de las comunidades. Después de un recorrido, la segunda parada fue en la comunidad de Ojo de Agua en el municipio de Poncitlán, donde se reflexionó sobre la importancia de las soluciones basadas en la naturaleza, conociendo el recién inaugurado humedal para el tratamiento de las descargas domésticas de la comunidad, que se convirtió en un punto de reflexión importante para las siguientes sesiones por su impacto en la recuperación de los ecosistemas.

En la tercera salida de campo se tuvo la oportunidad de conocer la perspectiva de la comunidad de Casa Blanca, en Poncitlán, con respecto al humedal para el tratamiento de las descargas domésticas de desembocan en el río Santiago, y sobre la purificadora “El Carrizo”, que ofrece agua de calidad a un precio accesible para los habitantes del pueblo. En diálogo con las mujeres que atienden la purificadora, se reflexionó sobre los retos de ambos proyectos, destacando la necesidad de contar con un equipo de trabajo para asegurar limpiezas periódicas para el humedal, así como la importancia de fortalecer la comunicación y transparencia de los procesos de la purificadora, ya que existían ciertas tensiones por conflictos de interés de algunos miembros de la comunidad.

Para la última salida de campo del PAP, se decidió hacer una convivencia de cierre y visitar el origen del agua de la Purificadora de El Carrizo. Se visitó primero el pueblo de Casa Blanca y se dividió el grupo para realizar las siguientes tareas: algunos fueron a muestrear agua al río, otros fueron a recoger comida a un pueblo cercano, otros por sillas y mesas, y una vez que estuvo todo listo, entre varios coches se subió al cerro, hacia la sierra que está justo detrás de Mezcala, en el lago de Chapala (sierra Cóndiri-Canales). Se llegó al punto propuesto por las mujeres de la purificadora, que era un claro empedrado con rocas naturales de gran tamaño, junto a un gran árbol y una pequeña cascada, que a pesar de ser noviembre aún tenía un poco de agua. Al llegar se puso la mesa y se acomodó todo. Se platicó un buen tiempo, principalmente sobre las historias personales de cada asistente y como cada uno se relaciona al proyecto de Ríos Vivos y al PAP Territorios. Se escuchó a todas las personas y fue muy interesante conocer el camino de cada una en esta lucha, cada uno con su activismo y realizando labores que dan sentido al proyecto. Posteriormente la mitad de grupo fue a caminar hacia el manantial, el punto exacto en donde brota el agua que es destinada a la purificadora. Fue una caminata de unas 2 horas donde se pudo observar la fuente del agua y cómo es que se entuba hacia el pueblo, donde se distribuye hacia la comunidad. Se detectaron también los ‘puntos débiles’ de toda esta infraestructura, hay pendientes muy pronunciadas en el cerro y terrenos muy irregulares por donde van pasando las tuberías, se van obstruyendo por obstáculos y son vulnerables a caídas de ramas, deslaves del terreno y de muros rocosos. Se confirmó lo complicado que puede ser el mantener y financiar estos arreglos. Mientras tanto, los que no fueron a la caminata, algunas mujeres de Casa Blanca y estudiantes se quedaron a prender un fogón y preparar la comida, se hicieron quesadillas y tacos de frijol, junto con pollos rostizados y botanas. Al cierre, se intercambió mucho y se tuvo una convivencia muy amena y divertida, todos se despedimos con cariño y con buenos deseos.

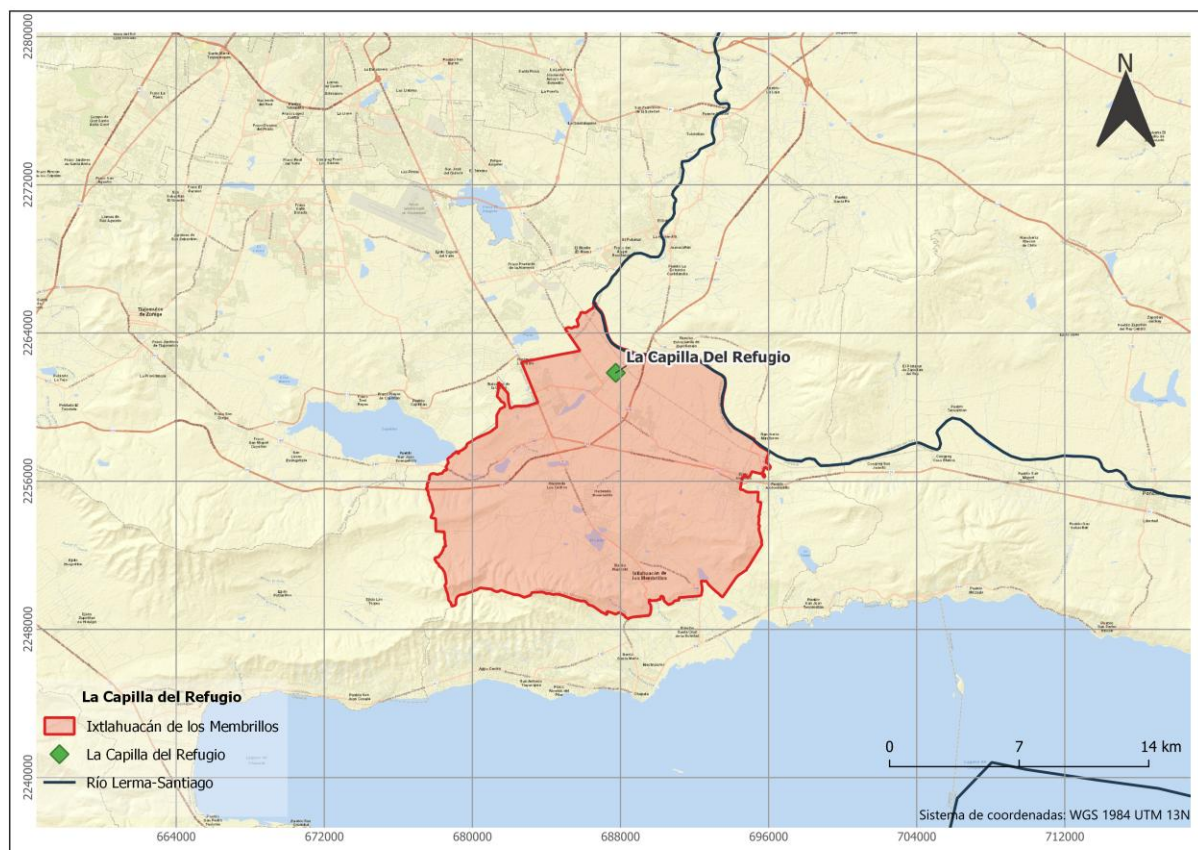
1.3 Comunidades en las que se trabajó en este periodo

1.3.1 Capilla del refugio

La Capilla del Refugio es una localidad ubicada en el Municipio Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco. Tiene alrededor de 3,500 habitantes, representando aproximadamente el 8.5% del total municipal. Dentro de sus proximidades se encuentra el municipio El Salto, alrededor de 9 km al norte. Dicho esto, la localidad ha presentado carencias en la vivienda, con el porcentaje más alto a nivel municipal en el indicador de viviendas sin agua entubada; mostrando el 10.5% y sin excusado el 2.1%. Esto fue reportado en el diagnóstico municipal en mayo del 2018, pero no se encontró información más reciente (IIEG, 2018).

En seguida, se muestra un mapa con la ubicación de La Capilla del Refugio, el municipio al que pertenece y el flujo del río Santiago al pasar por la localidad.

Figura 3. Mapa de La Capilla del Refugio.



Fuente: Elaboración propia.

Durante este periodo del PAP, otoño 2025, se realizó una visita a la Capilla del Refugio, dado que una de las estudiantes vive ahí y, además, resulta ser una de las comunidades que también enfrenta las afectaciones socioambientales de la zona por la exposición a cuerpos de agua altamente contaminados.

A pesar de haber conocido una de las localidades más que día a día se ve afectada por la continua degradación de su territorio, la resiliencia de la comunidad fue lo que logramos resaltar de La Capilla del Refugio. La comunidad continúa celebrando y honrando sus tradiciones al mismo tiempo que defienden sus tierras, que se han visto en riesgo por la expansión urbana e industrial.

1.3.2 Actualización de Casa Blanca

Casa Blanca es una localidad rural ubicada en el municipio de Poncitlán y asentada en la orilla del Río Santiago, que ha generado diversos procesos de lucha por el territorio desde hace aproximadamente 21 años. Desde la defensa de un cerro cercano a la comunidad por la amenaza de la instalación de un banco de materiales, hasta la construcción de proyectos alternativos de tratamiento y abastecimiento de agua, Casa Blanca ha demostrado ser una de las comunidades más activas en cuanto a la defensa de su territorio en la región.

Aunque miembros de Ríos Vivos han estado cercanos al proceso de la comunidad desde 2012, fue desde 2017 que se generó una vinculación y articulación más estrecha para la construcción de dos proyectos en torno al agua. El primero de ellos consiste en un humedal para el tratamiento de aguas residuales domésticas que se descargan en el Río Santiago, el cual opera desde 2019. El segundo es una purificadora comunitaria que ofrece agua potable segura a la comunidad a un precio accesible desde 2019, consolidándose como uno de los procesos comunitarios de purificación de agua más exitoso en la zona.

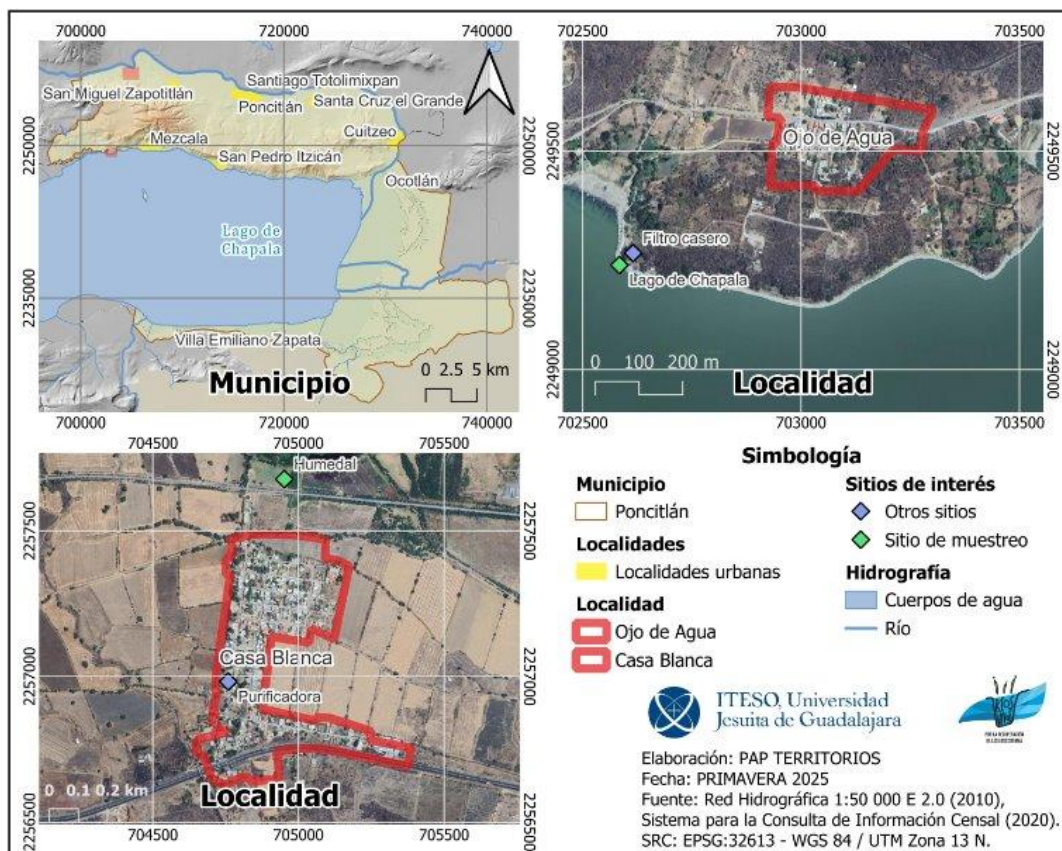
Tanto la gestión, construcción y desarrollo de ambos procesos han implicado un arduo trabajo por parte de la comunidad - sobre todo de quienes sostienen estos proyectos en el cotidiano – y de los miembros de Ríos Vivos. En conjunto, estos actores han generado alternativas de solución a los obstáculos, tensiones y complicaciones que han surgido en el proceso y, desde primavera del 2024, los alumnos del PAP Territorios han aportado desde diversas áreas de estudio al fortalecimiento de los procesos comunitarios y organizacionales de ambos actores.

1.3.3 Actualización Ojo de Agua

Ojo de Agua es una localidad rural ubicada en el municipio de Poncitlán y asentada en la orilla Norte del Lago de Chapala, colindando al Este con la localidad de Mezcala. Hasta hace algunos meses la comunidad no contaba con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, lo que implicaba que estas eran vertidas directamente al Lago de Chapala sin ser tratadas con anterioridad, generando consecuencias directas para el cuerpo de agua y para la comunidad.

Dada la previa relación que Ríos Vivos tiene con la comunidad, se sumaron esfuerzos para planear, gestionar y construir un humedal para el tratamiento de estas aguas y, con el apoyo de la comunidad, contribuciones monetarias y el trabajo de alumnos del PAP fue posible inaugurar el humedal de Ojo de Agua en marzo del 2025, asegurando que las aguas son tratadas antes de ser vertidas al lago y contribuyendo a mejorar las condiciones en la comunidad.

Figura 4. Mapa de Casa Blanca y Poncitlán



Fuente: Apoyo multidisciplinario a modelos de organización social e infraestructuras estratégicas de gestión comunitaria del agua en la Cuenca del Río Santiago – Guadalajara, primavera 2025.

1.4 Caracterización de la organización

Ríos Vivos es una organización que surge como respuesta directa a la crisis hídrica y socioambiental en la cuenca del Río Santiago y en comunidades cercanas al lago de Chapala. Su origen es comunitario y académico: desde 2013 personas que hoy forman parte de Ríos Vivos colaboraban como voluntarios en proyectos locales relacionados con la contaminación del agua y sus efectos en la salud. En 2017 este trabajo se formaliza bajo el nombre “Recuperación de ríos: laboratorios rurales para el tratamiento alternativo del agua”, hospedado en CIESAS Occidente. A partir de ahí se empiezan a establecer alianzas con universidades como el ITESO y centros de la Universidad de Guadalajara (por ejemplo, CUCBA, CUCEI y CUCIÉNEGA), así como con colectivos como Un Salto de Vida, que llevan años denunciando la contaminación industrial del Río Santiago. Estas alianzas han sido clave para combinar conocimiento técnico, trabajo de campo y acompañamiento comunitario.

El trabajo de Ríos Vivos se desarrolla directamente en territorio, especialmente en comunidades que enfrentan riesgos sanitarios por el acceso limitado a agua segura o por exposición constante a cuerpos de agua contaminados. Entre estas comunidades se encuentran Juanacatlán (afectada por descargas industriales sobre el Río Santiago), Tecualtitán (con problemas de acceso a agua potable confiable), Casa Blanca (donde se han construido humedales y se realiza monitoreo de contaminantes), La Cañada y Mezcala/Ojo de Agua (en la ribera del Lago de Chapala), donde se han impulsado procesos comunitarios de potabilización y educación ambiental. Todas estas localidades comparten la misma condición estructural: fueron históricamente empujadas a vivir en contextos de riesgo ambiental, y no cuentan con una respuesta suficiente por parte del Estado para garantizar agua segura y un entorno sano. Ríos Vivos interviene ahí, no como una ONG asistencialista externa, sino como una organización que acompaña y construye junto con las comunidades soluciones materiales y capacidad organizativa.

La organización no opera aislada. El problema del agua en la cuenca Santiago–Chapala cruza actores con intereses distintos: autoridades de gobierno responsables (en teoría) de regular descargas y proveer servicios; movimientos sociales y comités comunitarios que exigen justicia ambiental; universidades y laboratorios que aportan evidencia técnica; e industrias que descargan residuos y presionan por infraestructura que les favorezca. Según el análisis previo, el gobierno ha invertido recursos en saneamiento, pero en la práctica estas intervenciones han sido insuficientes frente a la magnitud de la contaminación. Al mismo tiempo, las comunidades organizadas y colectivos ambientales han documentado impactos a la salud y han mantenido presión pública constante para visibilizar la crisis. Las universidades aportan mediciones, monitoreo y acompañamiento técnico. Del otro lado, la actividad industrial sigue siendo un factor central de degradación ambiental en la región, con episodios de descarga por encima de límites permisibles bajo vigilancia ambiental débil. En este escenario, Ríos Vivos se coloca como un nodo articulador entre comunidad, academia y procesos técnicos, con una postura explícita de defensa del derecho al agua y la gestión comunitaria del recurso.

Las actividades de Ríos Vivos se organizan en torno a cuatro líneas de trabajo que responden a problemas concretos en campo: tratamiento alternativo del agua, acceso a agua potable, monitoreo de la calidad del agua y gestión comunitaria del agua. Estas líneas son operativas, no decorativas, y cada una ya tiene trabajo acumulado.

En tratamiento alternativo del agua, Ríos Vivos impulsa sistemas de saneamiento descentralizado y de bajo costo, como humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. Estos humedales se han instalado, por ejemplo, en Juanacatlán y en Casa Blanca, usando diseño técnico asesorado pero construidos mediante faenas comunitarias y operados por las mismas personas de la localidad. El objetivo es depurar aguas residuales y reducir la descarga contaminante al Río Santiago sin depender de plantas de tratamiento industriales costosas que normalmente nunca llegan (o que cuando llegan no se mantienen). Con el tiempo se han identificado problemas técnicos (obstrucciones, estanques mal equilibrados, selección no óptima de plantas), y a partir de eso se han propuesto mejoras hidráulicas, de mantenimiento y de selección vegetal para aumentar la eficiencia de remoción de contaminantes. El punto aquí no es solo ingeniería: es autonomía hídrica frente a la negligencia institucional.

En acceso a agua potable, la organización ha instalado purificadoras comunitarias en distintos puntos, operadas de manera local y sostenidas económicamente por las mismas comunidades. Este modelo asegura agua segura a bajo costo y, al mismo tiempo, genera recursos que se reinvierten en las mismas localidades. Se reporta que cientos de personas dependen de estas purificadoras comunitarias como fuente confiable de agua para consumo directo. Además, se capacita a familias y comités locales para construir filtros de arena y carbón activado de bajo costo y mantenimiento sencillo. Esa infraestructura doméstica permite potabilizar agua en lugares donde la red “oficial” no es confiable o donde el suministro llega solo por tandas. Este trabajo no solo resuelve el acceso inmediato a agua segura; también reduce dependencia económica de garrafones comerciales y genera conocimiento local sobre cómo mantener agua potable sin esperar a que llegue una “solución estatal” que, históricamente, nunca llega en tiempo ni con calidad.

En monitoreo de la calidad del agua, Ríos Vivos promueve muestreo comunitario y genera datos propios sobre parámetros físicoquímicos y biológicos del agua en humedales, pozos y puntos de consumo. Estos datos no se quedan en una base privada; se devuelven a las comunidades en asambleas y presentaciones abiertas, explicando qué se encontró, qué tan grave es y qué sigue. Esa práctica es relevante por dos razones. Uno: permite que la comunidad entienda con evidencia qué está consumiendo y qué está descargando. Dos: le da a la comunidad insumos técnicos para exigir responsabilidades a autoridades y a actores industriales. En términos prácticos, esto va directo a denuncia pública, defensa territorial y salud colectiva.

En gestión comunitaria del agua, la organización no solo instala sistemas: transfiere la capacidad de operarlos. Ríos Vivos acompaña la creación y funcionamiento de comités de agua locales, capacita operadores comunitarios (por ejemplo, jóvenes que se encargan de la purificadora o del humedal), y apoya la elaboración de reglas internas de uso, cobro de cuotas de recuperación y mantenimiento. También facilita espacios de intercambio entre comunidades: visitas cruzadas entre Juanacatlán y Mezcala, talleres regionales, sesiones de educación ambiental en escuelas y encuentros con autoridades. La intención es explícita: que el derecho al agua no dependa de externos, sino que quede en manos organizadas de las propias comunidades afectadas.

Para sostener estas líneas de trabajo en el tiempo, Ríos Vivos ha ido formalizando su estructura interna. A mediados de 2024 se hizo un ejercicio organizativo llamado “Para pasos firmes, pisos comunes”, en el que se reconoció que uno de los problemas recurrentes era la falta de definición clara de funciones. A partir de ese ejercicio se estableció una Coordinación General responsable de la dirección estratégica, la articulación entre las áreas y la representación externa. Esta coordinación responde ante un Consejo Directivo (o Consejo de directores) que funciona como órgano de acompañamiento y control: no opera el día a día, pero supervisa, pide cuentas, revisa el uso de recursos y cuida que las decisiones se mantengan alineadas con los principios fundacionales del proyecto.

