

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)
Programa de Tecnología para el Buen Vivir I



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

TERRITORIOS: SABERES POR LA RECUPERACIÓN ECOLÓGICA (GRUPO A)

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

PRESENTAN

Ingeniería en Biotecnología. Ana Sophia Márquez García
Ingeniería en Biotecnología. Eduardo López Ornelas
Comunicación y Artes Audiovisuales. Gonzalo Reverte Ramírez
Ingeniería Civil. Víctor Daniel Yeme Morfin
Ingeniería Química. Daniela Ocampo Canale
Ingeniería en Biotecnología. Andrea Elizabeth Hernández Guzmán
Ingeniería Química. Andre Díaz González Guízar
Diseño. Luis Ernesto Luna Badillo
Ingeniería en Biotecnología. Miguel Ángel Gudiño López
Comunicación y Artes Audiovisuales. Guadalupe Monserat Virgen Gallardo
Comunicación y Artes Audiovisuales. Edgar José Camacho Minero

Profesores PAP

Carlos Alberto Roque Pineda
Isabel Yoloxóchitl Corona Ruelas
Verónica Padilla Silva
Leslie Sacramento Ornelas

Tlaquepaque, Jalisco. Noviembre, 2024.

Índice de Contenido

<i>Índice de Contenido</i>	<i>i</i>
<i>Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional</i>	<i>1</i>
<i>Resumen</i>	<i>2</i>
1. ENTENDIMIENTO DEL ÁMBITO Y DEL CONTEXTO	3
1.1 Ubicación geográfica del escenario	3
1.1.1 Localidad Casablanca	3
1.1.2 Localidad Juanacatlán.....	6
1.2 Contexto hidro-social de la cuenca alta del río Santiago	8
1.2.1 Cuenca alta del río Santiago.....	9
Gestión Comunitaria y Defensa del Territorio en Casa Blanca, Jalisco	15
La Historia de la Purificadora en Casa Blanca	15
1.2.2 Respuesta del gobierno estatal: Plantas de Tratamiento de Aguas residuales	16
1.2 Caracterización de la Organización	19
1.3.1 Objetivos estratégicos	20
1.3.2 Actividades de la organización	22
1.4 Identificación de las Problemáticas	27
1.4.1 Problemáticas en la cuenca alta del río Santiago.....	27
1.4.2 Problemáticas en el escenario	29
1.4.3 Problemáticas en la organización	31
2. PLANEACIÓN DE ALTERNATIVAS	32
2.1 Elaboración de material didáctico	32
2.1.1 Maqueta de humedal construido	33
2.1.2 Catálogo de Parámetros actualizado.....	34
2.2 Monitoreo y calidad del agua	34
2.2.1 Desarrollo de un plan de muestreo	35
2.2.2 Sesión de capacitación presencial	35
2.2.3 Manual general para utilización de instrumentos	38
2.2.4 Informe sobre microcistinas	39
2.3 Material audiovisual	41
2.3.1 Video de denuncia	41
2.3.2 Video para campaña de fondeo	42
2.4.3 Acervo de material audiovisual.....	43
2.4 Desarrollo y construcción	43
2.4.1 Diseño y memoria de cálculo de un centro comunitario en Casa Blanca.....	43
2.4.2 Diseño y memoria de cálculo de un humedal en Casa Blanca	47
2.4.3 Desarrollo de propuestas de mejora en humedal de Juanacatlán.....	49
3. DESARROLLO Y VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	51
3.1 Elaboración de material didáctico	51
3.1.1 Desarrollo de un plan de muestreo.....	51
3.1.2 Maqueta de humedal construido	51
3.1.2 Catálogo de parámetros actualizado.....	60

3.1.3 Informe para lona informativa de microcistinas.....	65
3.2 Monitoreo y calidad del agua	68
3.2.1 Desarrollo de un plan de muestreo	68
3.2.2 Sesión de capacitación presencial	70
3.2.2 Folletos informativos	72
3.2.3 Manual para utilización de instrumentos.....	77
3.3.4 Medición de DBO y alcalinidad.....	78
3.3.5 Medición de otros parámetros mediante espectrofotometría.....	82
3.3 Material audiovisual.....	83
3.3.1 Vídeo de denuncia.....	83
3.3.2 Campaña de fondeo.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3 Acervo de material audiovisual.....	84
3.4 Desarrollo y Construcción	85
3.4.1 Diseño del centro comunitario en Casa Blanca	85
3.4.3 Desarrollo de propuestas de mejora en los humedales pre-existentes	93
4. REFLEXIÓN CRÍTICA Y ÉTICA DE LA EXPERIENCIA.....	100
4.1 Sensibilización ante las realidades	100
4.2 Aprendizajes logrados.....	106
5. BIBLIOGRAFÍA.....	113
6. ANEXOS GENERALES.....	116
Enlace a Productos del semestre:	116

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

En el semestre de otoño 2024 del PAP TerritoRios: Saberes por la recuperación ecológica, se acompañó a las comunidades de Juanacatlán, Casa Blanca, Ojo de Agua y La Cañada en Jalisco, mediante la colaboración con Ríos Vivos, organización cuyo objetivo es desarrollar soluciones socio-tecnológicas para mejorar la calidad del agua y fomentar la gestión comunitaria de la misma, en localidades afectadas por el deterioro ambiental de la cuenca del río Santiago-Guadalajara.

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.

Finalmente, se presentan propuestas de continuidad para el siguiente semestre y las reflexiones del proceso.

Palabras clave

Sustentabilidad y Tecnología, Tecnología para el Buen Vivir, Territorios: Saberes por la Recuperación Ecológica, Río Santiago, Lago de Chapala, Ríos Vivos.

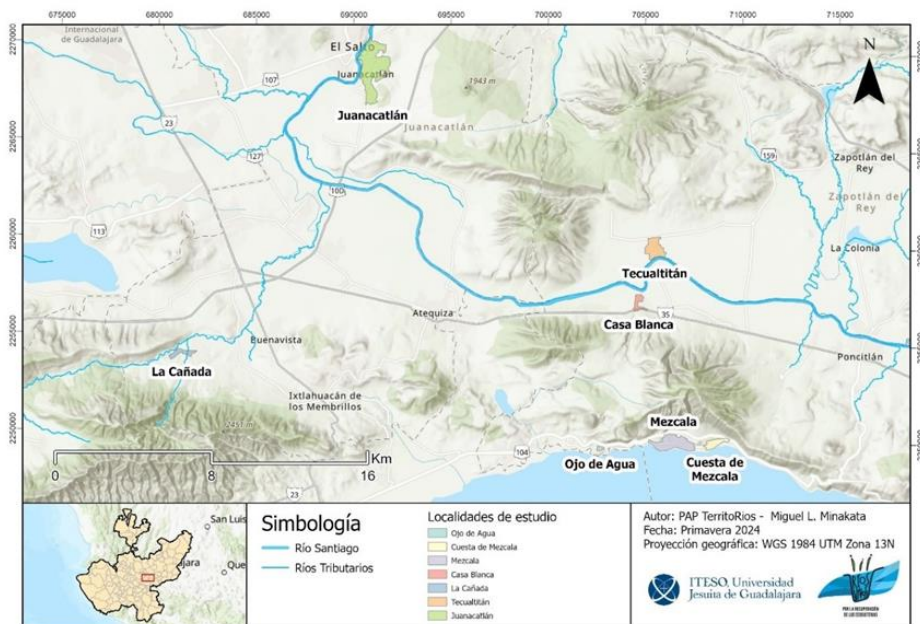
1. ENTENDIMIENTO DEL ÁMBITO Y DEL CONTEXTO

En esta sección se presenta un análisis del territorio de las áreas de estudio que se trabajaron durante esta nueva etapa del proyecto, haciendo un enfoque en las comunidades cercanas a la cuenca del río Santiago como lo son Casablanca y Juanacatlán. Se abordan detalles técnicos como la ubicación geográfica, características orográficas, hidrográficas y climáticas de ambas localidades.

1.1 Ubicación geográfica del escenario

El escenario de estudio durante esta etapa del Proyecto de Aplicación Profesional “TerritoRios” se encuentra localizado en los alrededores que comprenden a la cuenca del río Santiago. Específicamente se ha tenido acercamiento y trabajo de la mano con las comunidades de Casablanca y Juanacatlán, en proyectos cuyo propósito es la conservación de los cuerpos de agua cercanos y generar soluciones innovadoras que permitan una mejor gestión del agua tratada, además de concientizar a la población local de los principales contaminantes, técnicas y procesos que ayuden a garantizar la calidad del agua.

Figura 1 Mapa de la región y Localidades Estudiadas



Fuente: Elaboración Propia con datos del INEGI

1.1.1 Localidad Casablanca

La comunidad de Casablanca perteneciente al municipio de Poncitlán plantea el diseño y el desarrollo de un centro comunitario, contemplando las principales ideas y propuestas que surgieron en la consulta por parte de los integrantes de la propia localidad y miembros del ejido.

Además de considerar factores geográficos y sociales al proyectar un nuevo humedal, pues nos permite comprender aquellos retos y necesidades a los que se enfrenta la comunidad de Casablanca con respecto a la distribución del agua potable y el manejo de sus aguas residuales.

Casablanca, es una localidad del Estado de Jalisco, Méx., ubicado a 12 km al Oeste del municipio de Poncitlán. Se ubica al sureste de Jalisco, en las coordenadas 20°24'12.4" a 20°24'24.6" latitud norte y 103°02'15.3" a 103°02'14.9" de longitud oeste, a una altura media de 1,541 msnm.

Figura 2. Localización de puntos de estudio en la localidad de Casablanca.



Fuente: Elaboración Propia con mapas de Google Earth®

Colinda al norte con los municipios de Zapotlán del Rey y Juanacatlán; al este con el municipio de Ocotlán y Jamay; al sur con Tizapán el Alto; al oeste con los municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos y Chapala. Se encuentra en la carretera Santa Rosa – La Barca. La localidad cuenta con una población de 770 habitantes, compuesta por 393 habitantes femeninos y 377 habitantes masculinos. Además, esta localidad tiene un total de 239 viviendas parcialmente ocupadas, siendo los cultivos y la cosecha de productos agrícolas como el maíz y el frijol, una de las principales actividades económicas.