Bajo esa Coordinación General se definieron tres coordinaciones de eje operativo, alineadas con los frentes técnicos reales del proyecto: Tratamiento Alternativo, Acceso al Agua Potable y Monitoreo Comunitario. Cada coordinación se hace cargo de planear y ejecutar actividades en campo, sostener el trabajo con las comunidades, asegurar que existan productos concretos (infraestructura, datos, procesos de operación) y reportar avances. Esto refleja que el trabajo no es de laboratorio aislado ni de consultoría: es implantación directa y acompañamiento sostenido en territorio.

Además, se definieron dos áreas transversales de soporte interno. El área de Administración lleva control financiero, compras, comprobación de gastos, manejo de proveedores y reportes; en la práctica, habilita que cada eje pueda trabajar sin detenerse por temas logísticos. El área de Fortalecimiento y Desarrollo Institucional se encarga de financiamiento, alianzas, sistematización de resultados y documentación. Esta última área es la que está más alineada con la incorporación de procesos digitales, documentación técnica y herramientas de gestión: es donde encaja directamente el esfuerzo actual de sistematización digital (sistema de administración en admin.riosvivos.org, registro estructurado de donaciones e interesados, manejo de contenido multilinguaje y monitoreo ambiental en tiempo casi real). La intención es que estas herramientas tecnológicas no queden como “proyecto escolar”, sino como infraestructura estable de la organización.

1.5 Identificación de las problemáticas

Durante el proceso de diagnóstico inicial —previo al evento comunitario— se identificó que una de las problemáticas centrales estaba relacionada con la percepción de desconfianza y el acceso limitado a la información ambiental. Antes del encuentro, distintas personas de la comunidad expresaban dificultades para comprender la información técnica disponible sobre el humedal, la purificadora El Carrizo y otros proyectos ambientales. La información existente no siempre se encontraba organizada, actualizada o traducida en un lenguaje accesible, lo que generaba dudas sobre el funcionamiento del humedal, los parámetros de la calidad del agua, el financiamiento de la purificadora y su sostenibilidad a futuro. Estas incertidumbres dieron lugar a cuestionamientos sobre la viabilidad económica y operativa de los sistemas comunitarios construidos, situación que se hizo aún más evidente durante el diálogo generado en el evento del 11 de octubre, donde las reflexiones de la comunidad permitieron profundizar en estas problemáticas identificadas previamente.

En el proceso diagnóstico se identificó que la comunidad manejaba información fragmentada, expresada en preguntas como — *¿qué sale del humedal?*, *¿el agua sí está limpia?*, *¿por qué la purificadora no tiene ganancias?* — Estas interrogantes evidencian, además, la existencia de un tejido social debilitado en torno a la purificadora El Carrizo. Frente a ello, se planearon entregables como infografías y fichas técnicas que permitieran socializar información de manera clara, accesible e inclusiva.

A lo anterior se suma la baja asistencia de personas de la comunidad durante el encuentro comunitario. Esto no se interpretó como un problema de convocatoria, sino como un reflejo de la confianza, la memoria colectiva y el significado social del proyecto. En la entrevista con Juanita y Socorro aparece un elemento central para comprender esta situación: ellas mencionan que es importante *“recordar todo eso que se ha hecho para entender que lo que se está haciendo ahora no es solamente algo de ahorita, sino algo que ya se ha venido trabajando en otros años”*. Esta afirmación permite identificar la relación directa entre los proyectos actuales y la historia de lucha, organización y resistencia que caracteriza al territorio.

Además, se identificaron otras problemáticas técnicas y organizativas que justifican distintos entregables desarrollados por el equipo. Una de ellas fue la falta de monitoreos continuos y sistemáticos de la calidad del agua, garantizando a la comunidad información confiable del funcionamiento del humedal, la ausencia de datos actualizados dificultaba la comprensión de las variaciones estacionales o posibles fallas del sistema, por lo que fue necesario fortalecer los procesos de mediación de datos ambientales.

Por lo mismo se consideró importante la necesidad de desarrollar sensores de monitoreo remoto, porque dentro de la comunidad se enfrentan a limitaciones para medir parámetros de calidad del agua de manera constante. La falta de esto provocaba que la información técnica dependiera únicamente de visitas externas.

Otra problemática identificada fue la dificultad de acceso a la información del proyecto, los materiales generados por distintos semestres —bases de datos, relatorías, informes, análisis de agua, líneas del tiempo, sistematizaciones— se encontraban en carpetas aisladas o poco visibles, lo que limitaba la continuación a procesos y a futuros equipos del PAP.

Finalmente, estas problemáticas observadas y analizadas se entrelazan entre sí afectando la construcción colectiva del territorio — la información poco accesible, participación limitada y la memoria dispersa — fueron el eje inicial de la planeación de las alternativas y herramientas para trabajar de forma horizontal y colaborativa que se presentan en las propuestas del capítulo siguiente.

1.5.1 Metodología Investigación-Acción-Participación

En el Proyecto de Aplicación Profesional TerritoRíos: *Saberes por la Recuperación Ecológica*, desarrollado en el periodo Otoño 2025 en la comunidad de Casa Blanca, Poncitlán, Jalisco, se enmarca una metodología que busca garantizar la seguridad respecto a aquello que se produce durante el proceso de investigación. Tal como señala Montero (2006), la validez es una garantía de seguridad: implica estar seguros de que se produce lo que se pretende producir, logrando así la legitimidad —al menos durante algún tiempo— de aquello que la investigación genera.

En colaboración con la comunidad, se observó que el problema central radica en la fragmentación de la memoria socioambiental. Muchos de los proyectos significativos de Casa Blanca no se encuentran integrados en un relato común dentro de la comunidad, lo cual dificulta que las nuevas generaciones se sientan parte de los procesos actuales. Esta desconexión impacta directamente en la apropiación social del humedal, la purificadora y las acciones del PAP.

Retomando lo planteado por Montero (2006) en *Hacer para transformar*, la Investigación-Acción Participativa integró acciones técnicas, educativas y comunicativas orientadas a la soberanía hídrica, al fortalecimiento de la Purificadora “El Carrizo” y a la recuperación de la memoria socioambiental de la comunidad. En referencia a los criterios objetivos desde los cuales se puede ubicar un problema social, se recurre a los métodos de observación y medición científica validados como formas de descubrimiento de la realidad (Clemente Díaz, 1992).

Inspirado en la perspectiva cualitativa de Vasilachis (2006), el proyecto asumió una epistemología del sujeto conocido, donde la realidad social se comprende desde las voces y experiencias de quienes la viven. Trabajar desde una lógica reflexiva y flexible permite comprender los sentidos del territorio y reconocer los saberes locales como fuentes legítimas de conocimiento. Esta postura permite erosionar la idea de un punto de vista privilegiado desde el cual se señalan unilateralmente los problemas sociales que ciertos actores padecen.

A partir del evento realizado el 11 de octubre de 2025, se identificó la necesidad de fortalecer los procesos educativos y de participación intergeneracional, generando espacios donde niñas, niños, jóvenes y personas adultas pudieran dialogar sobre la contaminación hídrica y el cuidado del agua. La problemática no radica en una falta de interés, sino en la ausencia de espacios pedagógicos horizontales diseñados junto con la comunidad.

1.6 Planeación de alternativas

A partir de las problemáticas identificadas y tomando como eje articulador la información poco accesible, la participación limitada y la memoria dispersa, el equipo del PAP TerritoRíos de otoño 2025 diseñó una planeación de alternativas centrada en fortalecer los procesos de socialización y la comunicación/memoria comunitaria en torno al agua y al territorio, mediante un enfoque metodológico horizontal, como se mencionó previamente.

La visibilización de este eje orientó y direccionó las decisiones tomadas colectivamente, permitiendo reconocer que las tensiones identificadas provenían de aspectos más profundos que los inicialmente previstos, relacionados con la manera en que los proyectos son conocidos, interpretados y significados por la comunidad. Por ello, las alternativas fueron diseñadas de manera integral y articulada.

Entonces este eje se centró en proponer acciones que atendieran simultáneamente la accesibilidad de la información socioambiental, reconstrucción de la memoria comunitaria y la creación de espacios de dialogo, ofreciendo herramientas pedagógicas y comunicativas que facilitaran la comprensión de los proyectos del humedal y la purificadora fortaleciendo la apropiación del territorio.

Como primer paso fue la elaboración de materiales accesibles con el objetivo de traducir la información técnica del humedal y de la purificadora en formatos comprensibles, esta acción surgió de la necesidad de dudas identificadas en el diagnóstico favoreciendo un acceso equitativo de la información.

Después se hizo la planificación de un encuentro comunitario permitiendo abrir espacios de dialogo, donde la gente de la comunidad pudiera reflexionar conjuntamente sobre la situación hídrica, este evento incluiría estaciones temáticas conforme al agua, materiales pedagógicos diseñados por el equipo y actividades intergeneracionales orientas a fortalecer el vínculo de la comunidad con los proyectos.

Figura 5. Imágenes del Encuentro Comunitario del Agua





Fuente: Elaboración propia.

Otra alternativa proyectada consistió en la sistematización y la recuperación de la memoria socioambiental llevando a cabo la integración de documentos de semestres anteriores, entrevistas comunitarias, línea del tiempo e hitos organizativos buscando responder a la problemática de memoria dispersa, mencionando importante la continuidad de los proyectos depende en gran medida de la claridad histórico y del reconocimiento de los aprendizajes comunitarios.

Asimismo, hubo una reestructuración de la página web de Ríos Vivos (<https://riosvivos.org/>) debido a la dispersión y dificultad de acceso y actualización de la información identificada por la comunidad y por equipos PAP, se contempló reorganizar contenidos, integrar materiales generados durante el proceso simplificando el acceso para que las personas puedan consultar datos, informes y materiales educativos de la purificadora de manera más clara.

Ante la necesidad de reforzar la autonomía comunitaria en el seguimiento del humedal, se incorporó la planeación para monitoreos ambientales y sensores comunitarios, con enfoque de facilitar el registro continuo de datos de calidad de agua respondiendo a la ausencia de mediciones periódicas y contribuye a fortalecer la soberanía tecnológica de la comunidad en el momento de que permite un seguimiento constante y accesible del sistema.

Estas alternativas se fueron construyendo como las herramientas técnicas, educativas y comunicativas que buscan atender el eje inicial identificado en el diagnóstico. La planeación se llevó a cabo para que se resolvieran las necesidades fortaleciendo la comunidad, las bases de participación, la memoria y comprensión ambiental que sostendrá el trabajo comunitario a largo plazo.

2. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA Y VALORACIÓN DE PRODUCTOS RESULTADOS E IMPACTOS.

2.1 Apoyo a eventos comunitarios

La segunda salida de campo que realizamos fue para conocer la situación general que enfrenta el río y sus comunidades, desde una perspectiva amplia pero cercana al territorio y sus realidades. El último punto de encuentro de esta salida fue en la comunidad de Casa Blanca, donde la organización ha tenido una presencia constante desde hace algunos años para implementar e impulsar diversos proyectos que apoyen a fortalecer la gestión comunitaria del agua.

Como parte central de la estrategia de socialización se comenzó a pensar en un encuentro comunitario que permitiera a la purificadora divulgar los resultados obtenidos durante los años de trabajo. Dentro del equipo PAP, se realizaron subgrupos para lograr una mejor organización para los entregables, y a partir del diagnóstico y reflexión entre la comunidad, el equipo PAP y Ríos Vivos se diseñó la planificación, logística y organización del evento, orientadas a fortalecer la comunicación comunitaria y apropiación social de la purificadora “El Carrizo”. Se buscaba informar y dialogar abiertamente con la comunidad sobre los avances o áreas de oportunidad de la purificadora, aunado a fomentar la educación ambiental en sociedad.

Una semana antes de realizar el evento las personas miembros de la purificadora “El Carrizo” repartieron invitaciones en la comunidad mediante WhatsApp y pegaron invitaciones en las tortillerías y lugares de encuentro, además dieron el anuncio en la primaria y jardín de niños. La cita del encuentro fue el 11 de noviembre de 2025 en la plaza principal de Casa Blanca para discutir sobre el desarrollo de las actividades de la purificadora “El Carrizo” así como sus principales resultados.

El espacio fue pensado en 3 momentos clave: diálogo en plenaria, talleres para las infancias y estaciones. En el primer espacio: diálogo en plenaria, se les entregó a las personas de la comunidad el Informe de resultados de la Purificadora el Carrizo desde el 2019 hasta el 2025 y la Infografía del Informe de resultados de la Purificadora el Carrizo desde el 2019 hasta el 2025 (Figura 7). Estos documentos contenían los esfuerzos conjuntos para fundar la purificadora “El Carrizo”, sus objetivos, así como los informes de ventas y gastos desde su creación hasta ahora.

Figura 6. Plenaria del Encuentro Comunitario del Agua en Casa Blanca



Fuente: Elaboración propia.

Parte de los objetivos centrales del encuentro fue mostrar los datos forma transparente y, en ese sentido, la elaboración de estos dos documentos en un formato accesibles y entendible, así como la apertura del diálogo con la comunidad, forman parte de los esfuerzos por comunicar que el proyecto no genera ganancias, pues la venta de garrafones no representa un beneficio económico a un grupo o persona en particular, sino que es un proyecto social que busca crear conciencia de la importante relación entre contaminación, salud y alimentación. En este espacio también se habló sobre el derecho de las comunidades a acceder y gestionar el agua y Juanita y Socorro, las mujeres que operan la purificadora, hicieron una invitación a la comunidad a unirse a actividades y movilizarse por la mejoría y defensa de su territorio.

Figura 7. Informe e infografía de resultados de la Purificadora el Carrizo desde el 2019 hasta el 2025.



Fuente: Elaboración propia.

En el segundo espacio: talleres para las infancias, se construyó un espacio de aprendizaje y diversión para que las y los niños de la comunidad conocieran sobre aspectos del agua y su importancia y, permitiendo al mismo tiempo, que las y los participantes pudieran implicarse en las actividades del encuentro sin angustia por el cuidado de sus niños/as. La metodología del espacio consistía en explicar los temas de manera fácil y atractiva, incluyendo vasos de distintos colores que simulaban contaminantes y aguas de distintas procedencias, los cuales mezclaban unos con otros para explicar distintos fenómenos y, al mismo tiempo, dando la misma importancia a explicar las vías para descontaminar y limpiar el agua para los distintos consumos humanos, haciendo énfasis en la importancia del río de la comunidad y la urgente necesidad de sanearlo.

Figura 8. Talleres para las infancias.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, el tercer espacio: estaciones, se dividió en 4 espacios que actuaron al mismo tiempo bajo las premisas de construir espacios en donde compartir, evaluar, expresar y recordar, sobre la purificadora en particular, pero ligado al contexto amplio de los problemas ambientales del territorio, así como las estrategias de lucha que se han impulsado y pueden seguirse construyendo.

La primera estación para compartir consistía en un taller de tinturas en el que explicaba la importancia de diversas plantas en su contenido medicinal, mostrando cómo realizarlas desde su extracción hasta su combinación para lograr mezclas aplicables para distintos malestares. Las personas que participaban del taller se notaban felices por aprender sobre el uso medicinal que pueden darles a diversas extracciones de plantas, así como sorprendidas por la facilidad con que podían integrar los procesos en su vida cotidiana.

Figura 9. Taller de tinturas.



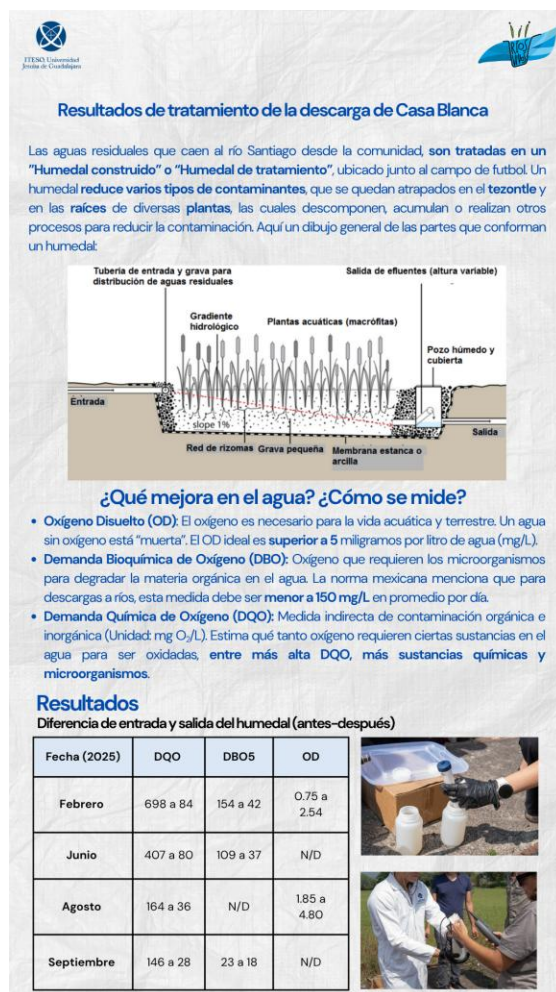
Fuente: Elaboración propia.

La segunda estación para evaluar consistía en un papelote que se había preparado previamente y, pegado a la pared, simulaba una encuesta que invitaba a la comunidad a valorar las actividades de la purificadora mediante dos preguntas detonadoras: ¿qué me gusta de la Purificadora el Carrizo? Y ¿qué podría mejorar de la Purificadora el Carrizo? Las respuestas que se obtuvieron fueron pocas y se traducen a dos participaciones en total.

La tercera estación para expresar consistía también de un papelote que se había preparado previamente y pretendía, tanto conocer las impresiones de la comunidad en torno a su territorio, como imaginar las posibilidades para el mismo. La actividad estaba dividida en dos secciones, guiadas por dos preguntas detonadoras: ¿cómo veo actualmente mi territorio, el río, el cerro? Y ¿cómo sueño que puede ser mi territorio, el río, el cerro? Las participaciones fueron intervenciones de las infancias, quienes, al terminar el taller aprovecharon la mesa llena de colores, plumas y plumones para realizar dibujos, sobre todo en hojas.

La cuarta estación para recordar consistía en un espacio de reflexión sobre los proyectos que se encuentran operando actualmente en la comunidad, así como el proceso de lucha que, desde hace años, se ha impulsado para defender el territorio. Se encontraban pegados dos recursos gráficos, el primero de ellos fue la infografía de los resultados de tratamiento de las descargas del humedal en Casa Blanca (Figura 10), la cual presenta el funcionamiento, mejoras, mediciones y resultados del humedal; el segundo fue la Infografía del Informe de resultados de la Purificadora el Carrizo desde el 2019 hasta el 2025 que, como se mencionó anteriormente, forma parte de los esfuerzos por comunicar los objetivos y resultados de la purificadora. En particular, ambos recursos visuales representan un esfuerzo por comunicar el sentido, funcionamiento y resultados de los proyectos que actualmente se encuentran operando en la comunidad

Figura 10. Infografía de los resultados de tratamiento de las descargas del humedal de Casa Blanca



En este espacio también se encontraba el ejercicio de participación “*breve historia del proyecto Ríos Vivos en Casa Blanca*” (Figura 11) un espacio para rescatar la memoria de lucha de la comunidad. Consistía en recuadros que contenían, por una parte, algunos hitos de lucha de la comunidad y, por otra, las fechas correspondientes a dichos eventos, así, las personas tendrían la tarea de relacionar el hito a la fecha correspondiente. Esta actividad es resultado del documento sistematización hitos de lucha en Casa Blanca que, como puede consultarse en el anexo 4 de entregables, consta de un ejercicio de recuperación de la memoria sobre la lucha del territorio en Casa Blanca y para cuya preparación se realizó una entrevista con las mujeres que atienden la purificadora y, además un ejercicio colectivo de retroalimentación por parte del equipo de Ríos Vivos.

Como siguientes pasos y, en línea con la recuperación y sistematización de las experiencias en la comunidad, se comenzó a trabajar en una relatoría del encuentro (Figura 11), que consta de un documento síntesis del encuentro donde, además de recuperar la memoria del encuentro, se incluye el sentido de cada uno de los momentos, así como los logros que se alcanzaron y las áreas para seguir pensando en pro de fortalecer los procesos de comunicación e integración social en Casa Blanca.

Figura 11. Documentos de sistematización.



Breve historia del proyecto Ríos Vivos en Casa Blanca

2004 – 2010
Miembros de la comunidad que pertenecen al proyecto llevaron un proceso de lucha contra la piedra o banco de materiales que se quería instalar en el cerro de Casa Blanca.

Actividades

- Ruedas de prensa
- Manifestaciones en Poncitlán
- Juicio en tribunales
- Sentencia

Final: 2010 con la sentencia a favor de la comunidad.

2011 – 2015
Participación de miembros del proyecto en el Ordenamiento Ecológico que convocó el municipio, participación en decreto de Cerro de Casa Blanca como Área natural protegida, y participación en Proyecto Comunidades Modelo, de AIPROMADES (Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala).