1.1.1.1 Orografía

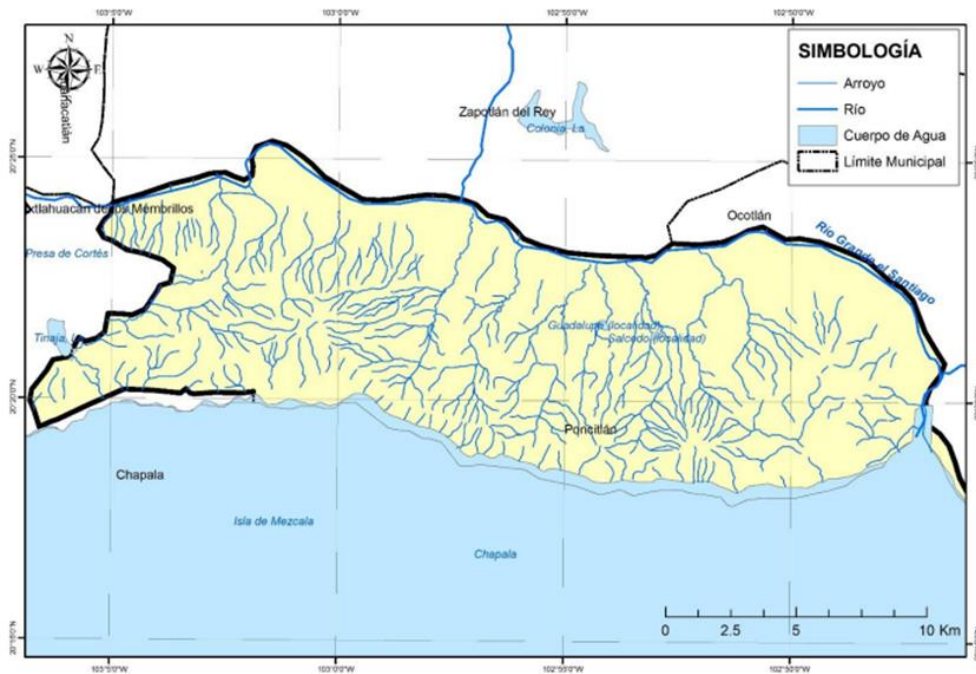
La composición del suelo corresponde a los tipos predominantes Feozem Háplico (52.8%), Vertisol (41.6%) y Andosol (4.3%), constituida en su mayor parte por roca tipo basalto y aluvial. El municipio de Poncitlán tiene una superficie territorial de 276 km², de las cuales el 48.7% está destinada al uso de agricultura y el 21.6% corresponde a la cobertura de selva, mientras que los asentamientos humanos representan el 3.4% del territorio. Dicha localidad se caracteriza por contar en su gran mayoría con terrenos parcialmente planos, con pendientes menores al 5°.

1.1.1.2 Hidrografía

De acuerdo con la ficha técnica hidrológica municipal, sus recursos hidrológicos pertenecen a la región Lerma-Santiago-Pacífico, la cual está conformada por la subcuenca del lago de Chapala y el río Santiago. Los arroyos principales son: San Mateo, La manga, El Salto, El Tigre de Ibarra, Colorado, El Diablo, El Aguilote. Mientras que, entre sus manantiales más importantes está el de Agua Caliente.

Por parte de la Comisión Nacional del Agua, la principal presa de la región es “La Tinaja” con una capacidad de operación de (2.40 Mm³). Actualmente, en el municipio se encuentran 5 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) fuera de operación que, en conjunto, cuentan con una capacidad de saneamiento de 33 litros de aguas negras por segundo. Por otro lado, también se cuenta con otra PTAR dada de baja, con una capacidad de sanear 32 litros de aguas negras por segundo.

Figura 3 Hidrografía del municipio de Poncitlán.



Fuente: Ficha Técnica Hidrológica Municipal (Comisión Estatal del Agua Jalisco)

1.1.1.3 Clima

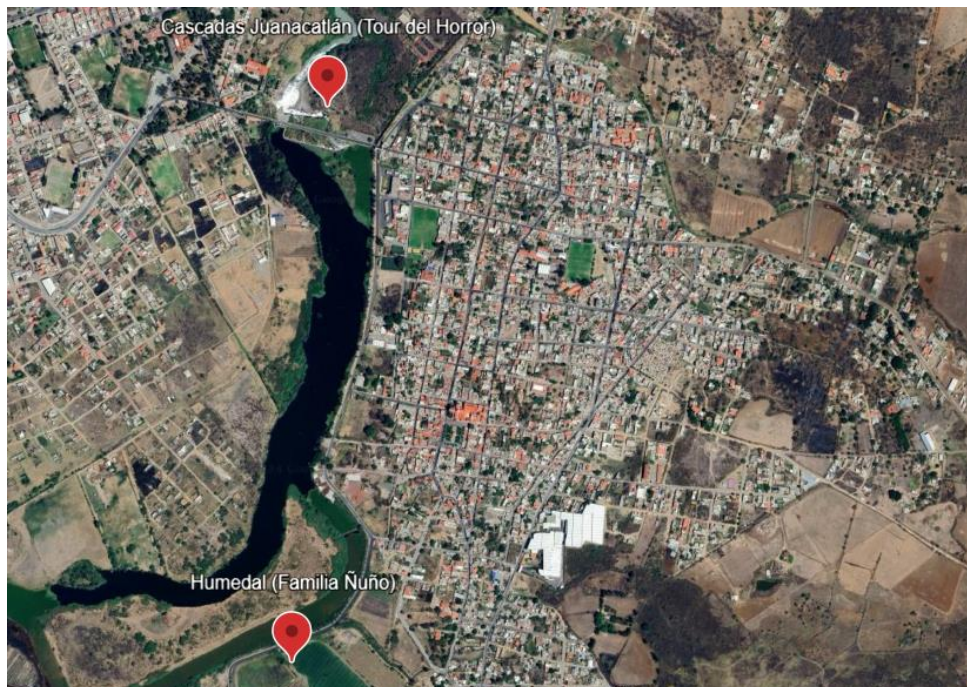
El clima es semicálido semihúmedo, según la clasificación de Köppen. Con una temperatura media anual de 19.8°C, con una temperatura máxima de 30.3°C y una mínima de 9.0°C, siendo el mes de junio cuando se registran las temperaturas más elevadas y el mes de enero las más frías. El régimen de lluvias se registra entre los meses de marzo hasta junio, contando con una precipitación media de 939 milímetros. El promedio anual de días con heladas es de 15.4. Los vientos dominantes soplan en diversas direcciones, manteniendo la misma intensidad.

1.1.2 Localidad Juanacatlán

La comunidad de Juanacatlán, cabecera del municipio del mismo nombre, es una localidad del Estado de Jalisco. Se localiza en la parte centro oriente, en las coordenadas 20°42'00'' a 20°32'15'' latitud norte y 103°03'10'' a 103°15'00'' de longitud oeste, a una altura media de 1530 m.s.n.m.

Colinada al norte con los municipios de Tonalá y Zapotlanejo, mientras que al sur limita con los municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos y Chapala; al este con Zapotlán del Rey y Zapotlanejo; al oeste con Ixtlahuacán de los Membrillos, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga. Se encuentra en la carretera Macrolibramiento de Guadalajara. La localidad cuenta una población de 17,955 habitantes (IIEG, 2015), compuesta por 8,990 habitantes femeninos y 8,965 habitantes masculinos. Además, se tiene un total de 3,282 viviendas parcialmente habitadas, siendo las principales actividades económicas dedicadas a los servicios (49.8%) y el comercio (40.8%).

Figura 4. Localización de puntos de estudio en la localidad de Juanacatlán.



Fuente: Elaboración Propia con mapas de Google Earth®

1.1.2.1 Orografía

La composición del suelo corresponde a los tipos predominantes Vertisol (46.9%), Feozem (44.4%) y Luvisol (6.5%), existe un alto contenido de arcilla de color negro, gris oscuro o café rojizo y aluvial. Juanacatlán tiene una superficie territorial de 141 km², de las cuales el 53.8% está destinada al uso de agricultura y el 20.8% corresponde a la cobertura de bosque, mientras que los asentamientos humanos solamente representan el 2.8% del territorio.

Dicha localidad se caracteriza por contar en su gran mayoría con terrenos parcialmente planos (54.7%), con pendientes menores al 5°. La roca que más predomina en la región es basalto con el 63%, además se pueden encontrar otro tipo de rocas ígneas extrusivas básicas provenientes de origen volcánico.

1.1.2.2 Hidrografía

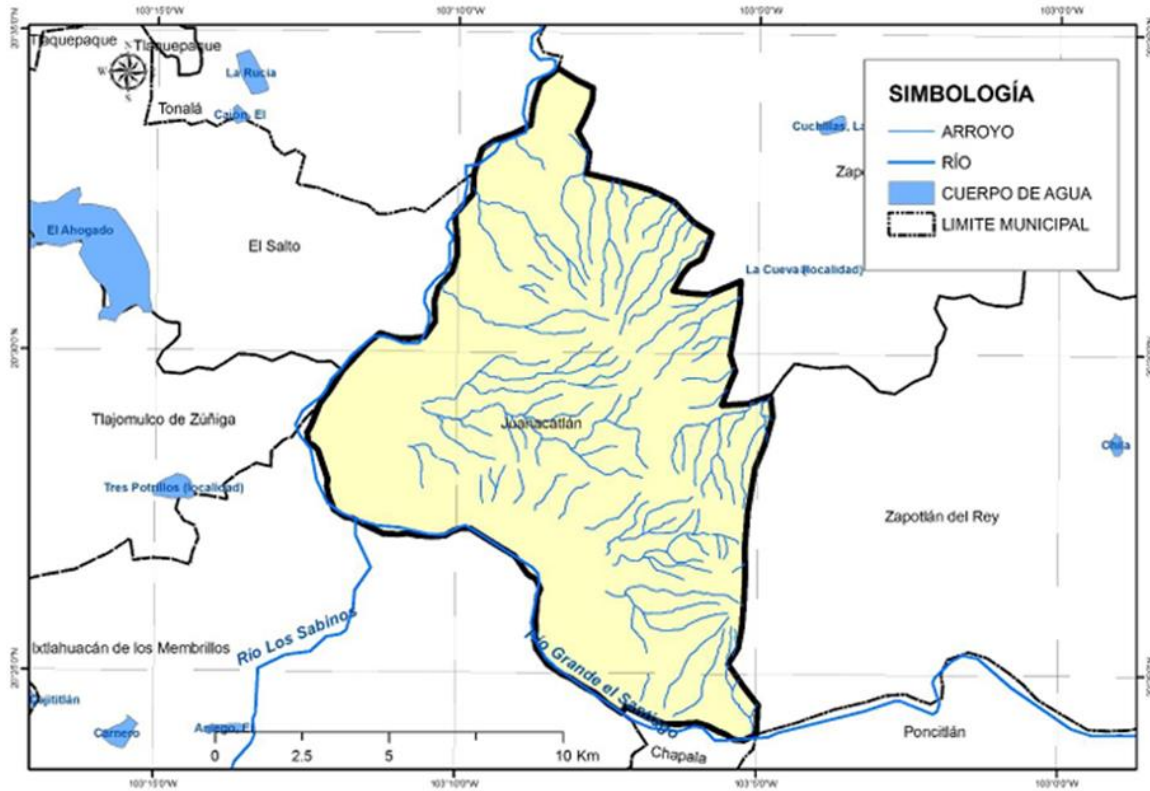
Por parte de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA JALISCO), las principales fuentes de agua del municipio son la cuenca del río Santiago, así como algunos arroyos y caudales en épocas de lluvias como lo son Colorado, Buenavista Los Cortes, La cruz, La Tinaja, El gallo, El Puerto, Hondo, Miseria, Chiquito, Lomelines y Limoncillo.

Las principales presas que podemos encontrar en el municipio son “El Laurel” o también conocida como “El Saucillo”, la cual tiene una capacidad de operación de 2.00Mm³, destinada principalmente a las actividades de riego, agricultura y pesca.

En cuanto a las aguas subterráneas podemos encontrar tres acuíferos principales que son: Altos de Jalisco (38.77%), Cajititlán (38.20%) y Toluquilla (23.03%). Sin embargo, en los últimos años estos acuíferos han presentados déficits significativos en su disponibilidad de agua, lo que resulta en falta de nuevas concesiones.

Es importante destacar que el municipio de Juanacatlán cuenta con tres plantas de tratamiento en operación, las cuales procesan un total de 42 litros por segundo. Representando el 82.5% de las aguas residuales del municipio, presentando una menor eficiencia en las zonas rurales con el 26.4% de su cobertura.

Figura 5. Hidrografía del municipio de Juanacatlán.



Fuente: Ficha Técnica Hidrológica Municipal (Comisión Estatal del Agua Jalisco)

1.1.2.3 Clima

Según el Sistema de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (SIEG, 2014), la región de Juanacatlán cuenta con una temperatura media anual de 19.8°C, con temperaturas promedio máximas en el mes de junio de 30.7°C y mínimas en enero de 8.6°C. El municipio cuenta con un clima semicálido semihúmedo, con una precipitación media anual de 992mm.

1.2 Contexto hidro-social de la cuenca alta del río Santiago

El área de incidencia del PAP se encuentra dentro de la cuenca alta del río Santiago (CARS), con escenarios de trabajo en dos puntos específicos: Juanacatlán y Poncitlán. Para entender la dinámica de estos dos escenarios, en esta sección presentamos un breve contexto hidro-social de la cuenca, analizando críticamente los fundamentos de la injusticia ambiental y la sobreexplotación de recursos que aterricen en la degradación y marginación generada por relaciones de poder desiguales.

1.2.1 Cuenca alta del río Santiago

La contaminación de la cuenca es y ha sido un proceso largo, histórico y contingente en el que intervienen múltiples factores en diferentes puntos. Autores como McCulligh, Páez-Vieyra y Moya-García (2007), (Bernache, 2009), (Arellano-Aguilar, Ortega, Gesundheit, 2012) (Santana, 2016), (Lezama, 2016), (McCulligh DeBlasi, 2017), (Cabrial Pacheco, 2020), (Corona, 2021) identifican como las principales fuentes de deterioro y contaminación al cambio de uso de suelo y crecimiento urbano, las aguas residuales urbanas e industriales sin tratar; el manejo deficiente de los residuos sólidos urbanos y los lixiviados que generan; los agroquímicos de la agroindustria y los desechos de granjas porcícolas, avícolas y rastros municipales, así como otros desechos industriales que no cumplen con las normas ambientales; además de la desecación de humedales y los cambios en cauce y caudal que ha tenido el río debido a la infraestructura para almacenar agua. Además de las terribles condiciones del agua, suelo y aire, lo que esto significa es un arrebato total de la posibilidad de vivir bien en su propio territorio (McCulligh, Páez-Vieyra y Moya-García, 2007).

Históricamente, las comunidades que colindan con el río Santiago lo vuelven parte de sus actividades cotidianas y generan una relación estrecha con él, tanto para actividades productivas o como punto de recreación para personas de todas las edades. Pero, poco a poco, todo eso se fue acabando. Entre los primeros indicios observados por los habitantes de la existencia de un problema estuvo el olor pestilente, la muerte de fauna y flora en la zona, el aumento de casos de cáncer y otras enfermedades en la población y el declive notable de su calidad de vida. En algunos puntos de la cuenca, la inquietud de los habitantes inició desde los setenta, cuando el mal olor y el aumento de zancudos impidieron continuar con la pesca.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte que entró en vigor el 01 de enero de 1994, propició un crecimiento industrial exponencial. Mediante un encadenamiento de acciones y eventos, en la primera década del nuevo milenio se identificó de forma más consciente la correlación entre la contaminación del río y los problemas de salud. Veamos algunos de los principales sucesos en ese sentido.

En el 2001, los padres de familia de la Escuela Mártires del río Blanco, ubicada a pocos cientos de metros de la cascada que separa los municipios de El Salto y Juanacatlán, se preocuparon por el creciente surgimiento de síntomas en los niños: dolores de cabeza, vómito, infecciones, etc. Después de varias reuniones, entre 2001 y 2002 se decide hacer una denuncia formal y se tomaron acciones para llamar la atención de las autoridades (Arellano-Aguilar, Ortega, Gesundheit, 2012), entre ellas una carta enviada al presidente de la república con copia a PROFEPA y CONAGUA, para que se atendiera la situación (Corona, 2021).

Como otro hito importante, en el 2007 se presenta en la plaza de Juanacatlán el informe *Mártires del Río Santiago*, que resume datos de la contaminación del río Santiago, estudios en torno a los efectos en la salud de las personas y las acciones realizadas por las organizaciones civiles; el problema se presenta como una violación a los derechos humanos, se exponen las obligaciones del estado en torno a estos y se proponen acciones concretas a realizar (McCulligh, Páez-Vieyra y Moya-García, 2007). Por primera vez se tuvo en papel una presentación coherente de la complejidad del problema, facilitando la claridad y el acceso a la información para las poblaciones y las autoridades.

Tras la difusión de dicho informe se convocaron distintas reuniones con funcionarios y una audiencia del Tribunal Latinoamericano del Agua (TLA), en la que se exigió a las autoridades correspondientes la declaración de una emergencia sanitaria y la elaboración de estudios relacionados con la salud. Las autoridades no sólo no asistieron a la audiencia, sino que también hicieron caso omiso de lo que se les exhortó (Corona, 2021)

Un par de años después, la muerte del niño de 8 años de edad, Miguel Ángel López Rocha, desató un conflicto público y mediático entre la comunidad y las autoridades estatales (Arellano-Aguilar, Ortega, Gesundheit, 2012). Miguel Ángel, quien vivía en el fraccionamiento La Azucena, ubicado en una zona con riesgo de inundación, jugaba cerca de su casa cuando cayó al río, posteriormente entró en coma y murió días después. El niño presentaba síntomas claros de envenenamiento por arsénico, lo que reconocido incluso por la Secretaría de Salud de Jalisco; no obstante, distintos actores intentaron invalidar la causa de muerte, el mismo secretario de Salud intentó afirmar que Miguel Ángel se encontraba en coma por culpa de un golpe en la cabeza, y surgieron rumores de consumo de opio, violencia intrafamiliar y asesinato (Corona, 2021).

Al mismo tiempo, se alzaba la voz por otra problemática, como confirmación de la nula gestión ambiental de las autoridades: la comunidad presentó pruebas del mal manejo del vertedero de Los Laureles, concesionado a la empresa CAABSA EAGLE; sin embargo, las denuncias fueron descalificadas por una funcionaria de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (Corona, 2021). Una televisora española le dio visibilidad internacional a la problemática de los Laureles, lo que generó presión sobre el actuar de las autoridades, que respondieron con amenazas a la población denunciante. Con el apoyo de académicos comprometidos como el doctor Gerardo Bernache, se logra desmentir el discurso oficial y probar el mal manejo del vertedero. Sin embargo, la empresa CAABSA Eagle tendió una trampa a los manifestantes que buscaban el cierre del vertedero: grupos de pepenadores fueron utilizados para dispersar con violencia al colectivo comunitario y ambientalista Un Salto de Vida y a los habitantes que se presentaron para el cierre simbólico del basurero. Después de esto, CAABSA, aliado con la entonces llamada SEMADES (hoy SEMADET), anunció la ampliación del vertedero (Corona, 2021).

Los problemas con vertederos también están presentes en otros puntos de la cuenca, especialmente en la Barranca de Huentitán, donde las comunidades afectadas comenzaron a organizarse para denunciar la contaminación causada por los lixiviados en su territorio. A pesar de establecer una mesa técnica con la participación de autoridades, universidades y organizaciones, los resultados de las muestras realizadas por las comunidades, que mostraban altos niveles de contaminación, fueron desestimados. Las autoridades finalmente exoneraron a los vertederos, desatendiendo las preocupaciones de las comunidades afectadas (Corona, 2021)

Otro suceso trágico ocurrió en las temporadas de lluvia del 2008, cuando varias colonias se inundaron con aguas negras hasta por encima del metro y medio. Esto ocurrió porque el gobierno estatal, ignorando las recomendaciones de especialistas en el tema, entubó el canal de El Ahogado para desviar las aguas contaminadas (Corona, 2021).

Lo anterior evidencia cómo las comunidades u organizaciones que defienden el territorio se ven amedrentadas por actores más poderosos, cuyos intereses políticos y económicos ocupan un lugar prioritario por encima de la salud de las personas. Alianzas entre empresas y autoridades gubernamentales utilizan la manipulación de la información, la amenaza y la fuerza para invalidar y oprimir a quienes luchan por sus derechos.

Es hasta 2009 que se sienta otro importante precedente sobre el estado de deterioro de la cuenca y el actuar -omiso- de las autoridades de los niveles estatal y municipal, cuando la Comisión Estatal de Derechos Humanos emite la recomendación 1/2009, también llamada Macro Recomendación del río Santiago. Detrás de dicha recomendación, dirigida al gobernador del Estado, al director de la Comisión Estatal del Agua, y a las autoridades de 14 municipios para exigir la atención inmediata del problema de la contaminación (Arellano-Aguilar, Ortega, Gesundheit, 2012), hubo una ardua investigación que vinculó lo legal, las evidencias científicas y los testimonios (Corona, 2021).

Ante la macro recomendación, las respuestas de las autoridades se redujeron a excusas para evadir la responsabilidad porque no es su trabajo, no hay presupuesto o no hay suficiente información que respalde el problema. Aunque el gobierno estatal afirma haber cumplido 38 de los 43 puntos recomendados, según la investigadora Cindy McCulligh, esto se trata de una gran simulación (Del Castillo, 2018).

Lo que sí ocurrió fue la creación del POFA (Polígono de Fragilidad Ambiental), como una zona establecida con ciertos criterios ambientales y monitoreos, operada por un Órgano Técnico Mixto (OTM) constituido por varias entidades gubernamentales como la Profepa y la Conagua. McCulligh argumenta que las medidas han sido insuficientes, la industria y las autoridades siguen operando sin transparencia y las graves afectaciones a la salud pública continúan.

A lo largo de este historial de denuncias, las autoridades han invalidado los argumentos de las comunidades afectadas o se han limitado a expresar su compromiso y disposición con la situación para después no hacer nada al respecto (McCulligh, Páez-Vieyra y Moya-García, 2007). No solo se trata de indiferencia, activamente se ha ocultado la información y restringido su acceso, como lo muestran el par de casos a continuación.