Actividades

- 2011 – 2012: Talleres de consulta para Ordenamiento Ecológico.
- 2012 - 2015: Ecotecnias del Proyecto Comunidades Modelo: Fogones Ecológicos, calentadores solares, ferrocementos, estufas Lorena

FINAL: 2015

2015 a la Actualidad
Proyecto Ríos Vivos y Gestión Comunitaria del Agua

Actividades

- 2015: Talleres autónomos de filtros para potabilización de agua
- 2017: Se obtiene financiamiento de una fundación para construcción de obras
- 2019: Construcción del humedal de tratamiento de descargas de la comunidad
- 2019: Construcción de Purificadora El Carrizo

2019 a la Actualidad
Proceso de Lucha contra iEnova: Terminal de Combustibles

Actividades

- 2019: Se obtiene información sobre el proyecto mediante solicitud de transparencia.
- 2020: Se interpone amparo contra el proyecto, apoyados por pobladores de Juancacián y comunidad universitaria.
- 2021: Se acepta la suspensión de plano del proyecto, mientras se hacen los peritajes del amparo.
- 2024: Se formaliza el Consejo Indígena de Casa Blanca para proteger el territorio, se llevan a cabo 5 asambleas entre febrero y marzo.
- 2025 a la fecha: Pendiente la sentencia definitiva.

Relatoría del encuentro comunitario por el agua en Casa Blanca

Una semana antes de realizar el evento las personas miembros de la purificadora “El Carrizo” repartieron invitaciones en la comunidad mediante WhatsApp y pegaron invitaciones en las tortillerías y lugares de encuentro, además dieron el anuncio en la primaria y jardín de niños.

La cita del encuentro fue el 11 de noviembre de 2025 en la plaza principal de Casa Blanca para discutir sobre el desarrollo de las actividades de la purificadora “El Carrizo” así como sus principales resultados. El equipo del PAP y de Ríos Vivos llegaron a la comunidad con tiempo de anticipación para asegurar que las condiciones para realizar el evento estuvieran dadas.

Una vez que se ajustó el espacio con mesas, sillas y estaciones, no quedó más que esperar a las y los asistentes de la comunidad, quienes se congregaron conforme transcurría el tiempo. La organización del espacio se dividió en la zona de plenaria, de las estaciones y talleres para las infancias, este último pensado como un espacio de aprendizaje y diversión para que las y los niños de la comunidad conocieran sobre aspectos del agua y su importancia y, al mismo tiempo permitir que las y los participantes pudieran implicarse en las actividades del encuentro sin angustia por el cuidado de sus niños/as.



1. Diálogo en plenaria

Conforme llegaron los asistentes de la comunidad se les invitó a tomar asiento en la zona de plenaria y a las infancias a participar en las actividades diseñadas para ellos y ellas. Mientras las personas se acomodaban en el espacio se les entregó el Informe de resultados 2019 – 2025 que, como puede verse en el anexo 1, consistía en un documento que incluía los esfuerzos conjuntos para fundar la purificadora

Fuente: Elaboración propia.

Como parte de las reflexiones del equipo se rescata que, si bien el encuentro permitió el logro del objetivo de informar y dialogar con la comunidad sobre los avances o áreas de oportunidad de la purificadora “El Carrizo”, aunado a fomentar la educación ambiental en sociedad, un punto a mejorar fue la asistencia al encuentro. Por parte de las reflexiones de las mujeres que atienden la purificadora “El Carrizo” se destacaron diversos factores que pueden contribuir a que las personas asistan y se recomendó considerar nuevos horarios que permitan a las y los miembros de la comunidad asistir a las actividades sin descuidar sus actividades cotidianas.

Aun con las complicaciones que se pudieron presentar, el ejercicio se convierte en una apuesta por realizar procesos colaborativos que permitan fortalecer proyectos comunitarios. Parte de los aprendizajes recaen también en comprender los propios ritmos y procesos de las comunidades, que se interponen en las posibles idealizaciones que pueden generarse al imaginar una colaboración. Comprender la complejidad del contexto e imaginar procesos colaborativos, aun en las condiciones particulares, es en sí mismo un logro importante.

2.2 Análisis de calidad de agua en campo y laboratorio, y seguimiento y difusión de resultados

A lo largo del semestre, se trabajó de manera conjunta con el equipo de calidad del agua de Ríos Vivos, quienes han tenido registros históricos de diversos muestreos y análisis de parámetros fisicoquímicos. De manera colaborativa, se determinaron horarios personales en los que se podían realizar las mediciones dentro de los laboratorios del ITESO. Se cuidó que se registraran los datos de interés, la fecha y hora de la medición.

2.2.1 Muestreos en humedales construidos y cuerpos de agua en comunidades

Durante las primeras salidas de campo se tomaron muestras in situ de diversas variables de calidad del agua; incluyendo pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales y turbidez. Estas mediciones permiten identificar riesgos potenciales para la salud de las personas, ya que muchas de las comunidades utilizan el agua del entorno para actividades domésticas, recreativas, agrícolas o ganaderas. Los parámetros ayudan a detectar la presencia de sustancias tóxicas; como metales pesados, compuestos orgánicos o altos niveles de materia orgánica; que pueden afectar directamente el ecosistema y la salud de las personas. En la primera visita, el 23 de agosto de 2025; se tomaron muestras en la Presa Corona, Capilla del Refugio y El Ahogado, con el objetivo de analizar la variación de estos parámetros a lo largo de los diferentes puntos de muestreo.

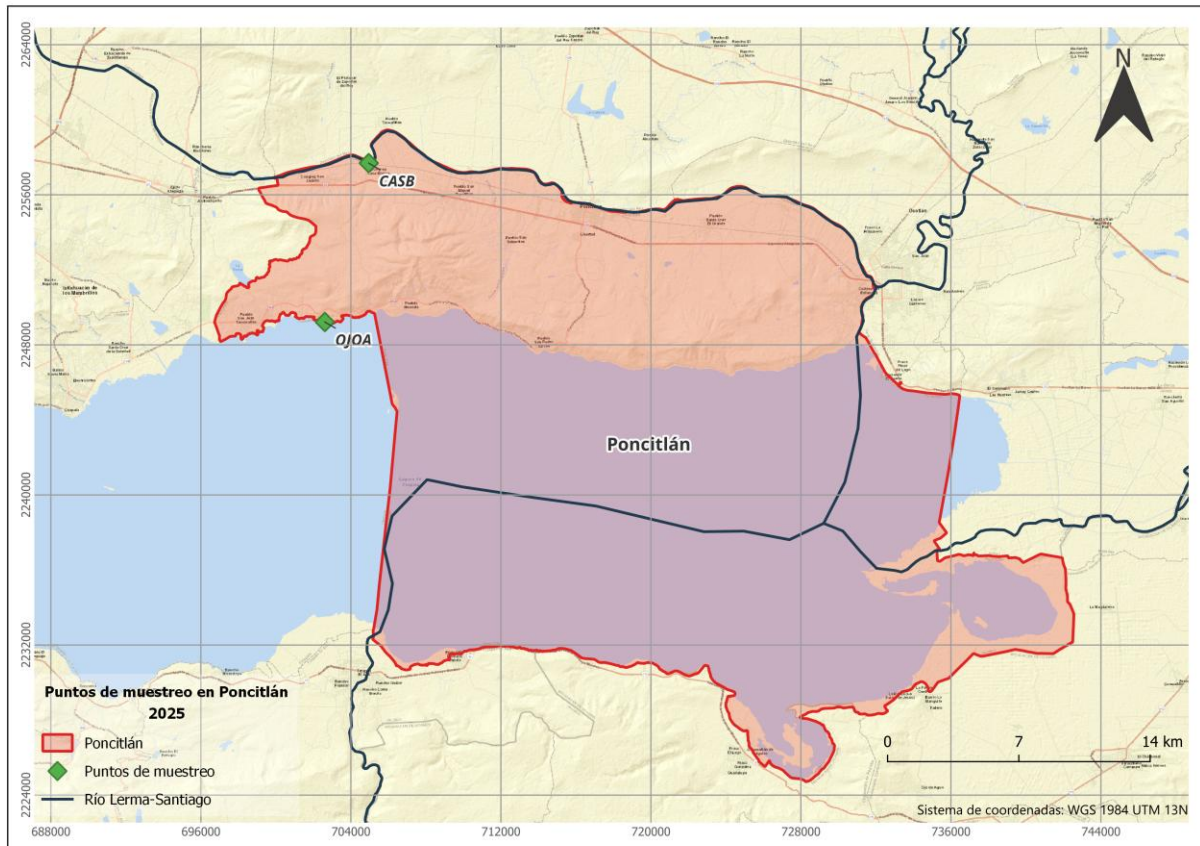
Figura 12. Imágenes de las salidas de campo.



Fuente: Elaboración propia.

Además, como parte del seguimiento al funcionamiento de los humedales, durante la segunda salida de campo (30 de agosto de 2025) se tomaron muestras de los mismos parámetros en los humedales de Casa Blanca y Ojo de Agua, tanto en la entradas y salidas de los humedales como en las salidas de sus sedimentadores. En seguida se muestra un mapa con las ubicaciones de los puntos de muestreo en Poncitlán. Cabe mencionar que, para la toma de muestras, se siguió un protocolo desarrollado por estudiantes del PAP en primavera del 2025. Los alumnos crearon una base de datos en Excel, titulada “Sistema de Registro de Mediciones”, que facilita la recopilación de datos y los análisis de los resultados, proporcionando un registro histórico que permite observar tendencias en la contaminación y detectar cambios de acuerdo con la época del año. Sin este seguimiento constante, sería imposible saber si la calidad del agua está mejorando, empeorando o si se requieren intervenciones.

Figura 13. Mapa de los puntos de muestreo de los humedales en Poncitlán.



Fuente: Elaboración propia.

Para la medición de las variables se utilizó un medidor de oxígeno disuelto y una pluma multiparámetro. Cada dato fue registrado en la cadena de custodia e incluyó sus respectivas unidades y las coordenadas geográficas del punto de muestreo correspondiente.

2.2.2 Análisis, visualización y difusión de resultados

Considerando que una de las estrategias propuestas para complementar la página web de Ríos Vivos fue la visualización y difusión de los resultados de los humedales, se realizó un análisis del “Sistema de Registro de Mediciones” en el que se recabaron los datos más relevantes para mostrar su funcionamiento. Al tener los datos seleccionados, que contemplan únicamente las muestras tomadas en el año 2025, se trabajó en la visualización a través de infografías. El objetivo de dichas visualizaciones fue que el público general pudiera conocer el avance de los humedales de Casa Blanca y Ojo de Agua, y cómo ciertas variables muestran que, en efecto, se reducen los contaminantes. De manera muy sencilla, en las infografías se presenta la reducción o aumento (depende del parámetro) de los siguientes parámetros: sólidos disueltos totales, demanda química de oxígeno (DQO), turbidez y oxígeno disuelto.

Asimismo, como parte de la difusión de información y resultados para el evento en Casa Blanca, que se llevó a cabo en la plaza central el día 11 de octubre de 2025, se elaboró una infografía sobre el humedal; en la cual se explica lo qué es, el tipo de humedal presente en la zona y se detallan algunos ejemplos de las variables analizadas (DBO, DQO, pH). La tabla de resultados incluida muestra los porcentajes de disminución entre la entrada y salida del humedal para los parámetros DBO5 y DQO, así como los valores de pH en ambos puntos de muestreo. Los datos corresponden a muestreos realizados en los meses de febrero, junio, agosto y septiembre de 2025.

En general, los resultados del humedal de Casa Blanca muestran una buena eficiencia en la reducción de contaminantes, especialmente en la DQO (% alrededor de 80%), lo que evidencia su capacidad para tratar el agua. Sin embargo, la disminución en la DBO5 hacia septiembre indica un porcentaje más bajo (22%), lo que podría indicar que el sistema requiere mantenimiento, ajuste en el flujo o monitoreo de material vegetal para mantener su función.

Aunque se presentaron algunos retos tanto en la toma de muestras de agua como en su posterior análisis en el laboratorio, se procuró mantener rigurosidad técnica con el fin de obtener datos confiables y metodológicamente sólidos. Al tratarse de información cuantitativa especializada y de interpretación poco accesible para el público general, se identificó como prioridad traducir estos resultados en formatos comprensibles para la comunidad y actores involucrados.

Dado que la comunicación de resultados constituye un eje fundamental del PAP, se exploraron distintas alternativas para representar de manera clara los datos de calidad del agua obtenidos en el influente y efluente de los humedales, con el objetivo de integrarlos a la página de Ríos Vivos, en cuyo fortalecimiento han trabajado de manera intensiva integrantes del equipo. Tras la elaboración de diversos borradores y el análisis de múltiples variables, se seleccionaron los parámetros más significativos y se definió que las infografías presentadas en la Figura 14 son las que mejor cumplen con el propósito de divulgación y claridad informativa.

Figura 14. Infografías con resultados de muestreos de humedales en influente y efluente.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Desarrollo de diversas funciones y actualizaciones de la página web e interconexión para visualización de datos de monitoreo

2.3.1 Descripción general del trabajo realizado

El trabajo de este periodo continúa directamente lo desarrollado el semestre anterior. El primer paso fue que el equipo de sistemas verificara el estado actual del proyecto, posteriormente se depuró el backlog lo que consiste en limpiar y actualizar una lista de tareas y elementos de trabajo pendientes que deben completarse. De esa revisión se definieron tres módulos centrales que guían el desarrollo: el Módulo de Monitoreo Ambiental, enfocado en almacenar, recibir y visualizar datos de muestreo ambiental en campo; el Módulo de Sitio Dinámico, cuyo objetivo es permitir la actualización del contenido público del sitio web sin depender de un desarrollador un CMS o *Content Management System*; y el Módulo de Donaciones, pensado para captar personas interesadas en apoyar económicamente o con trabajo voluntario a través de formularios. Estos tres módulos son la base funcional del sistema y marcan el alcance del *Minimum Viable Product*.

Durante el desarrollo se tomaron decisiones estratégicas para acelerar la entrega. Se adquirió una plantilla para el Sistema de Administración con el fin de reducir el tiempo de construcción de la interfaz visual. Se estableció una alianza con el investigador Juan José, Ingeniero Químico egresado del ITESO, que trabaja desarrollando e implementando estaciones para detección de gases en el municipio del Salto con el objetivo de generar evidencias de contaminación en la zona. Durante las conversaciones llegamos al acuerdo de que Ríos Vivos haría uso de su tecnología para acelerar el desarrollo de las Unidades Ambientales. A cambio Ríos Vivos proveerá la infraestructura y el sistema de monitoreo para ambas Unidades Ambientales, las de aire y las de agua. Además, Ríos Vivos definió una línea de cambios en el sitio público riosvivos.org para alinearlos con necesidades actuales de comunicación, visibilidad del problema ambiental y captación de apoyo.

Con base en esas decisiones se avanzó en varias líneas de trabajo. Se definieron formalmente los actores clave (*stakeholders*) del proyecto. Se implementó el Sistema de Administración disponible en admin.riosvivos.org. Este sistema ya incluye registro de usuarios, autenticación, recuperación de contraseña y control de acceso basado en permisos. También se habilitó la gestión de usuarios directamente desde el panel.

En cuanto al Módulo de Monitoreo Ambiental, se desarrolló una vista interna dentro del panel de administración para consultar los datos recolectados en campo. Además, se puso en marcha un servidor *MQTT* y una instancia de *Grafana* que permiten recibir datos de sensores ambientales y visualizarlos en tiempo real. En este contexto, una “Unidad Ambiental” se define como una estación electrónica de monitoreo instalada físicamente en un punto específico, encargada de medir parámetros ambientales y enviar esos datos al sistema central. El proyecto contempla administrar estas estaciones dentro del Sistema de Administración como un módulo independiente.

En paralelo se avanzó en el Módulo de Donaciones. Se actualizó el formulario público de donaciones y se integró un flujo para captar intención de donar o colaborar. Este flujo permite recolectar la información de contacto de las personas interesadas (para luego hacer seguimiento por correo o llamada), y se agregó cifrado de los datos de contacto de los donadores. Es importante aclarar que, dentro del *MVP*, este módulo no procesa pagos automáticos ni maneja cobros en línea; su función es capturar el interés y habilitar el contacto directo.

También se integró el sistema de localización / internacionalización. Este módulo hace posible la traducción multilinguaje del contenido tanto del sitio público como del panel administrativo. Actualmente es posible modificar textos e imágenes en el sitio sin intervención técnica, definir versiones en distintos idiomas y activar o desactivar secciones según la localidad o el contexto, sin necesidad de tocar código. El sitio público (riosvivos.org) está pensado como un sitio dinámico: las imágenes se sirven de forma dinámica desde un servidor S3, el contenido de texto es editable y multilinguaje, y la estructura de la página se puede ajustar en función de las necesidades de cada comunidad o región (por ejemplo, mostrar u ocultar bloques de información específicos).

El Sistema de Administración (admin.riosvivos.org) actualmente concentra varias funciones críticas del *MVP*. Además del control de acceso (registro, autenticación, recuperación de contraseña y permisos), permite la gestión de usuarios, la administración de Unidades Ambientales entendidas como las estaciones físicas de monitoreo ambiental en campo, la consulta de las donaciones captadas desde el sitio público, la revisión y carga de datos de monitoreo tanto automática (vía *MQTT*) como manual (por formulario o archivo *CSV*), la visualización de datos ambientales en gráficas internas y en tableros de *Grafana*, y la administración del sistema de localización que mantiene el contenido multilinguaje.

Todo este desarrollo se ha validado continuamente con los actores involucrados: Ríos Vivos, Un Salto de Vida, ITESO y colaboradores independientes con interés directo en apoyar el proyecto. Estas reuniones han servido para ajustar prioridades, definir qué información ambiental es necesaria mostrar primero, ordenar el mensaje público que aparece en el sitio, y alinear el proceso de captación de donaciones con la realidad organizativa actual (es decir, contacto directo primero, no pago automático).

2.3.2 Funcionalidades a integrar

En este punto, el objetivo formal del proyecto es entregar un *MVP* funcional que cubra dos frentes: por una parte, el sitio público riosvivos.org; por la otra, el sistema interno admin.riosvivos.org. El *Minimum Viable Product* se entiende como un entregable operativo: algo que ya se puede usar, no solo una maqueta. El objetivo es entregar un *MVP* funcional que integre los siguientes componentes:

- Sitio web dinámico (riosvivos.org)
 - Content Management System:
 - Imágenes dinámicas.
 - Actualización de videos dinámicos.
 - Actualización de políticas dinámicamente.
 - Texto dinámico multilinguaje.
 - Habilitar o deshabilitar secciones según la localidad o contexto.
 - Posibilidad de crecimiento o reducción de bloques informativos sin modificar código.

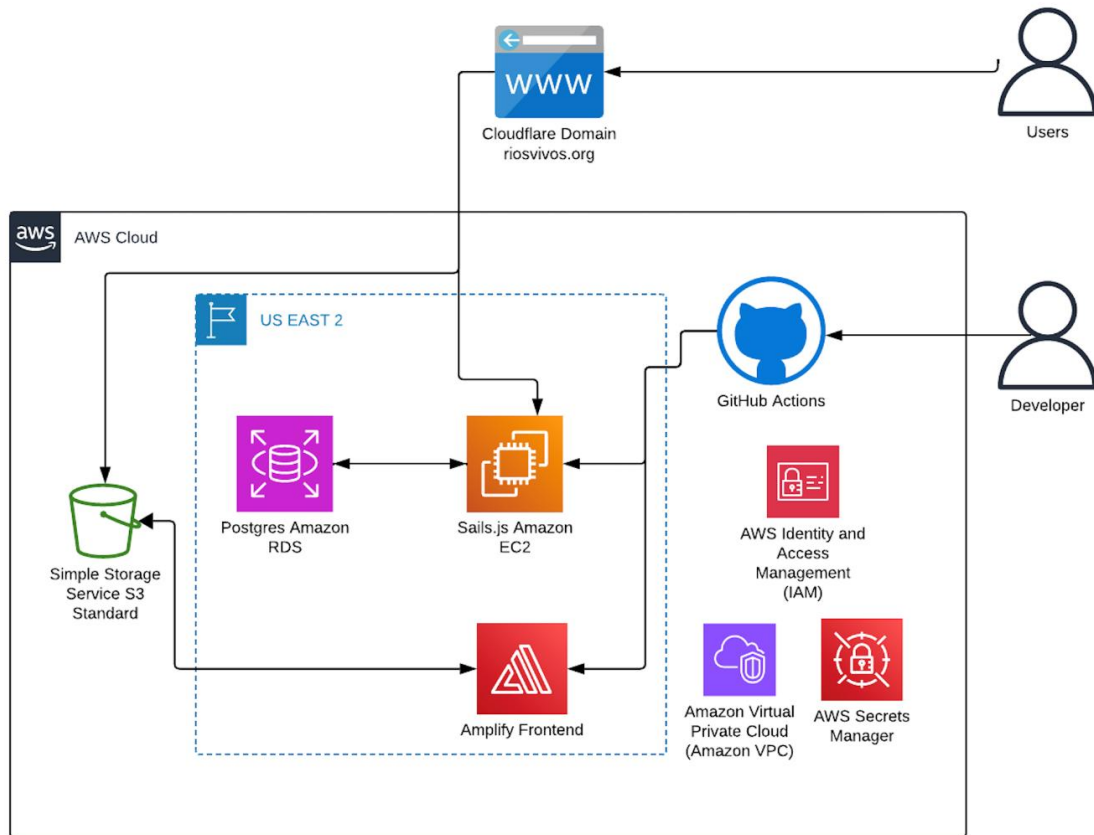
- Módulo de Donaciones:
 - Captación de intención de donar o colaborar.
 - Recolección de datos de contacto para seguimiento (correo / llamada).
 - Sin procesamiento automático de pago en línea en esta etapa.
- Módulo de Monitoreo
 - Componentes de visualización
- Sistema de Administración (admin.riosvivos.org)
 - Control de acceso seguro:
 - Registro de usuarios.
 - Autenticación.
 - Recuperación de contraseña.
 - Autorización basada en roles/permisos.
 - Gestión de Usuarios.
 - Gestión de contraseñas.
 - Gestión de roles de usuario
 - Gestión de acceso a usuarios
 - Registro de usuarios
 - Gestión de Colaboraciones:
 - Acceso a la información capturada desde el sitio público para contacto.
 - Herramientas de seguimiento institucional para colaboradores.
 - Gestión de Monitoreo:
 - Registro y administración de las estaciones físicas de monitoreo ambiental desplegadas en campo.
 - Registro y administración de Parámetros de medición.
 - Registro y administración de Visualizaciones en Grafana
 - Herramienta de consulta de información ambiental
 - Ingreso manual vía formulario para usuarios individuales.
 - Ingreso automatizado vía CSV tanto para usuarios como para unidades de monitoreo.
 - Herramienta de pruebas para configuración de Unidades Ambientales
 - Visualización de la información recopilada mediante paneles de información
 - Infraestructura:
 - Integración vía MQTT para datos enviados automáticamente desde las Unidades Ambientales.
 - Integración de herramientas de CI/CD para validaciones, despliegue y etiquetado de versiones
 - Creación de infraestructura automatizada
 - Adquisición de la plantilla del administrador
 - Sistema Content Management System:
 - Traducción multilinguaje del contenido del sitio público y del panel de administración.
 - Gestión de imágenes y recursos gráficos en infraestructura propia
 - Gestión de actividades calendarizadas
 - Gestión de información sobre comunidades

- Gestión de Contenido de Actividades en la página web
- Gestión de Recursos en la página web y acceso al Google Drive
- Gestión de Banners en la página web
- Gestión de contenido multimedia en la página web
- Sistema Retrieval Augmented Generation
 - Gestión de documentos de relevancia ambiental

2.3.3 Infraestructura del proyecto

La infraestructura del proyecto fue definida para cumplir objetivos de disponibilidad, rendimiento, seguridad y mantenibilidad, alineados con los Requerimientos No Funcionales (NFR) del documento de *Software Requirements Specification* (SRS). La solución se implementó en *Amazon Web Services* (AWS), combinando servicios administrados con componentes configurables para facilitar la evolución por etapas del sistema.

Figura 15. Diagrama de infraestructura del proyecto.

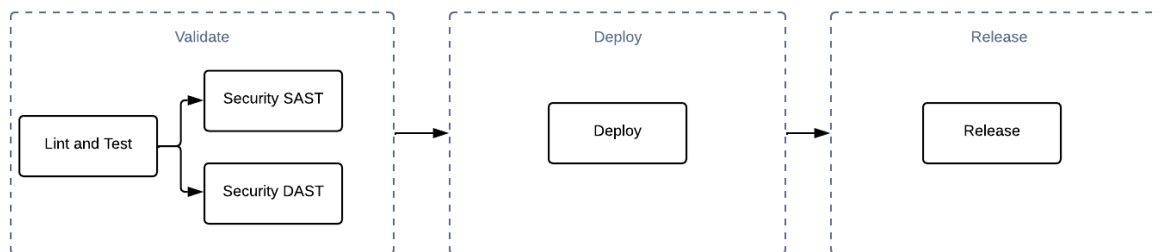


Fuente: Elaboración propia.

Se adoptó un enfoque de Infraestructura como Código (IaC) mediante *Terraform*, con el fin de estandarizar el aprovisionamiento, garantizar consistencia entre entornos y mantener control de versiones sobre los cambios de infraestructura. Esta decisión reduce errores manuales y facilita auditoría y replicabilidad.

La capa de presentación se despliega a través de *AWS Amplify*, encargado de la compilación, despliegue y *hosting* de la aplicación web. La entrega automatizada se integra con *GitHub Actions* como motor de flujos de construcción y despliegue. Este conjunto habilita Integración Continua y Entrega Continua (CI/CD), simplificando la liberación frecuente de cambios y soportando prácticas de retroceso o *rollback* controlado a nivel de despliegue.

Figura 16. Diagrama de liberación de cambios.



Fuente: Elaboración propia.

Para archivos estáticos se utiliza *Amazon Simple Storage Service* (S3), lo cual permite almacenar y servir imágenes y recursos públicos de forma altamente disponible y desacoplada del ciclo de despliegue del frontend.

La administración del dominio y resolución de nombres se gestiona con *Cloudflare Domain Name System* (DNS). Además, se aprovechan funciones complementarias de rendimiento y protección como *Content Delivery Network* (CDN) y mitigación básica ante ataques volumétricos.

La capa de red se organiza mediante *Virtual Private Cloud* (VPC) para aislar recursos y delimitar accesos entre componentes. El control de permisos se realiza con *Identity and Access Management* (IAM), habilitando un modelo de acceso basado en roles para usuarios técnicos y servicios.

La persistencia de datos se implementa mediante *Relational Database Service* (RDS) con *PostgreSQL*, seleccionado por su estabilidad y compatibilidad con modelos relacionales y semiestructurados usando *JSON Binary* (JSONB). Para mejorar latencia y reducir carga de base de datos, se contempla *Redis* como caché y posible gestor de sesiones.

Los servicios de backend pueden ejecutarse en *Elastic Compute Cloud* (EC2) cuando se requiere control detallado del entorno de ejecución. Para asegurar homogeneidad entre entornos y portabilidad del software se emplea *Docker* como mecanismo de empaquetamiento virtualizado o *containerización*.

Finalmente, las funciones de correo transaccional (contacto, notificaciones y recuperación de acceso) se soportan mediante *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP).

2.3.4 Enfoque en calidad

Como parte de la visualización inicial de este proyecto se definieron en el SRS una lista de Requerimientos no Funcionales, estos requerimientos son utilizados como ejes rectores para las decisiones del proyecto. Una clara definición de requerimientos permite que el avance en el desarrollo no se vea mermado por múltiples opiniones subjetivas. Aquí se muestra la tabla definida en el SRS:

Tabla 1. Lista de Requerimientos no funcionales.

Requirement	Quality Attribute	Brief Description
NFR 1	Performance	The system is able to solve petitions under the 200ms
NFR 2	Performance	The system is able to use caching strategies on frequently accessed data to improve performance
NFR 3	Performance	The system is able to use database connection pooling to optimize PostgreSQL performance.
NFR 4	Reliability	The system manage deployment rollbacks if a release causes issues.
NFR 5	Reliability	The system perform automated database backups to prevent data loss.
NFR 6	Reliability	The system uses automated CI/CD pipelines for testing and deploying new features.
NFR 7	Maintainability	The system perform unit and integration tests before merging code to ensure quality.
NFR 8	Usability	The system is able to work on a Web, mobile and ipad view
NFR 9	Security	The system is able to encrypt and decrypt the communication between systems
NFR 10	Security	The system is able to make secure authentication and authorization for API endpoints.
NFR 11	Security	The system enforce API rate limiting to prevent abuse.
NFR 12	Security	The system has environment-specific configurations for development, staging, and production.

Basándose en esa tabla se decidieron las tecnologías con las justificaciones mostradas en la Tabla 2.

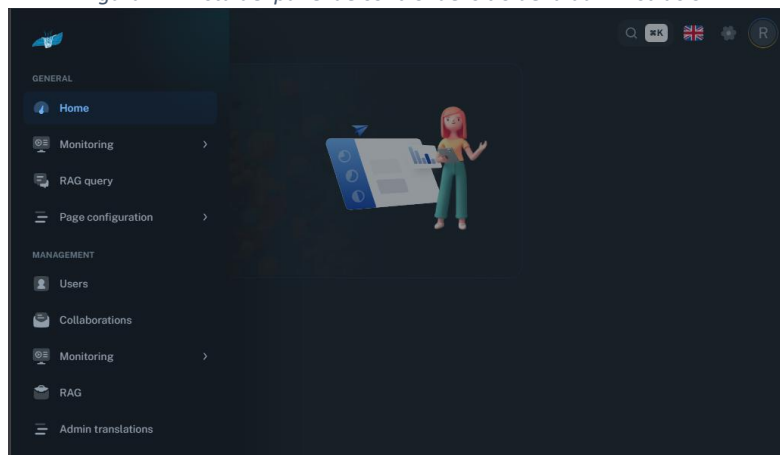
Tabla 2. Tecnologías seleccionadas, rol en arquitectura, riesgos y mitigación.

Servicio	Rol en arquitectura	NFR que soporta	Riesgos	Mitigación
AWS (Amazon Web Services)	Proveedor principal de nube donde se alojan los componentes del sistema	NFR 4, 5, 6, 12	Dependencia de proveedor, cambios en costos	Diseño modular con IaC (Infraestructura como Código), monitoreo de costos, evaluación de alternativas
Terraform	Herramienta de IaC para definir y aprovisionar infraestructura	NFR 6, 7, 12	Errores en cambios masivos, configuración insegura	Revisión por pull request, validación de plan, entornos separados, control de versiones
GitHub Actions	Automatización de pipelines para build y despliegue	NFR 4, 6, 7	Fallos en pipeline, despliegues defectuosos	Tests obligatorios, aprobaciones, versionado, rollback controlado
CI/CD (Integración y Entrega Continua)	Práctica operativa para integrar pruebas y despliegues automatizados	NFR 4, 6, 7	Publicación de fallos si pruebas son insuficientes	Gates de calidad, pruebas unitarias e integración, despliegues progresivos
AWS Amplify	Hosting y despliegue administrado del frontend	NFR 1, 4, 6, 8	Configuración incorrecta de builds, limitaciones del servicio	Config versionada, ambientes separados, monitoreo de builds
S3 (Amazon Simple Storage Service)	Almacenamiento de contenido estático (imágenes/recursos)	NFR 1, 2, 4	Exposición pública accidental, permisos incorrectos	Políticas restrictivas, revisión de permisos, separación por entornos
Cloudflare DNS (Domain Name System)	Resolución de dominio y capa perimetral de seguridad/rendimiento	NFR 4, 9, 11	Configuración errónea de rutas, dependencia externa	Control de cambios, auditoría, configuración mínima necesaria
CDN (Content Delivery Network)	Distribución acelerada de contenido estático	NFR 1, 2, 8	Caché desactualizado, propagación lenta	Invalidación de caché, versionado de assets
VPC (Virtual Private Cloud)	Segmentación de red y aislamiento de recursos internos	NFR 9, 10	Exposición por reglas mal definidas	Principio de mínimo acceso, revisión de security groups, segmentación por capas
IAM (Identity and Access Management)	Gestión de identidades, roles y permisos en AWS	NFR 9, 10, 12	Escalamiento de privilegios, credenciales mal gestionadas	Roles por servicio, rotación de credenciales, políticas de mínimo privilegio
EC2 (Elastic Compute Cloud)	Ejecución del backend cuando se requiere control del servidor	NFR 4, 7, 12	Overhead operativo, parches y hardening manual	Automatización, imágenes base controladas, monitoreo y actualización regular
Docker	Contenedorización para consistencia entre entornos	NFR 7, 12	Imágenes vulnerables, drift de versiones	Escaneo de imágenes, tags versionados, imágenes mínimas
RDS (Relational Database Service) + PostgreSQL	Persistencia principal de datos del sistema	NFR 3, 4, 5	Pérdida de datos, degradación por mala configuración	Backups automatizados, parámetros afinados, monitoreo de rendimiento
Redis	Caché/sesiones para reducir carga de base de datos y mejorar latencia	NFR 1, 2	Inconsistencia de caché, pérdida de datos volátiles	Estrategias de expiración, cache-aside, fallback a base principal
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	Envío de correos transaccionales (contacto/recuperación)	NFR 4, 9	Spoofing, baja entregabilidad	SPF/DKIM/DMARC, validación de entradas, monitoreo de envíos

2.3.5 Content Management System

En el marco del proyecto, se definió e implementó el apartado de gestión dinámica de contenido del sitio con el propósito de habilitar la actualización continua del portal institucional sin depender de cambios de código o despliegues frecuentes. Esta capacidad se articula mediante un panel de administración alojado en el subdominio admin.riosvivos.org, el cual opera como un sistema de gestión de contenido (CMS, Content Management System) de alcance controlado. Este componente se integra con el sistema administrativo del proyecto y actúa como una capa de control que separa la presentación del sitio de la administración del contenido, favoreciendo la continuidad operativa, la coherencia comunicativa y la adaptabilidad del portal ante necesidades institucionales cambiantes.

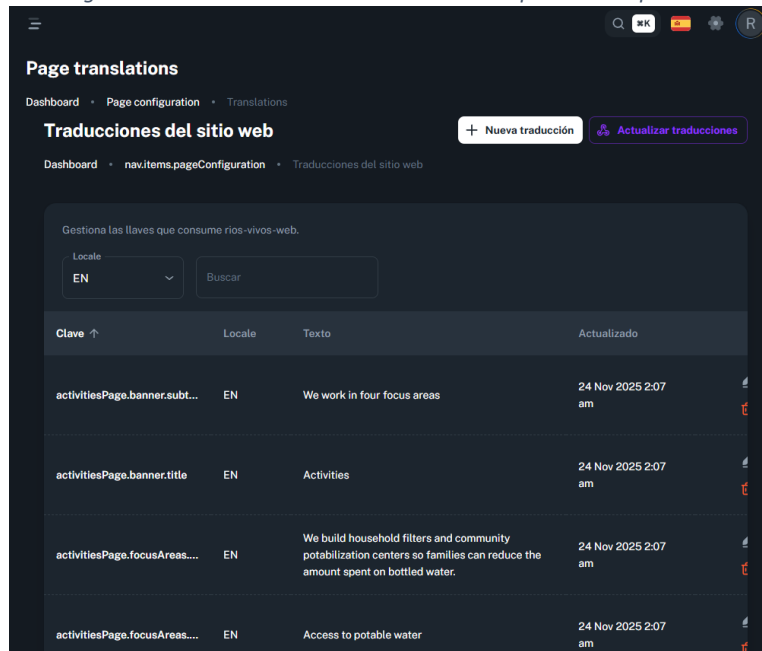
Figura 17. Vista del panel de control del sitio de la administración.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

En este contexto, los entregables asociados al CMS delimitan funcionalidades concretas que conforman su alcance actual. El primero corresponde a la traducción multilinguaje del contenido del sitio público y del panel de administración, cuya finalidad es habilitar la creación y mantenimiento de versiones lingüísticas consistentes desde un flujo centralizado. Esta capacidad contribuye a ampliar el alcance del sitio para distintas audiencias y a estandarizar la operación editorial bajo criterios de equivalencia semántica y uniformidad institucional.

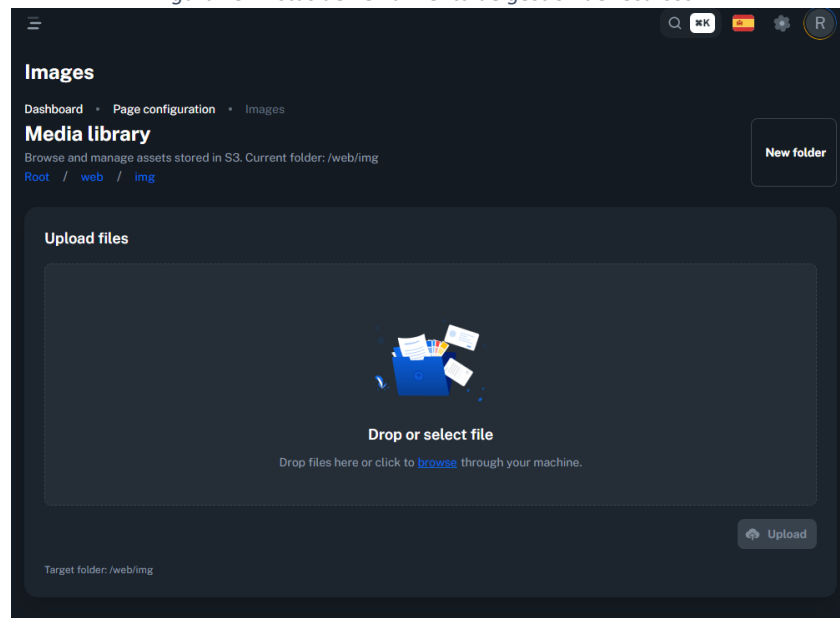
Figura 18. Vista de traducciones del contenido para el sitio público.

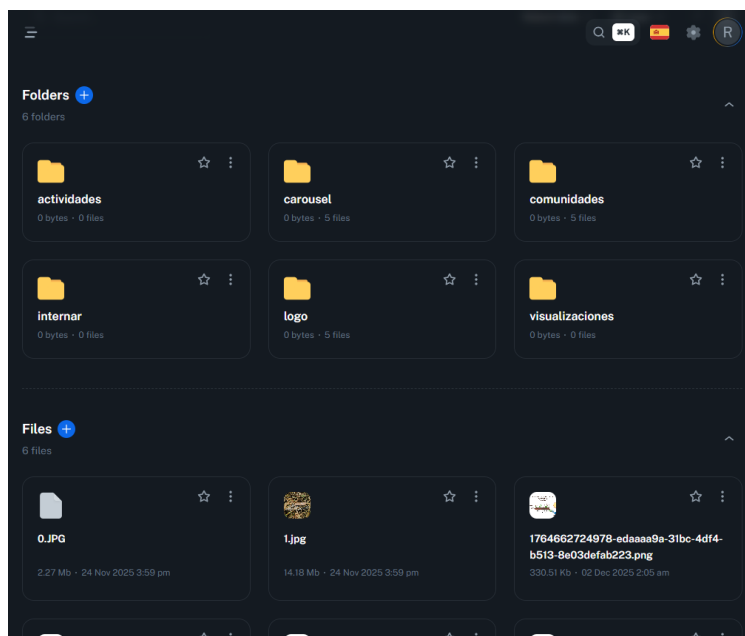


Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

El segundo entregable consiste en la gestión de imágenes y recursos gráficos en infraestructura propia, permitiendo cargar, organizar y actualizar activos visuales asociados a secciones del sitio sin intervención del equipo de desarrollo. Este mecanismo fortalece la identidad visual del proyecto y facilita la actualización de materiales de comunicación institucional.

Figura 19. Vistas de herramienta de gestión de recursos..

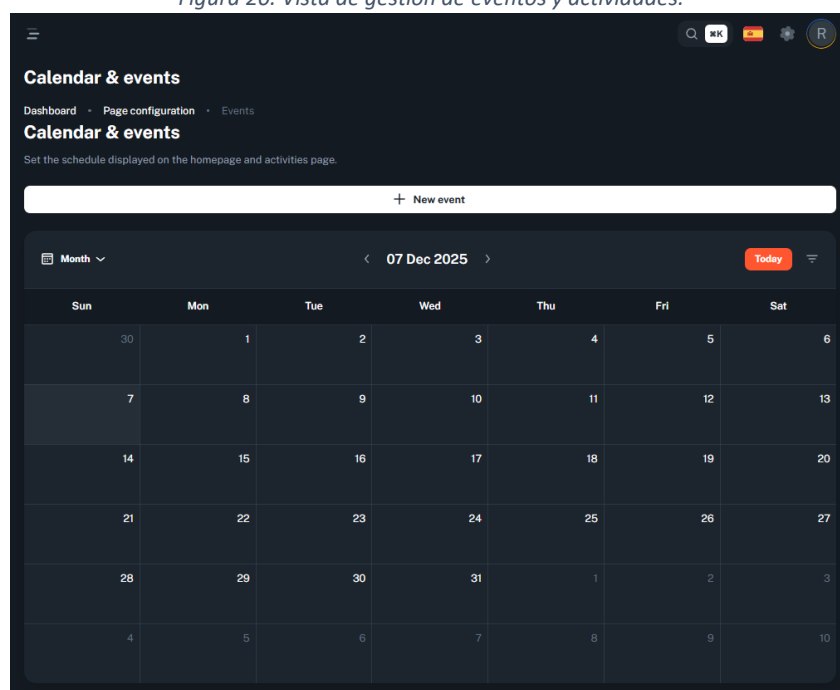




Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Como tercer entregable se encuentra la gestión de actividades calendarizadas, la cual habilita la creación, edición y publicación de actividades con estructura temporal definida. Esta funcionalidad busca ordenar la comunicación de eventos y acciones institucionales, permitiendo que el sitio refleje información actualizada sobre actividades relevantes.