El primer caso refiere un informe oculto de forma deliberada por las autoridades estatales. Entre 2009 y 2011, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) realizó un estudio de calidad de agua en toda la cuenca, encontrando alrededor de 1090 sustancias químicas en el río Santiago, muchas de ellas altamente tóxicas. En lugar de que el IMTA probara que estas sustancias eran de origen industrial, se decidió guardar la información y no hacer nada al respecto, bajo el argumento de que la información era propiedad de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, que ordenó y pagó dicho estudio. Greenpeace, el Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario (IMDEC) y la Agrupación Un Salto de Vida denunciaron exigiendo transparencia y después de un batalloso proceso legal, obtuvieron y publicaron los resultados del estudio. Enrique Enciso Rivera, miembro de Un Salto de Vida A C, habló públicamente sobre el deliberado ocultamiento de la información por parte de las autoridades (NTX, 2012). Después de otorgar distintas entrevistas, Enrique Enciso Rivera y su familia fueron hostigados y amenazados al punto de tener que salir de su localidad y vivir en el exilio durante un tiempo (McCulligh DeBlasi, 2017).

El segundo caso fue el de un grupo de científicos liderado por la Dra. Gabriela Domínguez Cortinas quienes, entre el 2009 y el 2011, estudiaron a niñas y niños que vivían cerca del río Santiago y comprobaron que estos estaban teniendo problemas renales y neurocognitivos debido a la presencia de sustancias tóxicas en su sangre como plomo, arsénico y cadmio. El informe se presentó a la Comisión Estatal del Agua de Jalisco y a la Secretaría de Salud, que hicieron caso omiso de la gravedad de los hallazgos. No se implementaron medidas ni de acompañamiento, ni de prevención, ni mucho menos de solución al problema. La Dra. Domínguez Cortina no podía decir nada públicamente debido a un convenio de confidencialidad. No fue hasta 10 años después que se pudo hacer público el estudio por medio de mecanismos de transparencia, a pesar de las trabas impuestas por las autoridades (Cisneros, 2020).

Este muy breve recorrido por algunos de los principales hechos y momentos relacionados con el deterioro y contaminación de la cuenca nos permite identificar los fundamentos de la injusticia ambiental y la sobreexplotación de recursos que están detrás de la degradación y marginación generada por relaciones de poder desiguales. Veamos ahora un poco de lo que acontece en los escenarios de trabajo específicos del PAP.

1.2.1.1 Juanacatlán

Entre los municipios que colindan con el río Santiago, dos de los más afectados por el problema de la contaminación son El Salto y Juanacatlán, tanto por los corredores industriales instalados en el primero como por la propia dinámica de la cuenca, que hace que en la cascada que separa estos municipios converjan todos los efectos perniciosos de las fuentes de deterioro mencionadas.

En esta zona, entre 2003 y 2006 comienzan a involucrarse diferentes organizaciones y asociaciones civiles -como el instituto VIDA, el Instituto de Derecho Ambiental (IDEA), Un Salto de Vida y el Comité Ciudadano de Defensa Ambiental (CCDA)- e incluso juntan fuerzas en momentos específicos para dar voz a la población y exigir la acción de las autoridades. Desde entonces, la comunidad de Juanacatlán ha tenido una participación activa en la denuncia y defensa del territorio y en contra de la contaminación del río Santiago.

Como fue mencionado, en el 2007 se presenta en la plaza de Juanacatlán el informe *Mártires del Río Santiago*, y por primera vez, se tuvo una presentación coherente de la complejidad del problema, facilitando la claridad y el acceso a la información para las poblaciones y las autoridades.

Para 2020 la población de Juanacatlán comienza a actuar por sí misma, debido a la designación de su territorio como próxima sede de un megaproyecto devastador para la salud de sus habitantes. Es cuando se crea una defensa irrompible por parte de la comunidad, que evidencia las verdaderas intenciones del gobierno al proclamar los muchos beneficios que se otorgará a la población, siendo estos un velo de engaño para entrar de manera sutil, mientras ellos se muestran firmes ante la exigencia de revocación de construcción de la termoeléctrica que se planteaba poner en la localidad, ya que en realidad, esta traería problemas de varias índoles entre ellos, ambientales, agrícolas y de explotación subterránea de uno de los recursos más importantes para la subsistencia; el agua. (Canal 44, 2019).

Los mismos pobladores de la comunidad de Juanacatlán afirman que asignarle más megaproyectos al territorio sería rematarlo (Un Salto de Vida, 2021). La industrialización de los municipios vecinos no deja opciones asequibles al sector agrícola, así que viven nutriendo sus cosechas y ganado con las aguas sin tratar que arrojan los corredores industriales, provocando fuertes enfermedades e intoxicaciones que pueden llegar hasta la muerte. Por lo que los pobladores de Juanacatlán se organizaron para crear amparos que impidieran la construcción de este proyecto, donde salieron victoriosos, sin embargo, eso no significa que el gobierno haya quitado el dedo del renglón, sino que busca otras comunidades con aspectos favorables para la proliferación de esta industrialización.

1.2.1.2 Casa Blanca

El origen del conflicto y el proceso del amparo

Los rumores sobre la construcción de una fábrica en Casa Blanca comenzaron a circular entre 2019 y 2020. Una activista de Poncitlán inició una investigación para obtener información clara y transparente, consultando con el municipio por medio de transparencia, la Secretaría de Energía y la SEMARNAT para conocer los proyectos aprobados en la región. Fue así como se localizó el proyecto de IENOVA Infraestructura Energética, que tenía el potencial de afectar directamente a la comunidad.

Con esta información, se inició una investigación más profunda, obteniendo el manifiesto de impacto ambiental del proyecto, que detallaba la construcción de la fábrica y los posibles impactos, incluido el trasvase de hidrocarburos, lo que aumentaba los riesgos ambientales y de explosión. Esta investigación también se nutrió de la experiencia adquirida con la lucha contra la termoeléctrica, lo que permitió tomar decisiones más informadas.

El proceso legal: amparo y suspensiones

Con el respaldo de un grupo de abogados que ya habían apoyado en el pasado, se presentó un amparo contra el proyecto. Se organizó una acción legal para cancelar la autorización previa del proyecto que la ASEA había autorizado, luego se redactó un manifiesto de impacto ambiental, y, citando los riesgos ambientales y los peligros de explosión.

Actualmente, existen dos amparos en curso con suspensiones que afectan el avance de los peritajes y otras pruebas. Cada parte está presentando sus argumentos, y el proceso sigue en desarrollo. A pesar de las suspensiones, la empresa continúa operando, renovando sus permisos y avanzando en el cambio de uso de suelo, lo que ha atraído a más empresas para conformar un corredor industrial poniente en la región.

El Consejo Indígena de Casa Blanca: Defensa del territorio y fortalecimiento del amparo

En respuesta a estos desafíos, el Consejo Indígena de Casa Blanca se constituyó con el objetivo de fortalecer el proceso legal del amparo. Este consejo comenzó a tomar forma a partir de un grupo ya activo desde el conflicto relacionado con la pedrera. Su meta fue consolidar y visibilizar un proyecto de defensa territorial que ya existía desde hace tiempo, dotando de identidad a la comunidad.

En 2023 se llevaron a cabo cinco asambleas para elegir a los principales concejales del consejo, las cuales culminaron en diciembre del mismo año. La finalidad de este consejo era establecer una autoridad legítima para abordar temas relacionados con la defensa del territorio, ya que el ejido no siempre actúa en favor de los intereses de la comunidad indígena. El consejo tiene la intención de que la purificadora y la planta de tratamiento de agua sean supervisadas por esta autoridad, convirtiéndolo en el actor principal en la toma de decisiones sobre estos proyectos. Además, el consejo ha subrayado la importancia de que cualquier empresa industrial que desee instalarse en la zona debe consultar previamente con la comunidad, dado su carácter indígena.

Relación entre la purificadora, el amparo y la defensa del territorio en Casa Blanca

La purificadora El Carrizo está directamente relacionada con el amparo presentado por la comunidad indígena de Casa Blanca contra IENOVA. Este amparo se gestó en un contexto en el que un consejo indígena, liderado por mujeres de la comunidad, se ha comprometido a defender el territorio y a demostrar cómo se puede gestionar de manera sostenible un recurso vital como el agua. Los mismos actores que han llevado adelante la lucha por la protección del humedal y la purificadora también han impulsado el amparo, contando con el respaldo de universidades y otros aliados en su lucha por preservar el medio ambiente.

Es fundamental que la población de Casa Blanca tome conciencia de estos procesos, ya que su apoyo es esencial para fortalecer estas causas. La presencia de IENOVA en la comunidad ha generado un cambio en la dinámica laboral, al sustituir la ocupación agrícola por la necesidad de que los habitantes busquen alternativas de empleo, lo que puede afectar la estructura social y económica de la región.

Gestión Comunitaria y Defensa del Territorio en Casa Blanca, Jalisco

En la comunidad de Casa Blanca, Jalisco, la organización Ríos Vivos ha implementado acciones que forman parte de un proceso amplio de defensa del territorio y gestión comunitaria, donde la participación activa de los habitantes es clave para el éxito.

Componentes del Proyecto:

1. **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** La planta cumple un papel crucial en la limpieza y descontaminación del agua del Río Santiago, sentando las bases para su reutilización.
2. **Planta Purificadora:** Proporciona acceso a agua purificada para consumo humano, mejorando la calidad de vida de los habitantes.
3. **Defensa Legal:** A través de procesos de amparo y otras herramientas legales, se busca proteger el territorio y exigir responsabilidades a las industrias responsables de la contaminación.

Un aspecto esencial de este esfuerzo es garantizar que la comunidad esté informada y participe activamente en cada etapa del proceso. Es fundamental que los habitantes comprendan qué hace la planta de tratamiento, cómo funciona la purificadora y en qué estado se encuentran los procesos legales. Aunque el liderazgo inicial recaiga en unas pocas personas, involucrar a un mayor número de habitantes fortalece las acciones colectivas y evita el desgaste de los responsables principales.

Además de los avances en el tema del agua, el proyecto busca generar un vínculo más fuerte entre los miembros de la comunidad, especialmente en un entorno donde prevalecen divisiones internas. La idea de establecer un **centro comunitario** es clave para fomentar nuevos proyectos en áreas como la agroecología, la seguridad alimentaria y otros intereses que surjan de la propia comunidad.

Unirse frente a un problema común, como la contaminación y la industrialización desmedida, se presenta no solo como una necesidad, sino como una oportunidad para fortalecer el tejido social y construir un futuro sostenible para Casa Blanca.

La Historia de la Purificadora en Casa Blanca

La purificadora de agua en Casa Blanca es un componente esencial del proyecto de Ríos Vivos. Aunque formalmente inició en 2017, las actividades relacionadas con la purificación y gestión del agua comenzaron mucho antes, con iniciativas como la creación de filtros caseros y reuniones comunitarias. Este esfuerzo se vio impulsado por las relaciones previas entre integrantes de la comunidad, quienes colaboraron en proyectos anteriores.

La purificadora surgió como una solución para ofrecer agua potable no solo a las familias que ya utilizaban filtros caseros, sino también a un público más amplio de la comunidad. Un elemento clave en este desarrollo fue la donación de un terreno por parte del ejido en 2018, lo que permitió iniciar la construcción del edificio y la instalación del equipo, utilizando recursos presupuestales existentes. Esta ubicación estratégica también aprovechó el Ojo de Agua del Carrizo, una fuente que tradicionalmente abastecía a la comunidad y cuya agua requería tratamiento para garantizar su pureza

El mantenimiento y la operación de la purificadora están a cargo de un grupo de personas de la comunidad. Su labor es fundamental no sólo para garantizar el acceso al agua potable, sino también para reforzar la conexión con los objetivos más amplios de Ríos Vivos.

La purificadora no solo representa una alternativa accesible para obtener agua potable a precios más bajos, sino que también fomenta la conciencia comunitaria sobre la importancia del tratamiento de aguas residuales y la gestión del agua en general. Este enfoque busca contrarrestar la dependencia de actores externos como el gobierno o empresas privadas, promoviendo una visión integral de gestión comunitaria del territorio.

El proyecto de la purificadora sirve como una puerta de entrada para reflexionar sobre la relación entre el agua, el territorio y los desafíos que enfrenta la comunidad, como la contaminación proveniente del corredor industrial. Este enfoque integral aborda no solo el manejo del agua, sino también la protección de otros recursos como los bosques y la tierra, subrayando la necesidad de una defensa colectiva del territorio.

La purificadora, en este sentido, es más que un proyecto local: es un símbolo de autonomía comunitaria, gestión sostenible y resistencia frente a las dinámicas extractivas que amenazan el equilibrio del territorio.

1.2.2 Respuesta del gobierno estatal: Plantas de Tratamiento de Aguas residuales

En 2018, el gobernador de Jalisco, Enrique Alfaro Ramírez, reconoció la grave contaminación del Río Santiago y se comprometió a implementar acciones para su saneamiento. El 7 de diciembre de ese año, durante su segundo día en el cargo, presentó el "Plan de Saneamiento Integral del Río Santiago" en la cascada de Juanacatlán.

Este plan contemplaba 54 acciones a lo largo de 170 kilómetros del río, incluyendo la rehabilitación y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, inspecciones a empresas y granjas porcícolas que vertían sus desechos sin tratar, y el saneamiento de aguas en poblaciones omisas. La inversión proyectada para el sexenio ascendía a 3,418 millones de pesos, de los cuales 1,450 millones serían aportados por el estado a partir de enero de 2019, esperando que la Federación contribuyera con el resto.

Alfaro enfatizó la necesidad de supervisar a la industria y a los productores agropecuarios para evitar descargas contaminantes al río, comprometiéndose a corregir la falta de capacidad gubernamental en este aspecto. Además, destacó la importancia de la participación de asociaciones civiles, luchadores sociales y universidades en la implementación del plan, subrayando que el saneamiento del Río Santiago requeriría un esfuerzo sostenido y la corresponsabilidad de diversos sectores de la sociedad.

Aunque no fue hasta 2018 que Alfaro realizó la promesa del saneamiento total del Río Santiago, en el gobierno de Emilio González Márquez se construyeron las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales (PTAR) en El Ahogado y en Agua Prieta. Las PTAR "El Ahogado" y "Agua Prieta" son infraestructuras clave en el saneamiento del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), Jalisco.

PTAR El Ahogado

- **Capacidad y Operación:** Inaugurada en 2012, esta planta inició con una capacidad de tratamiento de 2,250 litros por segundo (lps). En 2022, se emprendió una ampliación para incrementar su capacidad en 1,000 lps adicionales, alcanzando un total de 3,250 lps.
- **Tecnología y Beneficios:** La ampliación incorporó tecnología avanzada para cumplir con la norma NOM-001-SEMARNAT-2021, vigente desde marzo de 2023. Además, la planta produce energía eléctrica y térmica mediante un sistema de cogeneración impulsado por biogás, lo que contribuye a la sostenibilidad energética de sus operaciones.
- **Impacto Ambiental:** Con la ampliación, se espera que la planta trate el 31% de las aguas residuales de la cuenca de El Ahogado y contribuya al saneamiento del 77% de las aguas urbanas en la cuenca del Río Santiago.

PTAR Agua Prieta

- **Capacidad y Operación:** Es la segunda planta de tratamiento de aguas residuales en operación más grande de América Latina, con una capacidad de 8,500 lps. Inició operaciones en 2013 bajo un esquema de Construcción, Operación y Transferencia por 20 años.
- **Tecnología y Beneficios:** La planta utiliza un sistema de cogeneración de 11.4 MW, que aprovecha el biogás generado en el proceso de tratamiento para producir energía eléctrica y térmica, cubriendo el 100% de sus necesidades energéticas.
- **Impacto Ambiental:** Trata aproximadamente el 67% de las aguas residuales del AMG, beneficiando a alrededor de 3.5 millones de personas. El agua tratada se utiliza en la generación de energía eléctrica en la central hidroeléctrica "Valentín Gómez Farías" y se descarga al Río Santiago, mejorando la calidad del agua en este cuerpo hídrico.

En 2018, el gobernador de Jalisco, Enrique Alfaro Ramírez, reconoció la grave contaminación del Río Santiago y se comprometió a implementar acciones para su saneamiento. El 7 de diciembre de ese año, durante su segundo día en el cargo, presentó el "Plan de Saneamiento Integral del Río Santiago" en la cascada de Juanacatlán, un sitio emblemático afectado por la contaminación.

Este plan contemplaba 54 acciones a lo largo de 170 kilómetros del río, incluyendo la rehabilitación y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, inspecciones a empresas y granjas porcícolas que vertían sus desechos sin tratar, y el saneamiento de aguas en poblaciones omisas. La inversión proyectada para el sexenio ascendía a 3,418 millones de pesos, de los cuales 1,450 millones serían aportados por el estado a partir de enero de 2019, esperando que la Federación contribuyera con el resto.

Alfaro enfatizó la necesidad de supervisar a la industria y a los productores agropecuarios para evitar descargas contaminantes al río, comprometiéndose a corregir la falta de capacidad gubernamental en este aspecto.

Además, el gobernador destacó la importancia de la participación de asociaciones civiles, luchadores sociales y universidades en la implementación del plan, subrayando que el saneamiento del Río Santiago requeriría un esfuerzo sostenido y la corresponsabilidad de diversos sectores de la sociedad.

Aunque se han realizado esfuerzos para abordar la contaminación del Río Santiago, persisten desafíos significativos en áreas clave:

- **Falta de coordinación interinstitucional:** A pesar de los compromisos para trabajar conjuntamente en la protección ambiental del Río Santiago, el gobierno estatal se negó a firmar un convenio de coordinación interinstitucional publicado en octubre de 2024, argumentando que ya había invertido más de 4,500 millones de pesos en seis años.
- **Persistencia de la contaminación industrial:** Aunque se han realizado inversiones en infraestructura de saneamiento, la contaminación industrial continúa siendo un problema crítico. Organizaciones civiles han denunciado que las empresas responsables de verter contaminantes al río siguen operando sin sanciones efectivas, perpetuando la crisis ambiental y afectando la salud de las comunidades aledañas.
- **Insuficiente atención a la salud de la población afectada:** Aunque se han destinado recursos para mejorar la infraestructura de tratamiento de aguas, la atención médica a las personas afectadas por la contaminación ha sido limitada. De los 2,000 millones de pesos asignados por el Gobierno de Jalisco para atender la problemática del Río Santiago, solo el 4% se destinó a la salud de los pobladores afectados, lo que ha generado críticas por parte de organizaciones como "Un Salto de Vida".

- **Falta de transparencia y participación ciudadana:** La implementación de proyectos y programas relacionados con el saneamiento del río ha carecido, en ocasiones, de transparencia y de una participación efectiva de la comunidad. Esto ha generado desconfianza y ha limitado la eficacia de las acciones emprendidas. La Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) ha emitido recomendaciones señalando la necesidad de una mayor coordinación y participación de las autoridades y la sociedad civil en la restauración del río.

1.2.3 Respuestas de comunidades organizadas: el caso del Colectivo de Alternativas para la Recuperación de Nuestras Aguas

El Colectivo de Alternativas para la Recuperación de Nuestras Aguas (el cual incluía varios miembros de Un Salto de Vida) crea en 2017, en conjunto con CIESAS y el IHE Delft *Institute for Water Education* de Holanda, el proyecto *Laboratorios Rurales y Sistemas para Tratamiento Alternativo de Agua, Programa Recuperación de Ríos* (conocido actualmente como Ríos Vivos) y financiado por la fundación Río Arronte. Este proyecto está enfocado en alternativas de tratamiento de aguas residuales experimentales y potabilización para consumo humano. Ríos Vivos opera en 5 comunidades de la cuenca: La Cañada en Ixtlahuacán de los Membrillos; Casa Blanca en Poncitlán; Tecualtitán en Zapotlán de Rey; y las cabeceras municipales de El Salto y Juanacatlán (Corona, 2021).

Conformado por miembros de las comunidades y personas externas como el Dr. Joshua Greene, para 2021 Ríos Vivos construyó 32 filtros de agua familiares, 5 plantas potabilizadoras de agua, 2 humedales a escala domiciliaria, 1 humedal experimental, y 1 planta de tratamiento de agua comunitaria. El proyecto pretende evitar el paternalismo y lograr que las mismas comunidades se apropien del problema y se involucren en la búsqueda de soluciones. Joshua Greene resalta el interés de las comunidades por el análisis de su propio sistema de agua y la disposición para mejorar activamente la situación de contaminación que los engloba (Corona, 2021).

1.2 Caracterización de la Organización

El proyecto de Ríos Vivos surgió por parte del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Occidente (CIESAS Occidente) en 2013 como un experimento de educación comunitaria dirigido hacia localidades que han sufrido consecuencias por la contaminación causada a los cuerpos de agua regionales (J. C. Greene, comunicación personal, 08 de agosto de 2017; C.A. Roque, comunicación personal, 14 de septiembre de 2022).

No obstante, gracias al carácter colectivo del proyecto y a la evolución del contexto bajo el que se desarrolla, el objetivo central del proyecto ha ido evolucionado a:

Mejorar la calidad de vida de las comunidades de colindan con el Río Santiago y Chapala a través de la construcción y desarrollo de alternativas, estrategias e infraestructura en torno al agua, así como el fortalecimiento de procesos autogestivos y espacios para generar, compartir e intercambiar saberes y experiencias para la construcción de sistemas comunitarios que contribuyan a garantizar el derecho humano al agua (Corona, 2024, p. 17).