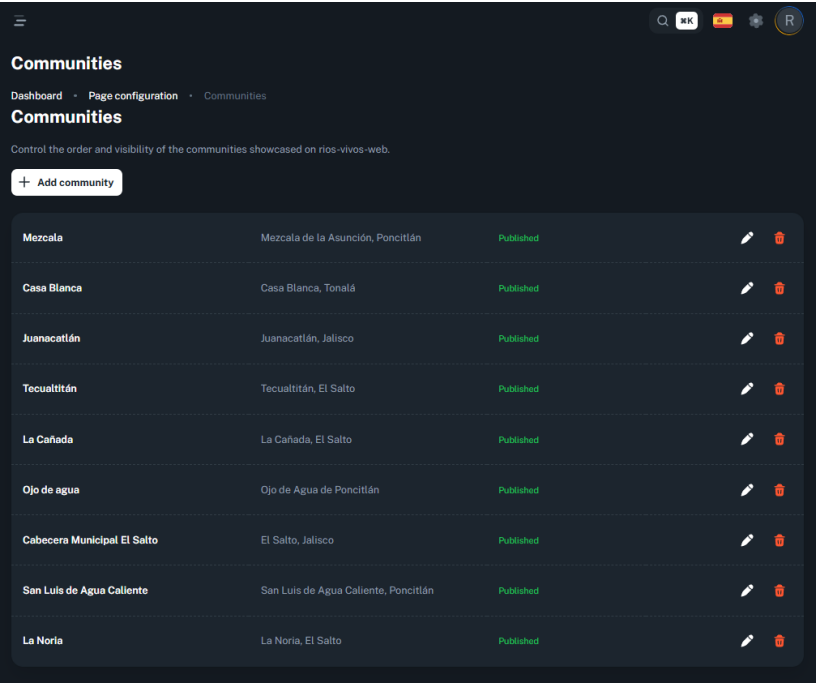
Figura 20. Vista de gestión de eventos y actividades.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

El cuarto entregable es la gestión de información sobre comunidades, orientada a administrar datos descriptivos y materiales asociados a las comunidades participantes o vinculadas con la asociación. Este componente refuerza el valor informativo del sitio y favorece la trazabilidad y actualización de la información social y territorial del proyecto.

Figura 21. Vista de componente para la gestión de información sobre comunidades.

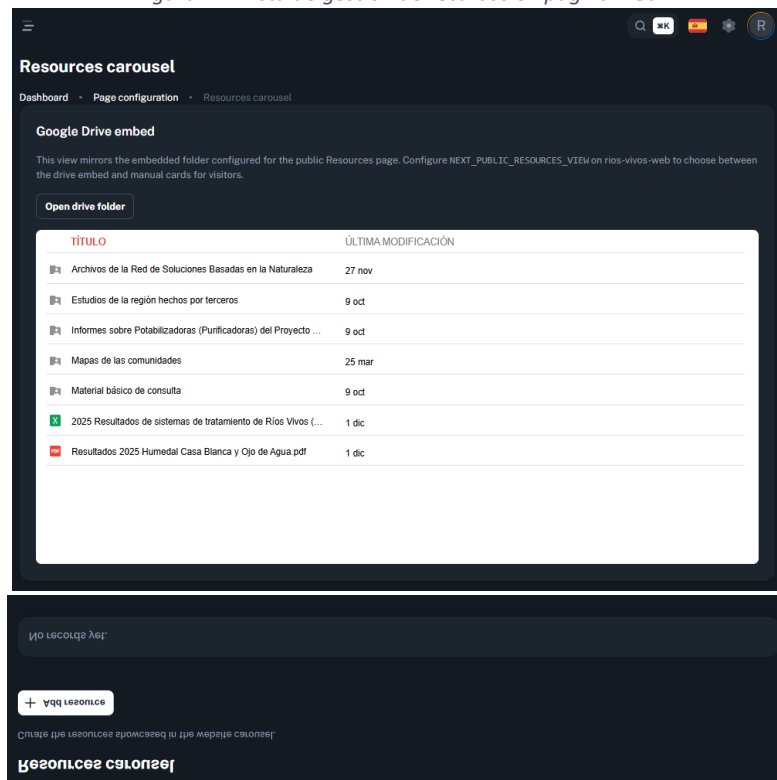


Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

El quinto entregable corresponde a la gestión de contenido de actividades en la página web, que complementa el calendario al permitir administrar contenido editorial relacionado con cada actividad, tales como descripciones ampliadas, materiales visuales y bloques informativos. Esta separación entre la estructura temporal y el contenido descriptivo facilita una comunicación más rica y reutilizable.

El sexto entregable es la gestión de recursos en la página web y acceso al Google Drive, diseñada para publicar y administrar materiales informativos o académicos desde un flujo que incorpora repositorios externos institucionales. Esta integración permite mantener un catálogo de recursos accesible para públicos interesados, reduciendo duplicidad operativa y promoviendo una organización documental más eficiente. El objetivo es lentamente ir migrando el uso de Google Drive a una implementación propia.

Figura 22. Vista de gestión de recursos en página web.

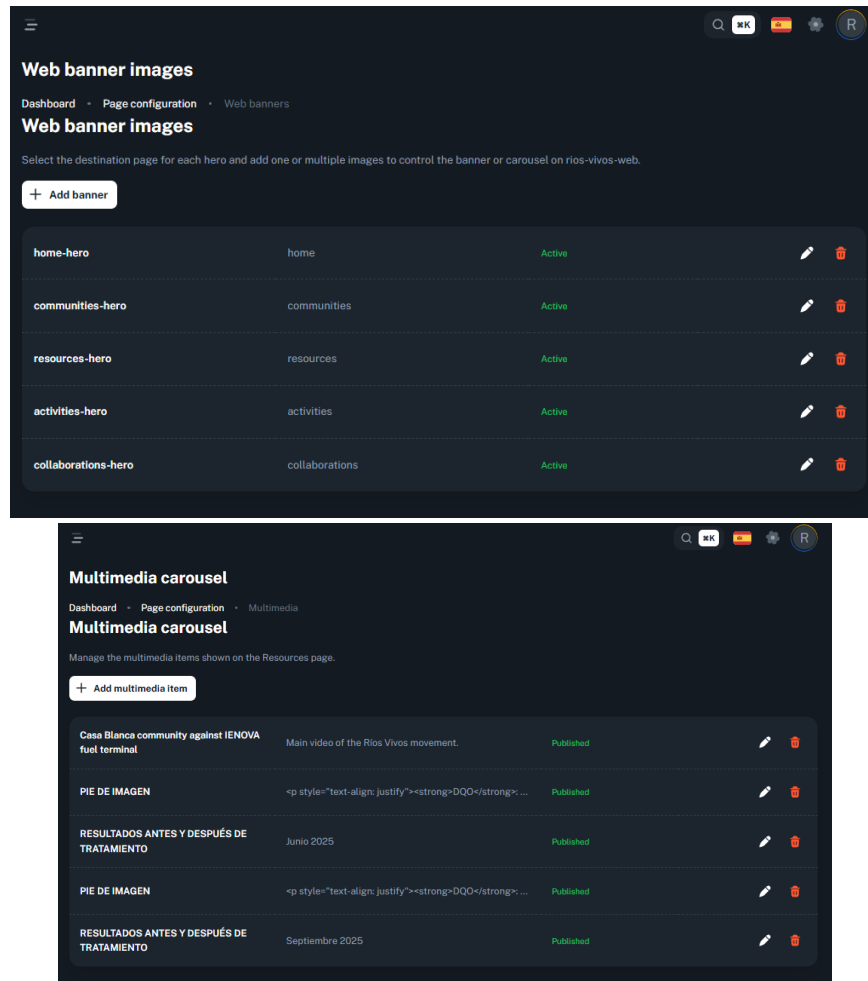


Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

El séptimo entregable contempla la gestión de banners en la página web, que permite controlar elementos visuales de alta prioridad comunicativa usados para campañas, avisos o llamados a la acción. Este mecanismo ofrece flexibilidad para actualizar mensajes destacados del sitio sin cambios de código.

Finalmente, el octavo entregable corresponde a la gestión de contenido multimedia en la página web, habilitando la administración de videos u otros elementos incrustables mediante referencias configurables desde el panel. Esta funcionalidad amplía los formatos de comunicación institucional y facilita la actualización de materiales audiovisuales conforme a necesidades de difusión.

Figura 23. Vistas de gestión de contenido multimedia.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

2.3.6 Módulo de Donaciones y Colaboraciones

El módulo de Donaciones y Colaboraciones se definió en el SRS (Software Requirements Specification) como un componente estratégico para apoyar la sostenibilidad del proyecto mediante la captación de apoyo económico y no económico, así como la formalización de vínculos con voluntarios y organizaciones afines. Originalmente, el diseño contemplaba una implementación por etapas que incluyera: un formulario para captar datos de contacto de donadores o benefactores, un flujo de donación automatizado mediante plataformas externas y, en fases posteriores, la generación de facturas asociadas a donativos, condicionada a contar con cuentas institucionales registradas ante el SAT (Servicio de Administración Tributaria).

En términos de reglas funcionales, el SRS establecía que los datos de contacto iniciarían un flujo de comunicación manual y potencialmente una primera comunicación automatizada para solicitar información adicional. Asimismo, se definió el uso exclusivo del correo institucional de la asociación para notificaciones relacionadas con donativos y emisión de comprobantes. El documento también planteaba que los dos enfoques principales del módulo —captación por formulario y donación automatizada— fueran mutuamente excluyentes mediante XOR (Exclusive OR) controlado por banderas de características, con el objetivo de habilitar un despliegue progresivo y reducir riesgos operativos.

No obstante, la implementación del flujo de donación automatizado no fue viable en esta etapa debido a la restricción operativa de no contar con una cuenta bancaria habilitada a nombre de la asociación. Esta condición impidió completar la configuración de plataformas como Stripe o PayPal para procesamiento de pagos. En consecuencia, se adoptó una estrategia alternativa alineada con el mismo objetivo institucional: se implementó un formulario de Colaboraciones orientado a la captación estructurada de información de personas y organizaciones interesadas en apoyar el proyecto, habilitando un mecanismo inmediato de contacto y seguimiento sin procesar pagos en línea.

La sección pública de “Colaboraciones” se diseñó como un punto de entrada único para distintos tipos de apoyo, incorporando un mensaje institucional de invitación a participar y tres rutas principales de interacción: Donativos, Voluntariado y Alianzas y proyectos.

Figura 24. Vista de sección pública de Colaboraciones en página de Ríos Vivos.



COLABORACIONES

¿Te gustaría apoyarnos de alguna manera?

¡Bienvenidas las iniciativas!

Hay diferentes formas en las que te puedes involucrar, desde un donativo pequeño hasta proponer un proyecto conjunto si trabajas en alguna organización con objetivos comunes, o como voluntario.

Cada formulario nos ayuda a identificar cómo acompañarte mejor, ya sea coordinando la recepción de material, dándote información para realizar un donativo monetario, sumando tu talento como voluntario o explorando alianzas.

Llena el formulario que corresponda para tener más información y poder contactarte.

Fuente: Captura de pantalla del sitio público de Ríos Vivos. Elaboración propia.

Dentro de Donativos, el formulario se subdivide en donativo en especie y donativo monetario. La opción en especie solicita identificación y localización del interesado, tipo de donativo bajo categorías predefinidas (equipo, insumos, mobiliario, material educativo u otros) y una descripción obligatoria del aporte, además de registrar la disponibilidad de entrega. La opción monetaria estructuró la intención de apoyo mediante rangos de monto, diferenciando entre pago mensual y único, e incorporando un campo para requerimiento de recibo de donación con datos fiscales cuando aplique. En la ruta de Voluntariado, el formulario recopila información personal básica y áreas de interés para colaboración, permitiendo comentarios adicionales. Finalmente, la ruta de Alianzas y proyectos se orienta a organizaciones, solicitando datos institucionales, tipo de alianza, breve descripción de misión, propuesta inicial y expectativas de colaboración bilateral.

Figura 25. Vistas de sección pública de donativos, voluntariado y alianzas y proyectos de sitio de Ríos Vivos.



Donativos

En especie o monetario.
Comparte los detalles para coordinar la entrega o el recibo fiscal.

Voluntariado

Dinos en qué te gustaría participar para integrarte a actividades comunitarias.

Alianzas y proyectos

Organizaciones, colectivas o instituciones con propuestas y colaboraciones específicas.

Selecciona un formulario para comenzar

Donativos

Voluntariado

Alianzas y proyectos

Donativo en especie

Donativo monetario



Selecciona el tipo de apoyo y compártenos los detalles para coordinar la logística.

Los campos marcados con * son obligatorios.

Nombre completo *

Correo electrónico *

Número de teléfono *

Ciudad / Municipio y Estado *

Tipo de donativo en especie *

Selecciona una opción

Descripción del donativo *

Disponibilidad de entrega *

Selecciona una opción

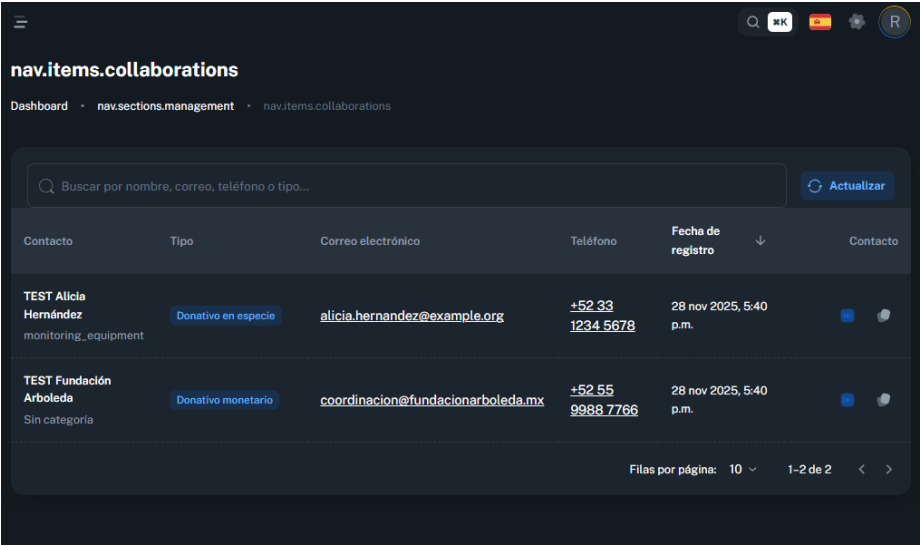
Enviar formulario

Limpiar formulario

Fuente: Captura de pantalla del sitio público de Ríos Vivos. Elaboración propia.

Desde una perspectiva de entregables, el módulo quedó delimitado de la siguiente manera en esta fase: se materializó el flujo de formulario para contactos como solución operativa inmediata para la captación de interesados en donaciones, voluntariado y alianzas, mientras que el botón de donación automatizado y la integración formal con plataformas de pago permanecen definidos como entregables planificados para una etapa posterior, condicionados a la disponibilidad de requisitos administrativos y bancarios. Esta decisión mantiene coherencia con el enfoque incremental del SRS y preserva la viabilidad de incorporar una pasarela de pago externa cuando el contexto institucional lo permita.

Figura 26. Vista de registro de colaboraciones.



The screenshot shows a web application interface for 'nav.items.collaborations'. It features a search bar at the top with the text 'Buscar por nombre, correo, teléfono o tipo...' and an 'Actualizar' button. Below the search bar is a table with the following columns: 'Contacto', 'Tipo', 'Correo electrónico', 'Teléfono', 'Fecha de registro', and 'Contacto'. The table contains two entries:

Contacto	Tipo	Correo electrónico	Teléfono	Fecha de registro	Contacto
TEST Alicia Hernández monitoring_equipment	Donativo en especie	alicia.hernandez@example.org	+52 33 1234 5678	28 nov 2025, 5:40 p.m.	
TEST Fundación Arboleda Sin categoría	Donativo monetario	coordinacion@fundacionarboleda.mx	+52 55 9988 7766	28 nov 2025, 5:40 p.m.	

At the bottom right of the table, there is a pagination control showing 'Filas por página: 10' and '1-2 de 2'.

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

En síntesis, el módulo de Donaciones y Colaboraciones implementado en esta etapa prioriza la captación de intención de apoyo y la recolección de información de contacto bajo una estructura formal y clasificable.

2.3.7 Módulo de Monitoreo

El módulo de monitoreo se implementó como un componente orientado a la gestión integral de información ambiental, con énfasis en la trazabilidad de datos, la validación de entradas y la disponibilidad de visualizaciones para consulta institucional. Su diseño parte de la necesidad de almacenar datos de manera granular —incluyendo mediciones, entradas controladas y curvas de calibración— así como los resultados derivados del análisis, preservando adicionalmente los archivos de origen utilizados para la carga (por ejemplo, hojas de cálculo). Esta doble estrategia de almacenamiento facilita la auditoría técnica y la verificación posterior de consistencia entre los datos capturados y los resultados publicados.

En relación con la entrada de datos, el sistema se estructuró bajo un enfoque escalable que prioriza la captura controlada mediante archivos CSV (Comma-Separated Values), con posibilidad de expansión hacia captura combinada por interfaz y, en una etapa posterior, por API (Application Programming Interface). En la implementación actual, esta lógica se materializa en una página de subida de datos integrada al entorno administrativo, que incorpora validaciones de formato, control de usuarios y bitácoras de actividad para asegurar calidad y responsabilidad operativa.

Figura 27. Vista de sección de registro de muestras manuales.

Monitoreo • Muestras manuales

Resumen Prueba MQTT Muestras manuales

Registrar muestra manual
Agrega o ajusta muestras almacenadas en el catálogo de monitoreo

Registro manual Importar CSV

Estación de monitoreo: Casa Blanca - Humedal Rio Santiago (station-ca... Fecha de registro *: 12/07/2025 12:57 AM

Estación que generó la muestra

ID de muestra (opcional)

Proporciona un ID existente para actualizar en lugar de crear una nueva entrada

Métricas

Agregar parámetro

E. coli (UFC/1mL) e_coli_1mL Quitar Valor

0 a 100000 UFC/1mL

Metadatos (JSON opcional)

Atributos contextuales opcionales

Crear muestra

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

La carga por CSV se acompaña de mecanismos de confirmación y registro de errores para reducir riesgos de inconsistencias en el repositorio institucional.

Figura 28. Vistas de sección de carga de archivos CSV.

Monitoreo • Muestras manuales

Resumen Prueba MQTT Muestras manuales

Registrar muestra manual
Agrega o ajusta muestras almacenadas en el catálogo de monitoreo

Registro manual Importar CSV

Cargar CSV Limpiar filas 0 válidas de 0 filas

Archivo manual Archivo de estación recuperada

Los archivos de estación recuperada pueden usar la estación predeterminada si falta stationCode; los archivos manuales pueden omitir stationCode y se atribuyen al usuario que los carga.

Usuario que carga: Ricardo Navarro

Los archivos manuales se atribuyen a este usuario.

El CSV debe incluir stationCode (opcional para cargas manuales), recordedAt (opcional), metadatos opcionales y las llaves de los parámetros como nombres de columna. Los archivos de estación recuperada pueden omitir stationCode y usar la estación predeterminada; si falta o es inválida la fecha se usa la fecha actual. Las cargas manuales se atribuyen al usuario conectado. Los valores se validan antes de guardar.

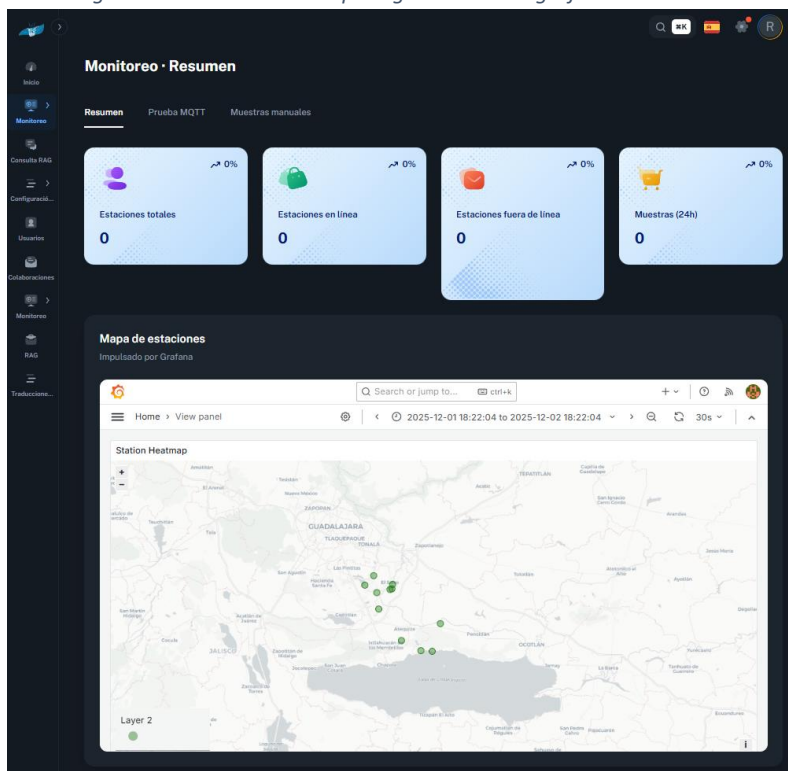
Carga un archivo CSV para previsualizar las filas.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Desde la perspectiva de salida y explotación de datos, el módulo contempla la generación de gráficos dinámicos como recurso central para interpretar tendencias y resultados del monitoreo.

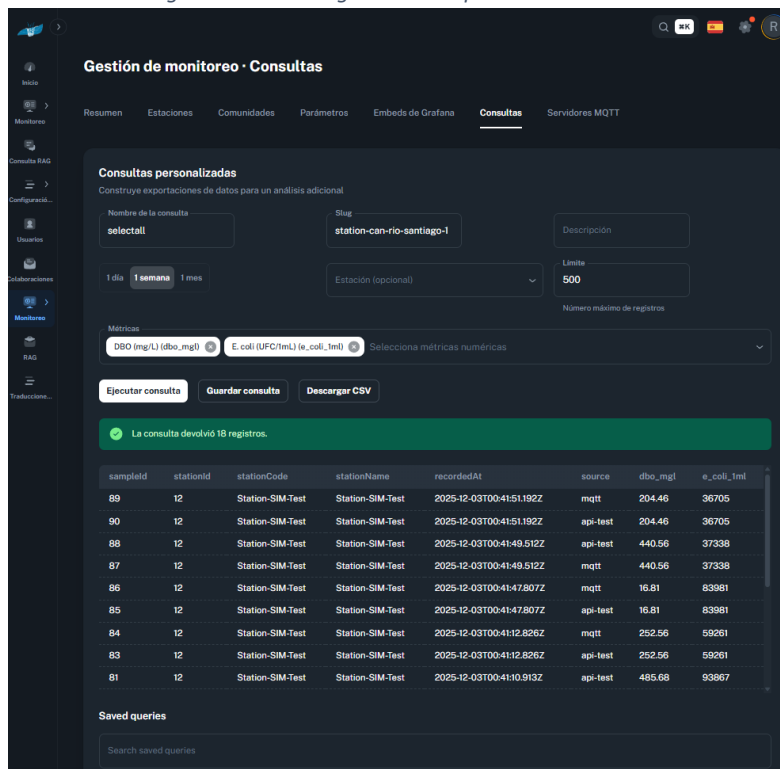
Figura 29. Vista de módulo para generación de gráficos dinámicos.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

En paralelo, se habilita la exportación de datos en CSV para análisis externo o respaldo técnico, reforzando la portabilidad de la información y su reutilización por equipos académicos o técnicos.

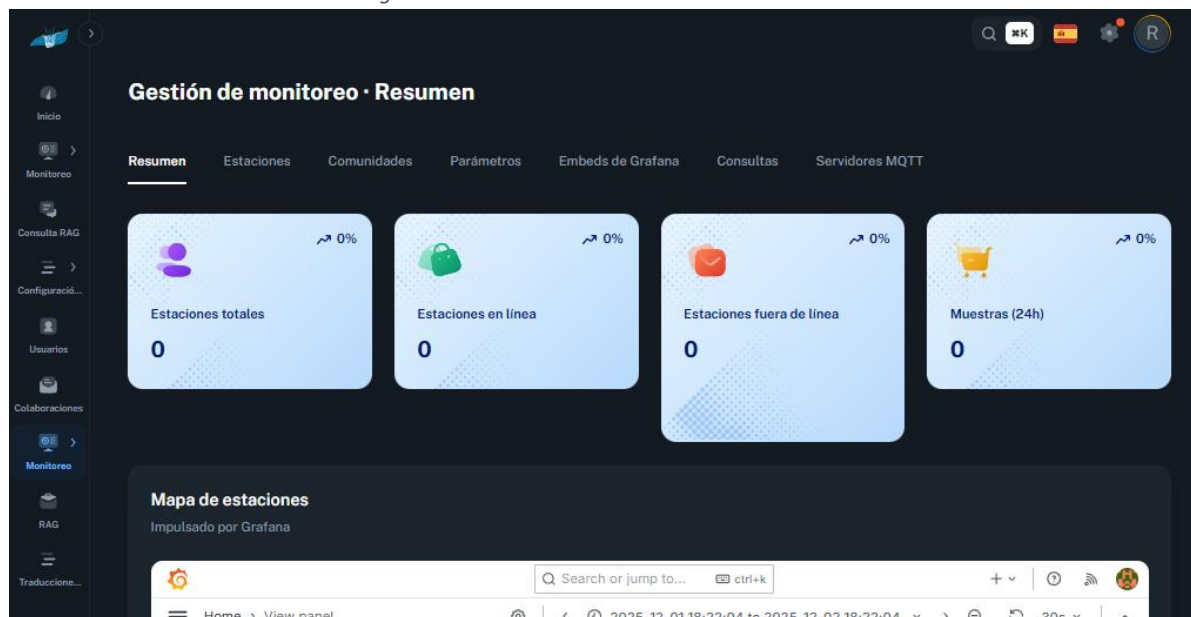
Figura 30. Vista de gestión de exportación de datos.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Un componente operativo clave del módulo es la visualización del estado de estaciones de monitoreo, diseñada para permitir seguimiento de actividad, disponibilidad y posibles fallas de conectividad.

Figura 31. Vista de módulo de estaciones de monitoreo.



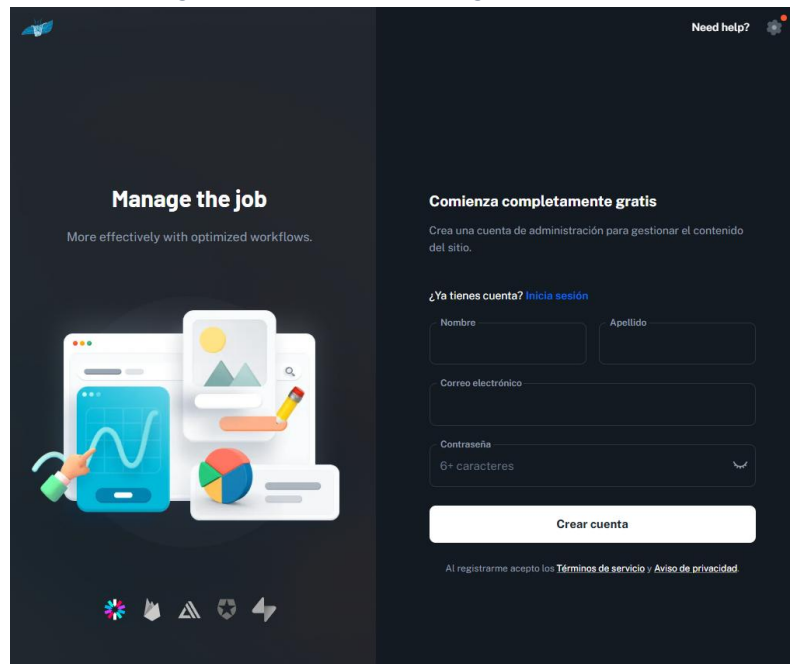
Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

2.3.8 Control de Acceso

Este apartado describe el conjunto de mecanismos implementados para garantizar que el acceso al sistema administrativo y a sus recursos se realice de manera controlada, verificable y acorde con el nivel de responsabilidad de cada usuario. El objetivo principal es proteger la integridad del sistema y la confidencialidad de la información mediante un ciclo completo de identidad y sesión.

En este contexto, el sistema incorpora un flujo de registro de usuarios, que permite la creación formal de cuentas bajo criterios institucionales.

Figura 32. Vista de sección de registro de usuarios.

La imagen muestra una interfaz de usuario para el registro de usuarios en un sistema de administración. El fondo es oscuro. A la izquierda, hay un gráfico con el título "Manage the job" y el subtítulo "More effectively with optimized workflows.", acompañado de iconos de una computadora, un gráfico de líneas, un gráfico de barras y un gráfico de pastel. A la derecha, se encuentra el formulario de registro. En la parte superior derecha de esta sección hay un enlace "Need help?". El formulario comienza con el título "Comienza completamente gratis" y el texto "Crea una cuenta de administración para gestionar el contenido del sitio.". Debajo, hay un enlace "¿Ya tienes cuenta? [inicia sesión](#)". El formulario incluye campos para "Nombre", "Apellido", "Correo electrónico" y "Contraseña" (con un ícono de ojo para alternar visibilidad). Debajo de los campos está un botón "Crear cuenta". En la parte inferior del formulario, hay un texto pequeño: "Al registrarme acepto los [Términos de servicio](#) y [Aviso de privacidad](#)".

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Posteriormente, la autenticación valida la identidad del usuario mediante credenciales, habilitando el inicio de sesión en el panel administrativo.

Figura 33. Vista de autenticación de credenciales

The screenshot shows a dark-themed login page. On the left, there's a section titled "Manage the job" with the subtitle "More effectively with optimized workflows." Below this is an illustration of a hand pointing at a screen displaying a line graph, with other icons like a pie chart and a document nearby. At the bottom of this section are five small icons: a colorful circle, a hand, a triangle, a square, and a circle with an arrow. On the right, the heading "Inicia sesión en tu cuenta" is followed by the instruction "Introduce tus credenciales administrativas para continuar." Below this, there's a link "¿Aún no tienes cuenta? [Regístrate](#)". The login form consists of two input fields: "Correo electrónico" and "Contraseña" (with a hint "6+ caracteres" and a toggle icon). A checkbox "Recordarme en este dispositivo" is below the password field. At the bottom is a white button labeled "Iniciar sesión". A "Need help?" link is in the top right corner.

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Como medida de continuidad operativa y reducción de bloqueos por pérdida de acceso, se integra un mecanismo de recuperación de contraseña, diseñado para restaurar credenciales de forma segura.

Figura 34. Vista de recuperación de contraseña.

The screenshot shows a dark-themed password recovery page. On the left, the "Manage the job" section is identical to the one in Figure 33. On the right, the heading "¿Olvidaste tu contraseña?" is followed by the instruction "Ingresa tu correo electrónico y te enviaremos un código de restablecimiento." Below this is a single input field for "Correo electrónico". A white button labeled "Enviar código" is below the input field. At the bottom, there's a link "¿Ya tienes un código? [Restablece tu contraseña](#)" and a link "◀ [Volver al inicio de sesión](#)". A "Need help?" link is in the top right corner.

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

2.3.9 Gestión de Usuarios

Este apartado define las capacidades administrativas destinadas a operar, mantener y auditar el ciclo de vida de las cuentas dentro del sistema. Su propósito es asegurar que la administración de identidades sea consistente con las necesidades institucionales y con los estándares de seguridad definidos para el proyecto.

La gestión de contraseñas contempla acciones relacionadas con actualización, restablecimiento administrado y aplicación de políticas básicas de seguridad sobre credenciales. De manera complementaria, la gestión de roles de usuario permite asignar o modificar perfiles de acceso conforme cambien responsabilidades operativas, asegurando que los usuarios mantengan únicamente los permisos necesarios para sus tareas.

Figura 35. Vista de gestión de información de usuario.

The screenshot shows a dark-themed web interface for editing a user. At the top, there's a navigation bar with a search icon, a language selector (set to Spanish), and a user profile icon. Below the navigation bar, the page title is '< Edit' and the breadcrumb trail is 'Dashboard > User > Hello Friend'. The main form contains several input fields: 'First name' with the value 'Hello', 'Last name' with the value 'Friend', 'Email address' with the value 'hello@gmail.com', and a 'Password' field with a note 'Leave blank to keep current password'. There is also a 'Role' dropdown menu currently set to 'General'. A button labeled 'Actualizar usuario' is located at the bottom right of the form.

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Asimismo, la gestión de acceso a usuarios se orienta al control administrativo de habilitación, restricción o ajuste de privilegios, permitiendo mantener el sistema actualizado frente a cambios en el equipo de trabajo o en los alcances de operación.

Figura 36. Vista de gestión de acceso de usuarios.

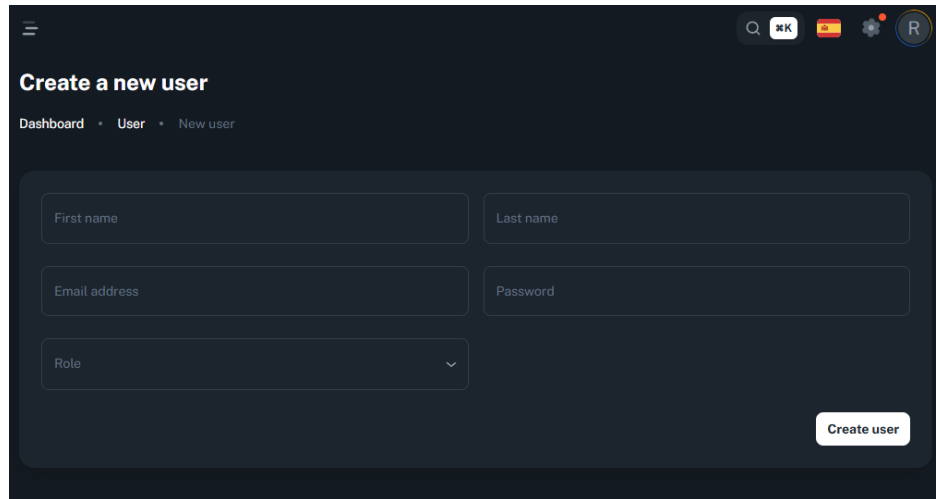
The screenshot shows a dark-themed web interface for listing users. At the top, there's a navigation bar with a '+ New user' button. Below the navigation bar, the page title is 'List' and the breadcrumb trail is 'Dashboard > User > List'. The main content area features a summary bar with 'All 14', 'Active 14', and 'Banned 0'. Below this is a search bar and a role filter dropdown. The main table lists users with columns for 'Name', 'Role', and 'Status'. Each row includes a checkbox, a user profile icon, the user's name and email, their role, their status (Active), and an edit icon.

☐	Name ↑	Role	Status
☐	Carlos Roque croque@gmail.com	staff	Active
☐	Fernanda Pavon fbpavongomez@gmail.com	superadmin	Active
☐	Fernando Talavera Nava fernandotalavera80@gmail.com	superadmin	Active

Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

Finalmente, la función de registro de usuarios se incluye también en este apartado como capacidad administrativa para altas controladas, centralizando la creación de cuentas y fortaleciendo la consistencia del modelo de acceso.

Figura 37. Vista de registro de nuevos usuarios.



Fuente: Captura de pantalla del sitio de la administración. Elaboración propia.

2.3.10 Definición de Stakeholders

Un *stakeholder* o actor clave es cualquier persona, grupo o área que afecta, es afectada o tiene interés en los resultados de un proyecto. En términos prácticos, incluye tanto a quienes toman decisiones y aportan recursos como a quienes usan, operan o validan el producto final. Su identificación es esencial porque permite alinear expectativas, reducir riesgos, priorizar requerimientos y definir criterios de éxito realistas.

La importancia de los *stakeholders* no disminuye en organizaciones horizontales; cambia su forma de gestión. En una estructura más horizontal, los niveles formales de autoridad pueden ser menos rígidos, pero siguen existiendo responsabilidades funcionales, conocimiento especializado crítico y capacidad real de influencia sobre el avance del proyecto. Por eso, incluso sin jerarquías tradicionales, es necesario documentar quién valida contenido, quién controla presupuesto, quién define criterios científicos, quién atiende aspectos legales y quién opera la plataforma. De no hacerlo, suelen aparecer problemas clásicos: decisiones ambiguas, aprobaciones tardías, conflictos de visión del producto y retrabajo.

Para proyectos en organizaciones horizontales, es útil adaptar metodologías de análisis de los actores clave que usen matrices de interés y no dependan exclusivamente del “poder jerárquico”. Dos enfoques especialmente compatibles son:

1. Matriz Poder–Interés (Power–Interest Grid)

Puede ajustarse interpretando “poder” como capacidad práctica de bloquear, aprobar o habilitar recursos y decisiones, no solo autoridad formal.

- Alto poder / alto interés: involucramiento continuo.
- Alto poder / bajo interés: mantener satisfechos.
- Bajo poder / alto interés: mantener informados.

- Bajo poder / bajo interés: monitoreo mínimo.

2. Modelo Influencia–Interés (variación más adecuada a horizontalidad)

Sustituye “poder” por influencia efectiva (conocimiento especializado, control de procesos, acceso a recursos, legitimidad comunitaria). Esto hace más realista la gestión cuando las decisiones se toman por consenso o por liderazgo situacional.

Para asegurar una ejecución ordenada y reducir ambigüedades en la toma de decisiones, el proyecto definió a sus *stakeholders* principales mediante una segmentación funcional por áreas. Este enfoque es especialmente adecuado para organizaciones con operación horizontal, ya que permite distinguir responsabilidades por dominio sin depender estrictamente de jerarquías formales. En este modelo, la influencia de cada *stakeholder* se entiende como la capacidad efectiva de validar, priorizar o condicionar componentes del sistema según su experticia y responsabilidades institucionales.

Tabla 3. Actores clave del proyecto (*stakeholders*).

Área	Responsable	Ámbito de decisión	Impacto directo en el sistema
Finanzas	Miguel	Costos operativos, prioridades de captación, viabilidad financiera de nuevas funcionalidades	Infraestructura, definición de prioridades del módulo de Donaciones y Colaboraciones, aprobación de gastos recurrentes
I+D (Investigación y Desarrollo)	Juan Carlos	Validez científica, definición de parámetros, criterios de reporte y consistencia metodológica	Módulo de Monitoreo, modelo de datos ambientales, configuración de estaciones y parámetros, interpretación de resultados y visualizaciones
Comunicación	Celeste	Línea editorial, identidad visual, aprobación de contenido y materiales multimedia	CMS, textos institucionales, imágenes, videos, tono de la página, validación de diseño en secciones públicas
Institucional	Miguel	Coherencia con procesos comunitarios, académicos y alianzas estratégicas	Estructura de secciones públicas, contenidos relacionados con comunidades/academia, flujos de colaboración y alianzas
Legal	Miguel	Cumplimiento normativo, revisión de avisos y documentos legales	Políticas de Privacidad, Cookies y uso de datos, manejo de formularios y resguardo de información personal
IT (Tecnologías de Información)	Juan Carlos	Operación técnica, seguridad, disponibilidad, despliegue y continuidad del servicio	Sistema administrativo, control de acceso, infraestructura en AWS, CI/CD, observabilidad y mantenimiento general del sitio

La identificación de los actores clave por áreas funcionales permite gestionar el proyecto bajo una lógica compatible con la horizontalidad organizacional: las decisiones no dependen de jerarquías rígidas, sino de la autoridad técnica y operativa por dominio, lo que facilita establecer rutas claras de validación, responsabilidades y criterios de aceptación por módulo del sistema.

2.3.11 Herramientas utilizadas

La selección del *stack* se realizó considerando tres criterios principales: (1) alineación con los requerimientos funcionales del sitio público, el sistema administrativo, el CMS y el módulo de monitoreo; (2) cumplimiento de atributos de calidad definidos en los Requerimientos No Funcionales, especialmente rendimiento, confiabilidad, seguridad y mantenibilidad; y (3) pertinencia académica. En este último punto, se buscó de forma intencional que varias de las herramientas fueran similares o equivalentes a las empleadas en los cursos de Ingeniería en Desarrollo de Software del ITESO, con el fin de facilitar la transferencia de conocimientos del entorno formativo al contexto real del proyecto y mantener consistencia metodológica con el enfoque académico del programa.

En términos generales, el ecosistema tecnológico combina un *stack web* moderno para el desarrollo de interfaces y servicios, una infraestructura basada en AWS con automatización de despliegues e infraestructura como código, y herramientas especializadas para telemetría y visualización del monitoreo ambiental. Asimismo, se documentan plataformas complementarias para diseño, colaboración y soporte operativo. Las tablas siguientes sintetizan las herramientas, su rol y la justificación de su uso.

Tabla 4. Stack de software y herramientas de desarrollo.