Asimismo, a partir de 2019 este proyecto ha recibido financiamiento por parte de la Fundación Río Arronte bajo el nombre oficial de “Recuperación de ríos: laboratorios rurales para el tratamiento alternativo del agua parte II” (J. C. Greene, comunicación personal, 08 de agosto de 2017; C.A. Roque, comunicación personal, 14 de septiembre de 2022). Desde entonces, se ha logrado ampliar el alcance del proyecto, generando los siguientes ejes de trabajo (Corona, 2024):

- a) **Tratamiento alternativo:** Se busca incidir positivamente en el acceso y la calidad del agua, así como en las descargas generadas por las comunidades a través de la implementación de tratamientos alternativos sustentables, accesibles y/o basados en la naturaleza.
- b) **Acceso al agua potable:** Se busca fortalecer los procesos autogestivos de potabilización del agua, así como el monitoreo de su calidad a través de la gestión, capacitación y acompañamiento en el desarrollo de las alternativas, estrategias e infraestructura necesaria.
- c) **Monitoreo:** Se busca obtener y compartir datos relevantes, sistemáticos, entendibles y accesibles sobre la calidad de agua con las comunidades afectadas y el público en general a través del muestreo, análisis, interpretación y difusión de los resultados para que estos puedan servir en la toma de decisiones.
- d) **Gestión comunitaria:** Se busca crear espacios para generar, compartir e intercambiar conocimientos y experiencias sobre el agua a través de actividades como encuentros, talleres, capacitaciones, experimentos y cursos que faciliten la gestión comunitaria del agua.

Finalmente, a inicios del 2024, el ITESO se incorporó como un apoyo directo al trabajo realizado por el colectivo en escenarios como Juanacatlán y Casa Blanca a través del Proyecto de Aplicación Profesional TerritoRios 1N03. De esta manera, se sumó a la red de apoyo conformada por otras instituciones educativas como el CUCBA, el CU Ciénega, el CU Tonalá y el CUCEI, las cuales, entre otras actividades, han estado ayudando en el análisis de muestras tomadas por el colectivo y más recientemente por las y los estudiantes del PAP.

1.3.1 Objetivos estratégicos

Para la consecución de su objetivo central, el proyecto de Ríos Vivos cuenta con cuatro objetivos específicos:

I. Intervenir las descargas y el acceso al agua de las comunidades que colindan con el río Santiago y Chapala con alternativas de tratamiento sostenibles, sustentables, de tecnología accesible y/o basadas en la naturaleza, para mejorar la calidad del agua.

Crucial debido a la gran contaminación que el agua del río Santiago y del lago de Chapala presentan y, con ello, una amenaza directa para la salud de las comunidades cercanas. La implementación de sistemas de tratamiento sostenibles y basados en la naturaleza son fundamentales porque, al reducir los contaminantes en el agua, se disminuye la exposición a enfermedades transmitidas por el agua, lo que se traduciría directamente a una mejora en la salud pública. También se protege al medio ambiente porque, al implementar soluciones basadas en la naturaleza (como humedales), se puede mejorar la calidad del agua sin depender de tecnologías costosas o contaminantes.

II. Proveer datos relevantes, sistemáticos, entendibles y accesibles sobre calidad de agua a las personas afectadas, comunidades científicas y sociedad interesada a través de diseño e implementación de muestreos, análisis, interpretación y difusión de resultados para contribuir a la toma de decisiones vinculadas a la experimentación, intervención y desarrollo de alternativas.

Fundamental porque contribuye a garantizar que la información sobre la calidad del agua sea clara y accesible, lo que permite la toma de decisiones informadas. Las comunidades afectadas pueden entender mejor los riesgos y defender soluciones efectivas mientras que, de la misma manera, los datos sistematizados ayudan a científicos, gobiernos y organizaciones a diseñar intervenciones basadas en evidencia, impulsando políticas públicas adecuadas y justas, porque mantener a la sociedad informada promueve la responsabilidad tanto de las autoridades como de quienes contaminan los cuerpos de agua.

III. Contribuir al fortalecimiento de procesos autogestivos de potabilización del agua y su monitoreo en las comunidades que colindan con el río Santiago y Chapala mediante la gestión, capacitación y acompañamiento en la construcción de alternativas, estrategias e infraestructura para garantizar el derecho humano al agua.

Cuando existe la participación activa de las comunidades para la gestión del agua, aumenta la posibilidad de garantizar el acceso a agua potable a largo plazo. La autogestión fomenta la autosuficiencia y, al capacitar a las comunidades en técnicas de potabilización y monitoreo, se reduce la dependencia de instituciones externas y se fortalece su autonomía para garantizar el derecho humano al agua, asegurando que todas las personas tengan acceso a agua potable segura.

IV. Promover espacios para generar, compartir e intercambiar saberes y experiencias en torno al agua en las localidades que colindan con el río Santiago y Chapala mediante eventos, encuentros, talleres, capacitaciones, experimentos, cursos y otras actividades formativas y reflexivas para posibilitar e impulsar la gestión comunitaria del agua.

Esencial porque fomenta el aprendizaje colaborativo, ya sea en eventos, talleres o encuentros, que propician que las comunidades se apropien de las soluciones y las puedan adaptar a sus contextos. Además, visibiliza los saberes locales-culturales al integrar conocimientos científicos y tradicionales, lo que enriquece las soluciones para abordar de manera conjunta los desafíos.

1.3.2 Actividades de la organización

Para lograr cumplir los objetivos específicos de Ríos Vivos, actualmente se realizan diferentes actividades o tareas relacionadas a cada uno de los ejes previamente mencionados. A continuación, se mencionarán algunas de las actividades más representativas del colectivo de acuerdo con su eje.

1.3.2.1 Tratamiento alternativo

El principal método de tratamiento alternativo de agua con el que se ha trabajado en Ríos Vivos son los humedales construidos. Estos son sistemas que buscan replicar la purificación del agua llevada a cabo de manera natural por los humedales, ecosistemas semiacuáticos con presencia de una gran cantidad de microorganismos y plantas.

Al momento de la intervención de este PAP, se habían construido dos humedales de tratamiento de aguas por parte de Ríos Vivos. El primero se ubica en Juanacatlán y recibe agua directamente del río Santiago, la cual es filtrada por el humedal y posteriormente usada para el riego de la parcela de Miguel Nuño, dueño del terreno (Fig. Xa). El otro humedal se encuentra en Casa Blanca, y recibe el agua residual doméstica de la comunidad, para después, dirigirse hacia el río Santiago (Fig. Xb).

*Figura 6. Humedales construidos por Ríos Vivos. a) Humedal en Juanacatlán con salida a parcela de Miguel Nuño
b) Humedal en Casa Blanca con salida al río Santiago.*



Fuente: Elaboración propia.

Para el correcto funcionamiento de estos humedales, es necesario realizar mantenimientos periódicos, también llamados faenas. En ellas, se podan las plantas para promover su crecimiento y se retira la materia orgánica muerta que se va acumulando para evitar que se tapen los poros del medio filtrante, en este caso, tezontle. Cuando es requerido, se deben realizar otros trabajos en estos sistemas, como soldaduras, instalación de bombas, cambios o lavados del medio filtrante y reparaciones en general.

Gracias a los resultados y la respuesta obtenida a partir de la instalación de los humedales de tratamiento de aguas, se busca construir más de estos en las comunidades. Esto conlleva un importante trabajo organizativo, así como la obtención de los permisos necesarios y los recursos para hacerlo.

Asimismo, debido a la cercanía de algunas comunidades con las que trabaja Ríos Vivos al lago de Chapala (Mezcala y Ojo de Agua), dentro del cual se han encontrado floraciones de microalgas y cianobacterias tóxicas, se busca difundir esta problemática. Además, se busca empezar a desarrollar métodos de detección y tratamiento de microcistinas, toxina liberada por estos microorganismos (García-Velasco & Orozco-Medina, 2023). Para esto, se busca crear alianzas con personas expertas e instituciones con experiencia en el tema, entre ellas el CUCEI y la Universidad de Stuttgart.

Otra de las comunidades con las que trabaja Ríos Vivos es Agua Caliente, donde se está buscando solucionar una problemática de escasez hídrica debido a la altitud de este poblado, lo cual dificulta su bombeo. Junto con este proyecto, se están empezando a elaborar filtros caseros para tratar el agua, así como la creación de un huerto comunitario.

Por último, Ríos Vivos está planeando un encuentro internacional con personas expertas en el uso de humedales y otros métodos de tratamiento alternativo para la gestión y limpieza de aguas altamente contaminadas. Esto con el propósito de colectivizar los saberes y experiencias a lo largo del mundo para impulsar la creación de alianzas y proyectos que ayuden reducir los impactos humanos en cuerpos de agua como el río Santiago.

1.3.2.2 Acceso al agua potable

Otra de las actividades de Ríos Vivos a lo largo de los años ha sido el desarrollo y la implementación de filtros de arena caseros para la purificación de agua, lo cual involucra su tratamiento de manera no convencional. Por ello, este eje va muy de la mano del de tratamientos alternativos de agua. No obstante, debido al uso y el paso del tiempo, algunos de los filtros necesitan ser reparados, tarea que Ríos Vivos ha decidido adoptar. Igualmente, el modelo del molde para los filtros busca mejorarse.

Para mejorar el acceso de agua potable en las comunidades, Ríos Vivos ha construido 5 purificadoras de agua, las cuales son aprovechadas por aproximadamente 639 personas (C.A. Roque, comunicación personal, 14 de septiembre de 2022). Al igual que los humedales, las purificadoras requieren mantenimiento, incluso más exhaustivo, debido a que el agua purificada se comercializa y usa para consumo humano, por lo que debe de cumplir con las normativas más estrictas.

Figura 7. Logo de Purificadora "El Carrizo" en Casa Blanca



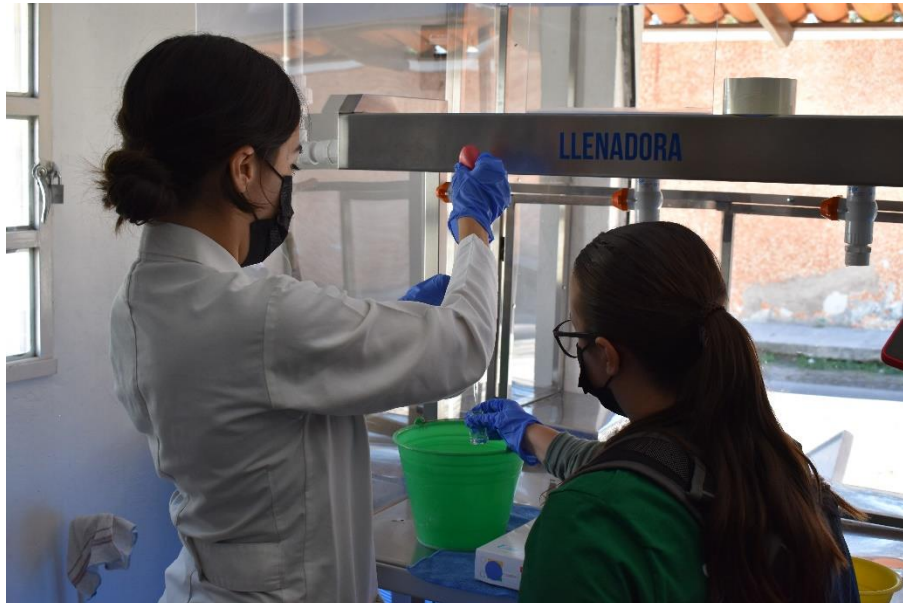
Fuente: Elaboración propia.