Categoría	Herramienta / tecnología	Rol en el proyecto	Justificación de uso	Documentación
Framework frontend	Next.js + React	Construcción del sitio público y vistas dinámicas	Ecosistema consolidado para interfaces modernas; escalabilidad por componentes; amplia documentación y comunidad; alineado con herramientas comunes en cursos del ITESO	https://nextjs.org/docs https://react.dev/
Lenguaje frontend	JavaScript (JS)	Lógica del cliente y componentes de interfaz	Lenguaje estándar del desarrollo web; compatible con el framework seleccionado; ampliamente enseñado en contextos académicos	https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript
Framework CSS	Tailwind CSS	Estilado rápido y consistente del frontend	Reduce complejidad de estilos y acelera el desarrollo visual; favorece consistencia; alineado con prácticas de desarrollo moderno	https://tailwindcss.com/docs
Framework backend	Sails.js	Servicios del panel administrativo, CMS y módulos de negocio	Framework MVC que delimita complejidad y permite construir APIs estructuradas; adecuado para proyectos con crecimiento incremental	https://sailsjs.com/documentation
Lenguaje backend	TypeScript (TS)	Implementación robusta del backend con tipado	Mejora mantenibilidad y reduce errores en un sistema evolutivo; consistente con buenas prácticas modernas y formación académica	https://www.typescriptlang.org/docs/
Base de datos	PostgreSQL	Persistencia de usuarios, contenido, monitoreo y configuraciones	Motor robusto y maduro; soporte para JSONB útil en datos heterogéneos; adecuado para escalabilidad del proyecto	https://www.postgresql.org/docs/
Herramienta de base de datos	DataGrip	Modelado, consulta y administración de la base de datos	Mejora productividad y control técnico en operaciones de datos y esquemas	https://www.jetbrains.com/datagrip/
Editor de código	Visual Studio Code	Desarrollo diario del sistema	Herramienta estándar del ecosistema web; amplia disponibilidad de extensiones para el stack utilizado	https://code.visualstudio.com/docs
Asistencia de desarrollo	GitHub Copilot	Apoyo a productividad y prototipado supervisado	Acelera tareas repetitivas y exploración de soluciones bajo revisión humana; útil en contexto académico y profesional	https://docs.github.com/en/copilot
Asistencia de desarrollo	Codex de OpenAI	Apoyo a generación y revisión de código en tareas específicas	Facilita exploración rápida de soluciones y apoyo en documentación técnica bajo supervisión del equipo	https://openai.com/

Tabla 5. Elementos de monitoreo ambiental, visualización y transporte de datos.

Elemento	Herramienta / estándar	Rol en el proyecto	Justificación de uso	Documentación
Visualización de datos	Grafana	Paneles dinámicos y visualización de métricas ambientales	Herramienta ampliamente adoptada para series temporales; facilita dashboards configurables para operación y difusión interna	https://grafana.com/docs/grafana/latest/
Transporte de telemetría	MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)	Envío automático de datos desde Unidades Ambientales	Protocolo ligero ideal para IoT y conectividad variable; habilita integración desacoplada productor-suscriptor	https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/os/mqtt-v3.1.1-os.html https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/os/mqtt-v5.0-os.html
Broker MQTT (referencia compatible)	Eclipse Mosquitto	Implementación de referencia para recepción y distribución MQTT	Proveedor open-source ampliamente documentado; útil como base técnica o referencia de compatibilidad	https://mosquitto.org/documentation/

Tabla 6. Opciones de Correo transaccional y proveedores SMTP.

Proveedor	Uso típico en el proyecto	Motivo de inclusión	Documentación
Amazon SES (Simple Email Service)	Notificaciones transaccionales y recuperación de cuentas	Integración natural con AWS; escalabilidad y costos controlables	https://docs.aws.amazon.com/ses/
SendGrid	Notificaciones transaccionales con analítica	Facilita integraciones rápidas y monitoreo de entregabilidad	https://docs.sendgrid.com/
Mailgun	Envío transaccional y automatización por API	Orientado a flujos automatizados y control técnico fino	https://documentation.mailgun.com/
Postmark	Correos transaccionales de alta confiabilidad	Enfoque en entregabilidad y latencia baja	https://postmarkapp.com/developer
Google Workspace SMTP	Notificaciones institucionales	Coherencia con cuentas organizacionales existentes	https://support.google.com/a/answer/176600
Microsoft 365 SMTP	Notificaciones institucionales	Alternativa equivalente para organizaciones en ecosistema Microsoft	https://learn.microsoft.com/en-us/exchange/mail-flow-best-practices/how-to-set-up-a-multifunction-device-or-application-to-send-email-using-microsoft-365-or-office-365

Tabla 7. Herramientas de diseño, documentación y colaboración.

Área	Herramienta	Rol en el proyecto	Justificación	Documentación
Diagramación	Lucidchart	Diagramas de arquitectura, flujos y modelos	Facilita comunicación técnica y estandariza representación visual del sistema	https://lucid.app/
Prototipado de interfaz	Figma	Mockups del sitio y panel administrativo	Reduce riesgo de implementación y alinea expectativas con stakeholders	https://help.figma.com/
Documentación técnica	Confluence	Repositorio de documentación interna	Centraliza conocimiento y decisiones del proyecto	https://support.atlassian.com/confluence-cloud/
Control de versiones	GitHub	Repositorios de código y gestión de trabajo	Permite colaboración distribuida, trazabilidad de cambios y planificación por tareas	https://docs.github.com/
Comunicación institucional	Gmail	Soporte de comunicaciones internas y operativas	Herramienta estándar para coordinación y notificaciones vinculadas al proyecto	https://support.google.com/mail/

2.3.12 Estado actual del proyecto

El estado actual puede resumirse así. Se logró el objetivo de tener un MVP funcional. Existen algunas características todavía por agregar como el RAG, pero la herramienta ya es utilizable por el equipo de Ríos Vivos y otros aliados. Los siguientes pasos inmediatos son cerrar la documentación técnica del sistema. Esa documentación debe cubrir arquitectura general actualizada, flujos de datos y flujos operativos, modelo de datos de las Unidades Ambientales, estructura de permisos y relación entre el sitio público y el panel administrativo con miras a ser utilizada por nuevos miembros del área de sistemas. Este MVP no es el final del desarrollo; el sistema sigue activo y es posible que se integren funciones adicionales a partir de las necesidades operativas de las organizaciones involucradas.

2.4 Desarrollo de sensores para monitoreo comunitario de puntos críticos en calidad de agua

Partiendo del trabajo previo realizado el periodo pasado en torno al desarrollo de una estación de monitoreo remoto de calidad de agua, se propuso que antes de continuar con la agenda de desarrollo propuesta el semestre anterior, se buscara definir o acotar más las intenciones o propósitos principales que se tienen con estas estaciones. Esto con el propósito de focalizar recursos de la manera más eficiente posible. A raíz de estas conversaciones se concluyó que se le daría prioridad a la detección de vertido de desechos irregulares. Parte de las razones de esta decisión fueron que los muestreos en campo de los humedales que se tienen en Ríos Vivos, ya se están realizando de manera más constante. Mientras que acceder a lugares muy remotos del río o las presas de la cuenca a altas horas de la noche (cuando es más probable que sucedan este tipo de vertidos irregulares), es más difícil y peligroso.

2.4.1 Colaboración con Juan José y Un Salto de Vida

Semanas posteriores a esta conclusión en el equipo del PAP, surgió una posibilidad de colaboración con Juan José, Ingeniero Químico egresado del ITESO que, junto con Un Salto de Vida, trabajan con estaciones para detección de gases en el municipio del Salto con el objetivo de generar evidencias de contaminación en la zona. Después de varias conversaciones se llegó a la conclusión de que podría generarse una colaboración en conjunto. A través de distintos diálogos se concluyó que la colaboración podría incluir en esta primera etapa que los datos que se generan en dichas estaciones sean almacenados y visualizados a través de la infraestructura web de Ríos Vivos, además de soporte para que dichas estaciones sean más independientes, robustas y seguras.

2.4.2 Diseño, manufactura y ensamble de carcasa de protección

Las estaciones que Juan José tiene instaladas en los domicilios del Salto constituían únicamente de una ESP32 y el sensor MQ-4 a la intemperie como se puede visualizar en la siguiente imagen.

Figura 38. Estación de monitoreo compuesta por un ESP32 y un sensor MQ-4.

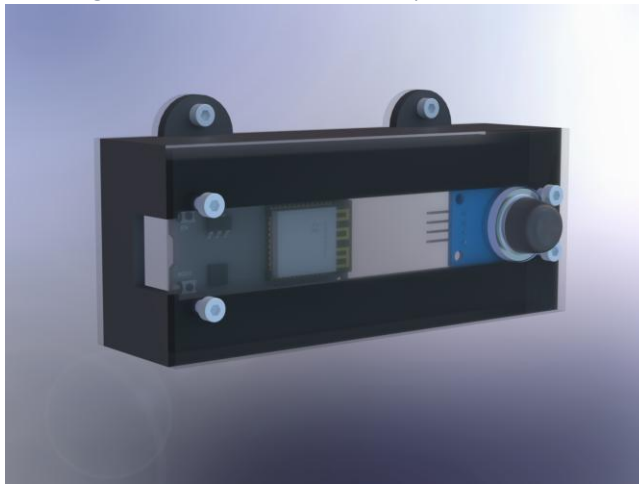


Fuente: Elaboración propia.

A raíz de esto es que se consideró el diseño de una carcasa protectora como una mejora considerable tanto para conseguir una mayor longevidad de la tecnología, así como ampliar la posibilidad donde estas estaciones se pueden montar.

Dicha carcasa fue diseñada en 3D y acrílico transparente de frente, con el propósito de poder tener la señal visual de los LEDs que posee el ESP32 a la vista, sin la necesidad de desarmar todo de nuevo. Además, se consideró usar 2 tornillos M3 para la fijación del microcontrolador y otros dos más para el del sensor, aprovechando estos mismos para ensamblar la caja impresa con la tapa cortada en acrílico. Por último, se agregaron dos pestañas en la parte superior que permitirán de forma sencilla hacer el montaje de la estación en cualquier pared.

Figura 39. Renderizado de carcasa para la estación.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente a la generación del diseño de propuesta, se pasó a manufacturar y ensamblar un solo prototipo para poder detectar errores de diseño antes de manufacturar más.

Figura 40. Estación con la carcasa integrada.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez validando físicamente el diseño, y después de algunas correcciones mínimas, es que se pasó a manufacturar en serie 10 carcassas más, las cuales pasarán a usarse en todas las estaciones que hay y que se prevé que haya próximamente en la zona donde se está realizando el estudio en el Salto.

2.4.3 Comunicación

Como las estaciones de gas que se encuentran en el Salto dependen de contar con una señal Wi-Fi a la cual conectarse, y dado a que las estaciones que se desean en ríos vivos para detectar descargas deben ser completamente autónomas, se le pasó a dar prioridad al desarrollo de poder mandar datos con una tarjeta SIM a través del protocolo MQTT.

Después de varios intentos de hacer funcionar el módulo SIM900A que se había propuesto el semestre pasado, se optó por sustituirlo por un módulo con SIM800L. Habiendo un cambio significativo desde el primer instante. Se pasó a hacer desarrollos progresivos que acercaran cada vez más al objetivo planteado de poner mandar datos censados por las estaciones, directamente a la base de datos de Ríos Vivos sin la necesidad de Wi-Fi.

Los primeros avances que se lograron fue poder mandar mensajes SMS. Posteriormente se realizó una prueba local de conectarse a un broker gratuito el cual es llamado Mosquitto. Una vez validando de que se enviaban los datos correctamente, se pasó a realiza pruebas mandando datos a una plataforma de IoT ya consolidada como lo es Adafruit IO. Validando que en efecto se podían visualizar los datos en tiempo real que generaba el microcontrolador en dicha plataforma, se pasó a hacer la prueba final conectándose directamente a la infraestructura de IoT de la página de Ríos Vivos.

Es de mencionar que se generaron códigos de prueba para cada uno de los pasos anteriormente mencionados, así como un documento guía que permita desarrollar esto de forma más rápida y sencilla.

2.4.4 Propuesta de continuidad

Tras este semestre culminado, se proponen varias rutas de trabajo bien definidas. En primer lugar, montar un par de estaciones que utiliza Juan José en el Salto, para que se envíen los datos con el protocolo MQTT, no conectándose a la red Wi-Fi de los domicilios sino a través del módulo de tarjeta SIM validado (SIM 800L) en un entorno controlado. Además de verificar su transmisión constante de datos por tiempo indeterminado a través de la infraestructura de la página web también previamente validada. Esto pensando en hacer las mayores pruebas posibles antes de someter una de las estaciones de monitoreo en un entorno completamente remoto.

Del lado de la instrumentación electrónica, se propone que se lleve a cabo una caracterización y documentación de los sensores de gas MQ-4 presentes en las estaciones del Salto, así como del sensor de PH y conductividad propuestos y adquiridos el semestre pasado, para así poder conocer el comportamiento de los sensores a diferentes mediciones, esto con el fin de poder traducir de la forma más exacta posible el voltaje de salida analógica que dan los sensores. Además de validar la potencial necesidad de aplicar un filtro digital y lograr también mayor precisión en la medición. Se proponen dichos 3 sensores debido a que el MQ-4 ya se está utilizando por Juan José en sus estaciones y los otros dos se consideran los candidatos ideales para detectar descargas de contaminantes en el agua dado sus precios y sus características físicas de sonda que permiten tenerlos sumergidos en el agua a una distancia necesaria para proteger bien la carcasa donde se encontraría toda la electrónica.

Por último, se propone del lado mecánico identificar y concretar el lugar específico donde se desea montar la primera estación para la detección de contaminantes vertidos. Ya habiendo realizado la selección, que pase a diseñarse un prototipo de carcasa que permita generar la mayor cantidad de vida útil, considerando la humedad del ambiente, disipación de calor generado por la electrónica, prevención de cambios de nivel del cuerpo de agua, lluvia, etc.

2.5 Área legal

Durante este semestre la participación se centró en el fortalecimiento del área legal del proyecto, particularmente en lo relacionado con la protección de datos, el marco normativo aplicable y la documentación requerida para asegurar que los procesos comunitarios y digitales de Ríos Vivos estén alineados con principios éticos y legales.

En primer lugar, se elaboró la Política de Privacidad y la Política de Cookies para el sitio web público (riosvivos.org) y la plataforma administrativa (admin.riosvivos.org). Para ello, se analizaron los datos que actualmente recopila el proyecto, la forma en que son almacenados y los riesgos asociados. Este proceso implicó la revisión de principios de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, así como buenas prácticas internacionales. Con base en ello, se redactaron políticas claras, adaptadas a un contexto comunitario e integradas a un sitio web que aún se encuentra en desarrollo, con funcionalidad de registro de usuarios, gestión de permisos, visualización de datos ambientales y captación de intenciones de donación.

Un aspecto relevante fue la adaptación de dichas políticas a un escenario donde se manejan datos que podrían considerarse sensibles debido a su relación con monitoreo ambiental y contacto de posibles donantes. Se definieron tiempos de conservación de datos, medidas de seguridad (como cifrado), derechos de los usuarios y los canales para ejercerlos, incluyendo la solicitud de eliminación de información.

Asimismo, se desarrolló un apartado de licenciamiento y protección de contenido basado en Creative Commons, Copyleft y atribución de autores. Esto permitirá que los materiales técnicos, infografías, fotografías, informes, bases de datos y contenido educativo generado por el proyecto cuenten con un marco legal que establezca condiciones de uso. Esta sección cobra importancia debido a que gran parte del contenido circula públicamente —en talleres, escuelas, redes y espacios comunitarios— y se requiere claridad para su uso adecuado sin registro formal ante INDAUTOR.

También se elaboró un contrato de donación de libros destinados a la biblioteca comunitaria de Casa Blanca, incluyendo cláusulas sobre acceso público, conservación del material, condiciones de uso y registro de recepción. El documento se diseñó como modelo reutilizable para futuras donaciones de materiales educativos o bienes comunitarios.

Finalmente, se colaboró en la revisión de contenidos legales para su incorporación en la página web, específicamente en la sección Área Legal, proponiendo avisos de derechos de autor, licencias abiertas, condiciones de uso del contenido digital y un apartado de preguntas frecuentes sobre protección de datos orientado a la comunidad.

En síntesis, la contribución realizada consistió en sentar bases legales para el manejo de información y contenido del proyecto, garantizando transparencia, ética y cumplimiento normativo en los productos digitales y comunitarios desarrollados por Ríos Vivos.

3. REFLEXIÓN CRÍTICA Y ÉTICA DE LA EXPERIENCIA

El RPAP tiene, también, como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

La sección "Sensibilización ante las Realidades" tiene como objetivo explorar y reflexionar sobre las diversas situaciones y contextos que enfrentan las comunidades y el medio ambiente en nuestra actualidad. En un mundo donde los desafíos sociales y ecológicos son cada vez más evidentes, es fundamental desarrollar una conciencia crítica que nos permita comprender las dinámicas que afectan a nuestro entorno y a las personas que lo habitan.

Esta sensibilización implica reconocer la complejidad de los problemas, así como las interconexiones entre ellos, lo que nos ayuda a adoptar una postura más empática y proactiva.

ANA KAREN CERVANTES NAVARRO

Como una persona que habita un pueblo alimentado por el Río Santiago, a veces me da pena reconocer que no conocía sobre la problemática de los 3 cuerpos de agua que atraviesan mi pueblo, sino hasta hace unos años. Quienes vivimos aquí - particularmente en mi pueblo, aún más las generaciones más jóvenes y hablando sólo por mí - nos mediamos por ritmos distintos a los que han atravesado nuestro pueblo antes y, cuando digo eso, me refiero a que hemos habitado el territorio de maneras distintas que nuestros padres, abuelos y bisabuelos, quienes salían a lavar, nadar, sembrar, cosechar, comer con el río, canal y arroyo.

Me daba cuenta de eso cuando mi bisabuela me platicaba sobre sus historias con una sonrisa que reflejaba la felicidad y el anhelo de su memoria. Para nosotras - mi abuela, mi madre y yo – la historia ha sido distinta y lo reflejan sus repuestas a mi pregunta constante: ¿de qué te acuerdas sobre el río, canal o arroyo? Mi abuela responde lo pesado que era traer agua desde el pozo a casa, mi mamá recuerda hacer ladrillos junto a mi abuelo a la orilla del arroyo y yo ¿qué recuerdo? Las comidas familiares, la basura sobre el arroyo, las pláticas sobre la contaminación de las empresas, las historias sobre personas nadando en el canal y un anhelo por recordar cómo eran estos cuerpos de agua cuando estaban limpios, cuando se respiraba vida de ellos.

Guardo, en mi memoria – a veces creo que hasta corporal por todo lo que soy de mis ancestras y ancestros - el anhelo por un mundo distinto donde volvamos – vuelva al menos yo – a recuperar nuestro sentido de pertenencia con el agua y su vida. Formar parte de este PAP me ha permitido conectar con ese sentido de vida desde distintos lugares, conociendo la problemática ampliada del territorio, pero sobre todo rodeándome de personas que apuestan por construir alternativas de esperanza actuales, colectivas y comunitarias aun en contextos que día a día amenazan con destruir la vida.

De la experiencia me quedan claras las complejidades e interconexiones de un problema tan grande como lo es la contaminación del agua, pero me atrevería a decir que, aún más, me queda la esperanza que había perdido en la construcción de alternativas para recuperar nuestros territorios. La vida avanza a pasos rápidos y parece que los ritmos urbanos, de consumo e individualidad son el único camino, pero este PAP me ha permitido conocer esos otros ritmos mediados por el acompañamiento, la paciencia, el diálogo, la escucha activa y la construcción colectiva. Agradezco a quienes lo conforman, desde profesores, compañeros/as, comunidades, redes de expertos, porque todos ellos/as han permitido que mi lucha vuelva a tener un sentido y mi vida vuelva a tocar la memoria de lo colectivo, de la vida misma.

MARIANA ESCOBAR BUENO

A lo largo de estos meses, he podido sensibilizarme y caído en cuenta de varios temas sobre todo del agua. Todo lo que implica el que una comunidad de personas tenga acceso a ella, construya la infraestructura para llevarla sus comunidades, el que tengan que pagar por ello, por el arduo mantenimiento y el trabajo que está implícito en tener largas tuberías que la taren desde arriba de los cerros. Todo esto y más, me deja pensando en la gran complejidad que es el subsistir y tener recursos disponibles, estando en una comunidad pequeña lejana de los centros urbanos donde abundan los servicios gubernamentales y en donde no tienes que preocuparte por reparar la tubería que lleva el agua que tú y tu familia utiliza todos los días. He visto y vivido en una gran iniciativa de traer esta misma agua para el uso de la comunidad a través del proyecto de la Purificadora El Carrizo. Proyecto sumamente valioso y necesario. Totalmente desafiante a la idea que muchos mexicanos nos hemos hecho: que tiene que venir una gran empresa privada a venderme un garrafón a un sobreprecio, agua potable que proviene de pozos con dudosos permisos de extracción y, tristemente, comúnmente robada a las comunidades o pagada por precios absurdos.

RICARDO GABRIEL NAVARRO VIÑA

El acercamiento previo a la experiencia resultó profundamente revelador. Saber que una situación como la del río Santiago y El Salto ocurre en nuestro propio territorio y que, aun así, me había pasado casi desapercibida, evidenció hasta qué punto estas realidades pueden ser invisibilizadas. Las problemáticas ambientales tienden a esconderse de la mirada pública y, efectivamente, como señalan las y los integrantes de Ríos Vivos, “todos nos avientan su basura sin saber que se les regresa con el agua”.

La situación actual en El Salto es insostenible y exige el uso de todas las herramientas disponibles para frenar esta destrucción. La falta de monitoreo, la complicidad de ciertos sectores de la industria, de las autoridades y de algunos pobladores, sumada a la indiferencia de quienes somos vecinos (y también afectados), da cuenta de una grave falta de empatía y de un desgaste profundo del tejido comunitario de esta ciudad.