Ríos Vivos tiene como tarea no solo cuidar el aspecto físico de las purificadoras, ya sea mediante reparaciones, instalación de bombas, corrientes eléctricas, construcción de tanques de almacenamiento, trabajos de herrería, entre otros, sino mantener al día los permisos necesarios para su operación, para lo cual es necesario un constante monitoreo, así como la creación de informes sobre los resultados de la calidad del agua.

1.3.2.3 Monitoreo

Este eje se encuentra relacionado con los anteriores, ya que es gracias al monitoreo que se puede comprobar la efectividad de los tratamientos y la calidad de agua que se genera. Entre las tareas necesarias para este eje se encuentran la toma de muestras tanto a la entrada y salida de los humedales, como en las purificadoras, los filtros caseros, pozos, líneas de base, cuerpos de agua y redes de abastecimiento.

Figura 8. Muestreo en purificadora "El Carrizo".



Fuente: Elaboración propia.

Una vez tomadas las muestras, es necesario llevarlas a los laboratorios correspondientes, para obtener los resultados, que se interpretan y comunican a las comunidades a través de Ríos Vivos. Desafortunadamente, hay pocas personas capacitadas para el muestreo e interpretación de los resultados, por lo que se busca capacitar a personas interesadas para que puedan colaborar en este rubro.

Finalmente, se busca ampliar el rango de parámetros medidos, con el apoyo de personas expertas de universidades como ITESO, la Universidad de Stuttgart y Berkeley.

1.3.2.4 Gestión comunitaria

Una de las actividades de Ríos Vivos dedicadas a promover la gestión comunitaria es seguir apoyando con estrategias educativas. Esto a través de la planeación e impartición de clases y talleres para las infancias en comunidades como La Noria y Ojo de Agua. Asimismo, se busca planear clases de historia para la comunidad de Casa Blanca con el propósito de fortalecer las bases del recién creado Concejo Indígena.

Figura 9. Momento de la votación llevada a cabo para la creación del Concejo Indígena de Casa Blanca



Fuente: Elaboración propia.

Además, se busca monitorear los tiempos de sequía del año 2024 y realizar una revisión periodística y de campo con años anteriores para realizar un mapeo de las zonas y fechas más afectadas. Para esto, así como para el resto de las actividades es necesario buscar contactos en las comunidades, planear y ejecutar este proyecto, así como la manera más adecuada de comunicar los resultados obtenidos.

Por último, para facilitar la gestión de los proyectos planeados, se están creando comités del agua en las diferentes comunidades con las que trabaja Ríos Vivos. Estos facilitarán la comunicación de posibles problemáticas que surjan en la comunidad y apoyarán en el seguimiento de los proyectos pertinentes para trabajar en pro de los objetivos de Ríos Vivos

1.3.2.5 Estructura de soporte

Además de las tareas para llevar a cabo los objetivos específicos, las cuales se dividieron en ejes, se vio la necesidad de desarrollar una estructura de soporte. Esta busca hacer posible la articulación de los ejes de Ríos Vivos a través de la facilitación de insumos, la sistematización, la consolidación de un equipo de trabajo, la rendición de cuentas y la vinculación estratégica.

Entre las actividades que se identificaron se encuentran la elaboración de informes, las vivitas a comunidades, la realización de cotizaciones y gestiones para realizar obras civiles, la articulación de actividades con actores externos, el registro y almacenamiento de material gráfico, la planeación de reuniones, llevar el seguimiento de los gastos, la obtención de más recursos y la resolución de conflictos.

1.4 Identificación de las Problemáticas

Una vez conocido el contexto bajo el que se desarrolla este Proyecto de Aplicación Profesional, se buscó identificar las posibles áreas de oportunidad para incidir positivamente sobre este. Para esto, fue necesario identificar las problemáticas actuales, las cuales se dividieron según su especificidad; siendo estas correspondientes a la cuenca alta del río Santiago, a los escenarios PAP en los que se trabajó este semestre y finalmente a la organización de Ríos Vivos.

1.4.1 Problemáticas en la cuenca alta del río Santiago

Como se desarrolló en la sección sobre el contexto hidro-social de la cuenca alta del río Santiago (sección 1.2), la realidad actual en este espacio ha sido posibilitado por una infinidad de componentes políticos, sociales, económicos y ambientales. No obstante, en este Proyecto de Aplicación Profesional el enfoque principal se encuentra en prevenir y el deterioro de esta cuenca, el cuales puede ser explicado por siete factores principales de acuerdo con Corona (2021):

- 1) Crecimiento urbano desordenado y acelerado: El crecimiento urbano implica la modificación de los espacios naturales, retirando vegetación que ayuda a retener agua en el suelo. Además, la introducción de materiales como concreto para pavimentar las calles también afecta al ciclo del agua, dificultando su reingreso a los mantos acuíferos (Konrad, 2003). Esto es de especial gravedad en tiempos de lluvias, ya que, al no poder entrar al subsuelo, esta provoca desbordamientos en los drenajes, llevando a inundaciones con materia fecal en fraccionamientos como La Azucena (Corona, 2021).
- 2) Descargas de aguas domésticas sin saneamiento adecuado: A pesar de que cada municipio tiene destinado presupuesto para el correcto tratamiento de las aguas residuales domésticas, hay una gran cantidad de comunidades que no cuentan con la infraestructura necesaria para hacerlo. Este era el caso de Casa Blanca, cuyas aguas domésticas se descargaban directamente al río Santiago antes de que se construyera el humedal de tratamiento de agua. Las aguas domésticas sin tratar causan efectos negativos al medio donde son desechados debido a que contienen materia orgánica que fomenta la eutrofización del agua, microorganismos patógenos, químicos provenientes de detergentes y medicamentos entre otros (Instituto del Agua, 2024).

- 3) Descargas de aguas industriales sin saneamiento adecuado: La cuenca empezó a recibir industrias como empresas textiles, una fábrica de Nestlé, un molino de harina, entre otras desde finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. De esta manera, en 1967 se creó el Corredor Industrial Ocotlán-El Salto, el Corredor Industrial El Salto y el Parque Industrial Guadalajara, los cuales siguieron viendo la llegada de cada vez más empresas. Asimismo, a finales del siglo XX, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte facilitó la entrada de cerca de 400 industrias más (Corona, 2021). Así pues, el interés político de atraer cada vez más empresas a la zona ha hecho posible que las regulaciones del vertido de sus desechos sigan siendo laxas o ni siquiera se hagan efectivas por falta de un monitoreo y procesos de transparencia adecuados (Mata Loera, 2020). Asimismo, además de los residuos de las empresas cercanas al río Santiago, al ser alimentado por el río Zula, el Santiago también recibe los desechos de las industrias que vierten sus descargas a este (Corona, 2021).
- 4) Arrastre de lixiviados y residuos sólidos: Los sitios de disposición final de residuos de la Zona Metropolitana de Guadalajara consta de varios vertederos urbanos y clandestinos. El relleno sanitario de Los Laureles, por ejemplo, se encuentra a dos kilómetros del río Santiago y se declaró su cierre en 2021 por su funcionamiento irregular y daño medioambiental. La sociedad civil ha probado a través de análisis de calidad del agua y registros audiovisuales que existen escurrimientos y fugas de los lixiviados de este relleno, mientras que la empresa encargada de su manejo, Caabsa, afirma que solo se ha tratado el 16% de los lixiviados almacenados. No obstante, a pesar de su cierre, los lixiviados se siguen generando y liberando con la llegada de lluvias (Torres, 2021).
- 5) Arrastre de desechos de actividad ganadera y rastros municipales: La industrialización de la ganadería ha llevado a la producción masiva de desechos animales por parte de las granjas y rastros. Además, los fluidos producidos por los animales no solo contienen una gran carga de nutrientes que contribuye a la eutrofización de los cuerpos de agua como el río Santiago, sino que también se encuentran cargadas con antibióticos, microorganismos patógenos, metales y hormonas (Gržinić et al., 2023). Estos residuos son capaces de contaminar el aire, el agua y el suelo con el que entran en contacto, por lo que es necesario darles un tratamiento adecuado que pocas veces es llevado a cabo por falta de regulación adecuada.
- 6) Arrastre de residuos de actividad agroindustrial: El sector agrícola lleva presente en la cuenca del río Santiago desde mucho antes que las grandes empresas, cuando los programas y leyes ambientales eran mucho más ambiguos o hasta inexistentes. Por este motivo, por mucho tiempo no hubo regulaciones en cuanto al manejo y disposición de los residuos de fertilizantes ni pesticidas, los cuales suelen tener una estructura compleja difícil de biodegradar. Esto, aunado a la falta de inspección adecuada, ha contribuido al deterioro de la calidad del agua (Corona, 2021).

- 7) Deseccación de humedales: Con la llegada de nuevos habitantes y trabajadores a la zona, el territorio abarcado por el río se fue modificando. De acuerdo con Marisa Yáñez, activista miembro de Ríos Vivos, Un Salto de Vida y habitante de las Pintas en El Salto, a la par de las nuevas construcciones en su comunidad, también se iban plantando árboles con grandes requerimientos de agua, por ejemplo, eucaliptos. De esta manera, el flujo del río fue disminuyendo lentamente por algunas zonas, dejando terrenos que se rellenaron para que fueran aprovechables para la industria y la construcción de fraccionamientos. Esto, junto con el entubamiento de grandes cantidades de agua, fue cambiando el curso natural del agua, de manera que esta fue perdiendo su contacto con humedales y otros ecosistemas que ayudaban a limpiarla naturalmente.

Finalmente, es importante recalcar que la contaminación causada en la cuenca trae a su vez más consecuencias, entre las que se encuentran la pérdida de biodiversidad, la disminución de sustento para las comunidades pesqueras, la falta de acceso a agua potable, el aumento de enfermedades y malestares en la población y por lo tanto el deterioro de su calidad de vida.

1.4.2 Problemáticas en el escenario

Para entender las problemáticas que acontecen en el escenario del presente proyecto que tuvo desarrollo en los alrededores que comprenden a la cuenca alta del río Santiago (CARS) principalmente en las comunidades de Juanacatlán y Casablanca, en la sección 1.2 Contexto hidrosocial de la cuenca alta del río Santiago se da una introducción a estas problemáticas, no obstante, se detallaran de una forma más completa y dando enfoque a lo reflejado y expuesto por la comunidad en esta sección.