En este contexto, me siento agradecido de haber podido contribuir con algo que percibo como tangible: el desarrollo de una herramienta que permite capturar y visualizar datos. En un escenario donde el desconocimiento es una barrera central, contar con información organizada y accesible puede marcar la diferencia. Facilitar la gestión de datos se vuelve, metafóricamente, el martillo que ayuda a derribar esa barrera.

Soy consciente de que mi contribución no “salva al mundo” ni resuelve por sí sola la compleja problemática de una sola comunidad. Sin embargo, considero que pensar globalmente y actuar localmente puede funcionar como un soporte real para equilibrar, aunque sea mínimamente, la balanza. El proceso de aprender sobre la caracterización de las problemáticas y sobre los conflictos específicos del contexto me ayudó a definir mejor mi postura política frente a temas que antes ignoraba y que ahora reconozco como fundamentales para habitar esta ciudad y este mundo.

A partir de esta experiencia, me propongo buscar más organizaciones en las que pueda apoyar con herramientas similares. Una de mis inquietudes profesionales era no ver con claridad cómo una persona desarrolladora de software podía aportar en procesos de resistencia frente a la explotación del capital. Este proyecto me ofreció una pauta concreta sobre hacia dónde dirigir mis esfuerzos en la búsqueda de un mundo más justo y habitable.

JUAN PABLO PEREZ GONZALEZ

El trabajar en un proyecto en el contexto en el que se encuentra ríos vivos y las comunidades circundantes al río Santiago, es una experiencia que te amplía el panorama. Actualmente el vivir en un entorno Urbano muchas veces es sinónimo de no darte cuenta de todo lo que está detrás y que permite que de alguna manera sea sostenible (por lo menos temporalmente) este tipo de vida. Tener la posibilidad de trabajar en este PAP, te permite empezar a vislumbrar todas las implicaciones negativas que tiene el poder asegurar el acceso a servicios públicos a tanta población concentrada, en este caso potables. Así como las implicaciones negativas que tiene el querer asegurar el crecimiento económico en esta época contemporánea, por encima de cualquier otro índice de desarrollo o bienestar.

Colaborar con los agentes más involucrados en la lucha por el freno a la degradación ambiental extrema que está ocurriendo al sur de la ciudad, es un golpe durísimo de realidad. Sin embargo, también es encontrar un rayo de esperanza ante un futuro que muy pocas personas quieren observar de frente.

FERNANDO MANUEL TALAVERA NAVA

Durante estas primeras semanas del PAP he podido ver de cerca una realidad que antes solo conocía a través de noticias o comentarios: la contaminación del Río Santiago y las condiciones en las que viven las comunidades cercanas a su cauce y al recorrer lugares como Casa Blanca y Juanacatlán, me di cuenta de que detrás de las estadísticas y los estudios hay personas reales que sufren las consecuencias de algo que se ha permitido durante años, la falta de control ambiental y la indiferencia de las autoridades ante un problema tan grave.

Escuchar las historias de los pobladores me hizo reflexionar mucho sobre el impacto que tiene la contaminación en su salud, su economía y su día a día muchos de ellos viven con enfermedades derivadas del agua contaminada, pero lo más triste es ver cómo ya lo han normalizado, como si fuera algo con lo que deben aprender a convivir y me parece increíble que a pocos kilómetros de Guadalajara exista un escenario tan distinto, donde el acceso a agua limpia o a servicios básicos no esté garantizado.

Esta experiencia me ha ayudado a desarrollar una sensibilidad más profunda hacia los problemas ambientales y sociales y entendí que la contaminación no es solo un tema ecológico, sino también una

cuestión de justicia social, porque quienes más sufren sus consecuencias son precisamente las personas que menos recursos tienen para enfrentarlas.

También comprendí que muchas veces la raíz de estos problemas está en la falta de organización, de información y de responsabilidad por parte de quienes deberían proteger el medio ambiente pero al mismo tiempo, vi cómo existen personas comprometidas como los integrantes de Ríos Vivos y los propios habitantes de las comunidades, que con pocos recursos siguen luchando por defender su entorno.

En lo personal este proceso me ha hecho valorar la importancia de involucrarme de manera activa y responsable como estudiante de Derecho. Creo que desde mi área puedo aportar revisando el marco legal, los derechos ambientales y la manera en que se pueden fortalecer los mecanismos de protección y denuncia.

Más allá del conocimiento académico, este PAP me ha dejado una enseñanza ética y humana no se trata solo de observar una problemática sino de conectar con ella, entender su origen y buscar soluciones que realmente respeten la vida y la dignidad de las personas.

En este PAP he aprendido a observar los problemas ambientales desde una mirada más crítica y humana. Entendí que detrás de cada proyecto, informe técnico o política pública hay personas que viven las consecuencias en su cuerpo y en su economía, y que desde el Derecho no basta con conocer las leyes: hace falta preguntarse si de verdad están funcionando para proteger a quienes más lo necesitan.

Un aprendizaje muy concreto fue darme cuenta de que también desde lo jurídico se pueden aportar cosas muy prácticas en un proyecto socioambiental. A lo largo del semestre participé en la elaboración de un contrato de donación de libros para la biblioteca pública de Casa Blanca, así como en la creación y revisión de las políticas de privacidad y de cookies para la página y el sistema de administración de Ríos Vivos. Estos trabajos me ayudaron a conectar conceptos que veo en clase (protección de datos, obligaciones entre particulares, responsabilidad y alcance de los contratos) con situaciones reales que tienen impacto en las comunidades.

Además, aprendí el valor del trabajo interdisciplinario. Compartir el PAP con personas de ingeniería, educación, relaciones internacionales y desarrollo de software me hizo ver que ningún problema complejo se resuelve desde una sola disciplina. Cada quien aporta algo distinto: desde el diseño de humedales, el manejo de datos y la programación de la página web, hasta la pedagogía, la organización comunitaria y la parte legal. Esto me hizo más consciente de la importancia de escuchar a otros, coordinarse y construir soluciones en conjunto.

Finalmente, este semestre me dejó claro que mis decisiones como futuro abogado pueden tener impacto más allá de un escritorio o un juzgado. Lo que haga o deje de hacer puede contribuir a que proyectos como Ríos Vivos tengan más herramientas para defender el territorio, cuidar el agua y fortalecer sus procesos comunitarios. Ese es, sin duda, uno de los aprendizajes más importantes que me llevo de esta experiencia.

GEORGIANNA TAYLOR HERNANDEZ

Durante el desarrollo del PAP, las visitas de campo a comunidades cercanas al río Santiago, como Casa Blanca, Ojo de Agua y Capilla del Refugio, permitieron reconocer la perspectiva humana detrás de la crisis socioambiental que enfrenta la región. Escuchar los testimonios de las personas que viven cotidianamente los impactos de la contaminación reveló una realidad marcada por enfermedades, abandono institucional y deterioro ambiental, pero también una gran capacidad de organización y esperanza entre las comunidades. El contacto directo con las y los pobladores permitió comprender que los problemas de contaminación del agua no se reducen a cifras o parámetros físicoquímicos, sino que están estrechamente ligados a la salud y la calidad de vida de las comunidades. Ver el esfuerzo de las mujeres que administran la purificadora comunitaria en Casa Blanca o de los habitantes que mantienen los humedales en funcionamiento hizo evidente que las soluciones más efectivas surgen desde la base social, a partir de la cooperación y la autogestión.

Esta experiencia generó una sensibilización profunda sobre las desigualdades ambientales y la necesidad de una mirada ética y empática en el ejercicio profesional. Reconocer que, a pocos kilómetros de la ciudad, existen comunidades que enfrentan enfermedades y contaminación por decisiones políticas y económicas, confronta nuestro propio papel como futuros profesionistas y ciudadanos.

Además, ahora que comprendo con mayor profundidad la magnitud de la problemática, reconozco la responsabilidad que tengo como futura ingeniera ambiental. Espero poder seguir colaborando con Ríos Vivos y aportar de cualquier manera en los esfuerzos por la defensa del territorio y la equidad hídrica. Para las comunidades, este problema no se detiene; y continuará afectando su vida diaria.

ZEPEDA TERAN, CARLA DEL PILAR

El primer acercamiento en este escenario/territorio lo tuve en el quinto semestre de mi carrera, estábamos trabajando en un proyecto de acción socioeducativa y nos llevaron a ver “El Tour del Horror” y regresar en este último semestre me generó muchos sentimientos de desesperanza, algo nostálgicos y tristes porque era tan fuerte el olor y narrativas que seguían escuchándose durante el recorrido desde aquella vez que me de igual forma me motivó a la acción, esta vez la diferencia era que ya estaba más consciente de lo que pasaba a mí al redor y de lo que estaba viviendo en ese momento. Estar rodeada de personas que tenían idea de lo que realmente estaba pasando en ese lugar, escuchar cómo se hablaban en su propio idioma me despertó muchísimo la motivación de querer aprender y entender qué es lo que comunicaban y desde qué ámbito podríamos hacer un impacto; desde qué ámbito yo podría generar un impacto, estaba lista para desaprender para aprender, considero estas palabras cruciales para reconocer y abandonar conocimientos obsoletos para abrir espacio a nuevos aprendizajes, permitiéndome así, como futura educóloga el crecimiento personal y profesional en un mundo que no tenía de mucha idea, mediante el cuestionamiento para integrar perspectivas más efectivas y mantenerme relevante en distintos contextos.

En el proceso de escucha, de diálogo y de diagnóstico de las problemáticas dentro de las comunidades mencionadas – Casa Blanca y Ojo de Agua – experimenté mucha sensibilización y empatía hacia las personas que son parte de estas, en especial de las infancias porque como maestra de preescolar se activa en automático este síndrome de salvadora que he tenido en algunas ocasiones a lo largo de mi carrera universitaria, por lo tanto al instante tuve este sentimiento de utilidad y una necesidad compulsiva de poder

ayudar a todos y todas, pero a diferencia de ser esa niña de quinto semestre impulsiva, he ido desarrollado mayor pensamiento crítico y razonamiento de lo que pudiera aplicar desde mis herramientas adquiridas en esta trayectoria. Entonces, ¿cuál era mi objetivo dentro de este proyecto de aplicación profesional como educóloga? Esta pregunta se generó desde esa primera visita, ya que, caí en este PAP de pura casualidad y terminé amándolo y recomendándolo con todas mis colegas educólogas que siguen en esta trayectoria. Creo que la educación está en cualquier espacio y contexto, tejer distintas redes de conocimientos dentro del contexto multidisciplinario es muy enriquecedor ya que se conectan las habilidades que cada uno y una posee y le caracteriza por su carrera. Me quedo con los lentes ambientales que al terminar este capítulo se generaron, es muy distinto como empecé y como terminé, estoy muy agradecida porque me llevo conmigo estas miradas, voces y esperanzas en mi cotidianidad.

3.2 Aprendizajes logrados

ANA KAREN CERVANTES NAVARRO

Aunque al principio entré un poco temerosa al PAP porque se trataba de colaborar en un proyecto que, para ese entonces, poco sentido me hacía con mi licenciatura (Relaciones Internacionales), el camino me fue mostrando que las barreras entre lo que es o no para cierto perfil profesional se desdibujan cuando existe apertura de aprendizaje y acompañamiento. Más allá de los conocimientos técnicos que me puedo llevar de este espacio, agradezco también aquellos que me han permitido pensar en otras formas de colaboración y otros ritmos de aprendizaje.

Con lo anterior me refiero a la manera en que eran mediados, acompañados y sostenidos los espacios de aprendizaje interdisciplinarios. En el espacio afluía la confianza, horizontalidad, compañerismo, emoción, alegría y apertura a propuestas creativas, lo que, más allá de implicar meramente un buen ambiente de trabajo, implicaba una apuesta pedagógica mediada por lógicas distintas a las académicamente tradicionales. Esto es, en sí mismo, una apuesta por construir otro tipo de escuela, aquella que no sólo se encuentra entre los muros de una institución, sino que se reconstruye en el diálogo con las comunidades; la que deja de centrarse en los entregables como única vía de medición objetiva del aprendizaje, sino que abre las barreras de lo posible para incluir la vida, dejar que atraviese y pase por los procesos: construya, reconstruya, mueva las expectativas de lo académico y se instale en las complejidades de lo colectivo e imperfectamente suficiente.

Agradecer lo anterior no es poca cosa, más aún si se suman otros múltiples aprendizajes que adquirí en el camino. Entre los que me limito a mencionar están la organización y gestión interdisciplinaria e interinstitucional para construir diálogos y procesos de aprendizaje conjuntos que permitan la construcción de alternativas novedosas; la centralidad de conocer y analizar el territorio poniendo el cuerpo y los sentidos sobre él; la necesidad de: construir procesos de comunicación centrados en las comunidades y sus necesidades, problematizar la distribución del agua y sus consecuencias en la “Zona Económica Especial de El Salto”...

RICARDO GABRIEL NAVARRO VIÑA

Durante este año surgieron numerosos aprendizajes, tanto sociales como técnicos. El proyecto me dio la oportunidad de experimentar con distintas tecnologías que conocía teóricamente, pero que no había tenido ocasión de practicar. Desde un punto de vista laboral, esto resulta especialmente enriquecedor, ya que este tipo de proyectos, en particular los de corte social, suelen ser bien valorados dentro de las industrias que me interesan.

La posibilidad de trabajar de frente ante problemáticas reales ejerció de manera especial la que considero la capacidad central del ingeniero: resolver problemas con los recursos disponibles y al menor costo posible. Asimismo, pude constatar la importancia de muchas herramientas de gestión aprendidas durante la universidad, tanto en el plano organizativo como en el manejo emocional del trabajo en equipo y de la frustración propia de cualquier proceso de desarrollo.

Trabajar en un proyecto con propósito y con un trasfondo ético-político claro me resultó especialmente motivador y me dio la pauta para poner en juego mis conocimientos y, al mismo tiempo, adquirir otros nuevos. Herramientas como Grafana, Terraform, S3, MQTT y Sails.js no habían formado parte de mi práctica previa y, aunque hoy cambiaría algunas decisiones tecnológicas, considero que fueron adiciones valiosas a la experiencia con la que ya contaba.

Me queda aún mucho por estudiar, pero a partir de esta experiencia identifiqué un campo particularmente interesante en la gestión de proyectos y en la traducción de requerimientos técnicos y sociales. Espero poder aplicar estos aprendizajes tanto en la industria como en proyectos con impacto directo en la sociedad en un futuro cercano.

JUAN PABLO PEREZ GONZALEZ

El trabajo desarrollado este semestre permitió generar bastantes aprendizajes en mí. Uno de ellos sin duda es que, ante la falta de camino marcado ante el desarrollo de un proyecto o idea, siempre será bueno buscar colaboración con gente que ande haciendo cosas parecidas al trabajo que uno anda realizando para unir fuerzas, darle más sentido al desarrollo y contar con un escenario real para empezar a transitar por un camino más tangible. Haber realizado esta carcasa para las estaciones que desarrolló Juan José permitió generar diseños iniciales de carcasa que al mismo tiempo sirvan ya de utilidad afuera. En lo embebido ha sido bastante interesante haber podido utilizar el protocolo MQTT a través de una tarjeta SIM, ya que este desarrollo tiene un potencial enorme de diversas aplicaciones, muchas de ellas muy útiles para Ríos Vivos y las personas en defensa del territorio.

FERNANDO MANUEL TALAVERA NAVA

Durante este PAP aprendí cosas más allá de lo técnico. Estar en las comunidades y ver la realidad del río me ayudó a entender que los problemas ambientales no son algo lejano, sino situaciones que afectan la vida diaria de muchas personas. Me di cuenta de que a veces desde afuera pensamos que todo se soluciona con ideas, pero cuando estás ahí entiendes que hay historias, necesidades y procesos que requieren paciencia, diálogo y continuidad.

En mi caso, trabajar con la parte legal del proyecto me abrió los ojos a lo importante que es tener documentos claros, políticas bien hechas y acuerdos formales que ayuden a ordenar la información y proteger el trabajo que se ha construido durante varios semestres y a veces sentí que me faltaban conocimientos o que iba más lento que los demás, pero también aprendí a pedir apoyo, investigar y buscar cómo aportar desde lo que sé.

Este PAP me deja el aprendizaje de que para generar cambios reales no basta con la teoría: hay que involucrarse, preguntar, escuchar y equivocarse para mejorar. Aunque sé que puedo crecer mucho más, me quedo con la experiencia y con la motivación de seguir aprendiendo y aportando mejor en el futuro.

GEORGIANNA TAYLOR HERNANDEZ

El proceso del PAP ha brindado aprendizajes tanto técnicos como humanos, Desde el ámbito académico, las mediciones de parámetros como pH, oxígeno disuelto, conductividad y sólidos disueltos ayudaron a comprender de manera práctica cómo los procesos industriales y domésticos afectan la calidad del agua. Observar la eficiencia de los humedales, donde ya se detectan bioindicadores como peces y libélulas, fortaleció la comprensión de las soluciones basadas en la naturaleza como estrategias viables de saneamiento comunitario.

A nivel social y ético, el principal aprendizaje ha sido entender que la investigación y la intervención ambiental no pueden separarse de la realidad de las personas. Escuchar sus historias, sus luchas y su capacidad de resistencia permitió desarrollar empatía y una conciencia crítica sobre el papel de la ingeniería ambiental en contextos de desigualdad y contaminación.

El trabajo en campo reafirmó la importancia de actuar con responsabilidad social y compromiso ético. Más que recolectar datos, la experiencia ha sido un encuentro con las consecuencias directas de un modelo de desarrollo insostenible, pero también con ejemplos de esperanza que demuestran que la organización comunitaria puede transformar territorios y llegar a soluciones. Este aprendizaje invita a seguir construyendo proyectos desde una perspectiva integral y humana, donde el conocimiento técnico se combine con la sensibilidad humana y la justicia ambiental.

ZEPEDA TERAN, CARLA DEL PILAR

A lo largo de mi participación en este PAP durante este último semestre pudiera mencionar que comprender la importancia de la memoria socioambiental como eje para el fortalecimiento de los procesos comunitarios me ayudó a identificar más profundamente la fragmentación que existía con la comunidad de Casa Blanca y como esta influye en la apropiación actual de muchos proyectos increíbles y eficientes que se han generado como el humedal y la purificadora “El Carrizo”, permitiéndome

4. BIBLIOGRAFÍA

- Camacho-Minero, E. J., Reverte-Ramírez, G., Virgen-Gallardo, G. M., López-Minakata, M., Márquez-García, A. S., López-Ornelas, E., Vargas-Aceves, S., Cuétara-Estrada, D., & Ocampo-Canale, D. (2024). *Acompañamiento para la gestión comunitaria del agua en la cuenca del río Santiago-Guadalajara y socialización de saberes para el monitoreo de tratamientos alternativos de las descargas*. ITESO. <https://hdl.handle.net/11117/10956>
- Márquez-García, A. S., López-Ornelas, E., Reverte-Ramírez, G., Yeme-Morfin, V. D., Ocampo-Canale, D., Hernández-Guzmán, A. E., Díaz-González Guízar, A., Luna-Badillo, L. E., Gudiño-López, M. A., Virgen-Gallardo, G. M., & Camacho-Minero, E. J. (2024). *Fortalecimiento del proyecto Ríos Vivos: Desarrollo de procesos autogestivos, alternativas, comunicación estratégica e infraestructura en torno al agua en comunidades que colindan con el Río Santiago y Chapala*. ITESO. <https://hdl.handle.net/11117/11680>
- Franco-Valdivia, L. T., Yeme-Morfin, V. D., Sánchez-Figueroa, E. U., Navarro-Viña, R. G., Corona-Álvarez, J. M., Pérez-González, J. P., Cortez-Navarro, J. P., Franz-Chávez, O., & Ireta-Amador, O. E. (2025). *Apoyo multidisciplinario a modelos de organización social e infraestructuras estratégicas de gestión comunitaria del agua en la Cuenca del Río Santiago - Guadalajara*. ITESO. <https://hdl.handle.net/11117/11985>
- Montero, M. (2006). *Hacer para transformar: El método en la psicología comunitaria*. Buenos Aires: Paidós. ISBN 950-12-4535-7
- Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG). (2018). *Diagnóstico municipal de Ixtlahuacán de los Membrillos*. <https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/IxtlahuacandelosMembrillos.pdf>
- Clemente Díaz, M. (Coord.). (1992). *Psicología social: Métodos y técnicas de investigación*. Eudema Universidad.
- Vasilachis de Gialdino, I. (Coord.). (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa Mexicana S.A.
- Grafana Labs. (2025). *Grafana* (versión 10.2) [Software de visualización de datos]. <https://grafana.com>

5. ANEXOS GENERALES (PRODUCTOS DEL SEMESTRE)

- Carpeta pública con todos los productos finales del PAP:
<https://drive.google.com/drive/folders/1dYx5XU0ZMmBR78YjlkwMIkXL2jNJV6ZG?usp=sharing>