La comunidad de Casa Blanca enfrenta diversas problemáticas, destacando el conflicto generado por el proyecto de construcción de una terminal de combustibles de la empresa IEnova Petrolíferos VI, S. de R. L. de C.V. Los habitantes expresan preocupación por el despojo de tierras, la contaminación ambiental y las enfermedades asociadas a los vapores de combustibles como benceno, tolueno y xileno. Estos compuestos químicos, según investigaciones, pueden provocar serios problemas de salud como cáncer, enfermedades renales, alteraciones hematológicas y problemas de fertilidad (Legorreta, 2020).

Adicionalmente, se temen accidentes como explosiones, incendios y derrames, los cuales podrían generar una contaminación significativa en los recursos de agua, suelo y aire, afectando la calidad de vida de la comunidad. El proyecto también amenaza con alterar la dinámica social y ambiental de la zona debido a su impacto industrial (Reza, 2020).

Por otro lado, la ubicación estratégica de Casa Blanca por su cercanía al paso del tren resalta su vulnerabilidad a ser vista como un espacio de valor comercial e industrial más que comunitario, aumentando la percepción de despojo y desplazamiento de sus habitantes (Reza, 2020).

En Juanacatlán, las principales problemáticas están ligadas a la contaminación del río Santiago y a proyectos industriales como la Termoeléctrica La Charrería, que exacerbaban los problemas ambientales y de salud en la región. Desde 2019, la termoeléctrica ha generado tensiones en la comunidad, aunque la falta de tiempo y energía por parte de los habitantes limita su capacidad para organizarse y exigir soluciones (Corona, 2021).

El impacto en la salud es particularmente alarmante. En un estudio realizado en 2020 se documentaron 4,254 casos de enfermedades relacionadas con contaminación y 1,430 muertes en los últimos 12 años, siendo los niños los más afectados. Entre las alteraciones detectadas se encuentran altos niveles de plomo en sangre (93.8% en los niños de Juanacatlán), creatinina elevada y exposición a benceno, una sustancia altamente cancerígena. Esto también afecta sus capacidades cognitivas y su rendimiento académico debido a los efectos neurotóxicos (El Informador, 2020).

Aunado a esto, las alteraciones hematológicas son frecuentes, afectando a más del 60% de los niños de la comunidad, lo que refleja una grave crisis de salud pública vinculada a la contaminación del agua, aire y suelo. El deterioro de los recursos hídricos también es motivo de gran preocupación, ya que el río Santiago, históricamente fuente de vida, ahora representa un riesgo para la salud (Mullally, 2020).

La construcción de la terminal de combustibles en Casa Blanca y la operación de la termoeléctrica en Juanacatlán son ejemplos de cómo los proyectos industriales pueden amenazar el bienestar de estas comunidades. Estos desarrollos suelen llevarse a cabo sin consultas previas y con beneficios económicos que no se reflejan en la población local.

El despojo de tierras y el riesgo de desplazamiento forzoso son preocupaciones reales, especialmente para quienes dependen de la agricultura o poseen tierras comunales. Además, la instalación de industrias aumenta la vulnerabilidad ambiental y social al introducir riesgos de contaminación, accidentes industriales y pérdida de control sobre los recursos naturales.

La falta de regulación adecuada y de espacios para la participación ciudadana perpetúa estas dinámicas, dejando a las comunidades en una posición de desventaja frente a intereses corporativos y gubernamentales.

Ambas comunidades enfrentan retos importantes en términos de acceso a agua potable, infraestructura médica y saneamiento adecuado. La contaminación de las fuentes de agua obliga a muchas familias a depender de agua embotellada, lo que representa un gasto significativo para quienes ya enfrentan condiciones económicas desfavorables.

En cuanto a salud, la falta de infraestructura médica especializada agrava las consecuencias de la exposición a contaminantes. Las enfermedades vinculadas a la contaminación, como cáncer, insuficiencia renal y problemas hematológicos, requieren tratamientos costosos y complejos que no están disponibles localmente. Esto genera una doble carga para las familias: el costo económico de la atención médica y la pérdida de calidad de vida.

La exclusión de las comunidades de los procesos de toma de decisiones relacionadas con los proyectos industriales y el manejo de recursos naturales es un problema estructural. La mayoría de los habitantes no son consultados sobre los impactos que estos desarrollos tienen en su territorio, y en muchos casos, ni siquiera son informados de manera adecuada sobre los riesgos que enfrentan.

Esto genera desconfianza hacia las autoridades y las empresas, dificultando la construcción de soluciones colectivas. Además, la falta de información y herramientas limita la capacidad de las comunidades para organizarse y defender sus derechos, perpetuando un ciclo de imposición y marginalización.

1.4.3 Problemáticas en la organización

Es de suma importancia tener claridad en que conforme se vaya avanzando en un proceso de consolidación de este tipo de proyectos, diversas problemáticas vinculadas al desarrollo, mantenimiento y gestión de la infraestructura proyectada puedan surgir. Identificar con claridad estos desafíos resulta fundamental para abordarlos de manera oportuna y eficaz, permitiendo así que las iniciativas no sólo se mantengan operativas, sino que también puedan llegar a cumplir sus objetivos a largo plazo.

De acuerdo con Corona (2024), algunas de las principales problemáticas que se han presentado dentro de la organización son:

- a) **Desarrollo de infraestructura:** desde la gestión de cada proyecto concreto con las comunidades, los permisos y gestiones de la construcción en sí, el diseño y proyección, ya que, al momento de proponer ideas para los proyectos, se han tenido intereses diferentes, lo que muchas veces ha vuelto complicado comenzar a desarrollar el proyecto.
- b) **Mantenimiento de infraestructura:** este rubro es bastante amplio, pues puede incluir faenas en humedales, trabajos de herrería, plomería, albañilería, electricidad, etcétera, porque en muchas ocasiones, las personas involucradas cuentan con poco tiempo disponible.
- c) **Gestión comunitaria de purificadoras:** este rubro incluye lo necesario para garantizar el sostenimiento y funcionamiento de las purificadoras en las comunidades en las que fueron instaladas.
- d) **Espacios para generar, compartir e intercambiar saberes y experiencias en torno al agua en las localidades que colindan con el río Santiago y Chapala:** Al no propiciar este tipo de espacios, se limita el aprendizaje colaborativo en comunidades cercanas al río Santiago y Chapala para apropiarse de las soluciones y adaptarlas.

De esta manera, el PAP puede desempeñar un papel clave en la atención de estas problemáticas colaborando en conjunto con los actores de las respectivas comunidades, mediante el uso de herramientas y metodologías apropiadas, se busca contribuir a soluciones efectivas y sostenibles, fortaleciendo la capacidad local para enfrentar y resolver los retos que acompañen a la consolidación de estos proyectos.

2. PLANEACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el marco de este proyecto, la sección de "Planeación de Alternativas" tiene como objetivo presentar y detallar las propuestas de entregables y trabajos desarrollados a lo largo del semestre, orientadas a atender las necesidades específicas de la organización Ríos Vivos. La selección de los productos y actividades se fundamentó en un análisis integral de las prioridades y objetivos de la organización, buscando fortalecer su labor de conservación y monitoreo ambiental en las comunidades.

Durante este proceso, se han identificado y abordado diversas áreas clave de trabajo, las cuales se han estructurado en varios frentes específicos:

- I. La elaboración de material didáctico para la educación ambiental.
- II. La capacitación de metodología de monitoreo en comunitarios.
- III. Desarrollo de reporte sobre las actividades de monitoreo.
- IV. Creación de material audiovisual.
- V. El diseño y construcción de infraestructuras útiles a las comunidades o para humedales.

Cada una de estas alternativas fue pensada para aportar soluciones concretas y adaptadas a las necesidades de la organización. A continuación, se detallan los entregables propuestos y las actividades asociadas.

2.1 Elaboración de material didáctico

Uno de los principales retos en el desarrollo de proyectos sociales que buscan involucrarse en comunidades establecidas es proporcionar la información de la manera óptima, adecuada y comprensible. A lo largo de su trayectoria, Ríos Vivos ha mantenido como objetivo primordial la divulgación científica entre las comunidades donde está presente. Para lograr esto, ha implementado diversas estrategias, como foros de escucha, sesiones informativas y apoyo en la organización de reuniones, buscando siempre fomentar un diálogo constructivo.

La elaboración de material didáctico complementa estos esfuerzos, ya que proporciona herramientas adicionales para facilitar el aprendizaje. Al ofrecer elementos físicos que permiten una visualización más clara y accesible, se logra no solo captar la atención de la comunidad, sino también asegurar que el conocimiento adquirido perdure en el tiempo.

Esta sección da continuidad a los materiales didácticos desarrollados durante el semestre pasado, primavera de 2024, y da inicio a la creación de nuevos recursos. A continuación, se presentan los proyectos de material didáctico que se enmarcan en esta sección:

- a) **Maqueta de Humedal:** Una representación tridimensional que ilustra el funcionamiento básico de los humedales.
- b) **Actualización de catálogo de parámetros:** Nueva estructura de diseño que evalúe, ajuste y homogenice la información ya recuperada y añadida.
- c) **Informe para lona informativa de microcistinas:** Un informe que será utilizado para realizar un recurso visual que educa sobre los peligros y características de las microcistinas.

Estos materiales no solo son herramientas educativas, sino que también buscan empoderar a las comunidades dándoles herramientas de defensa a partir del conocimiento.

2.1.1 Maqueta de humedal construido

Como se ha mencionado anteriormente, Ríos Vivos cuenta con una línea de trabajo centrada en la investigación y el desarrollo de métodos alternativos para el tratamiento del agua, siendo uno de sus proyectos más ambiciosos la creación de humedales artificiales.

Los humedales de Juanacatlán y Casablanca fueron construidos en espacios generosamente proporcionados por las comunidades. Esto significa que estos sistemas pertenecen enteramente a las comunidades, por lo que es fundamental comunicar adecuadamente la justificación para su implementación.

Ríos Vivos ha mantenido un estrecho intercambio de información con ambas comunidades para explicar la justificación, fundamento, utilidad y finalidad de los humedales. Además, se asegura de mantener una actualización continua sobre su estado y funcionamiento. Sin embargo, desde hace varios años, ha surgido la idea de contar con material didáctico que facilite la comprensión de los fundamentos de los humedales entre los miembros de las comunidades.

Con esta idea en mente, se ha decidido desarrollar una maqueta funcional de un humedal subsuperficial de flujo horizontal, similar a los existentes en Juanacatlán y Casablanca. La planificación de este proyecto se basa principalmente en los siguientes aspectos:

Conceptualización de la Maqueta

Se busca crear una maqueta funcional que ilustre el proceso de clarificación de pequeñas cantidades de agua. Esta maqueta debe representar un humedal subsuperficial de flujo horizontal, incluyendo sus componentes esenciales: fosa séptica previa al humedal, sistema de distribución de agua, medio de tratamiento (humedal), control de nivel y sitio de descarga.

Diseño Estructural

A partir de la conceptualización, se desarrollará el diseño de las dimensiones principales de la maqueta, asegurando que sean adecuadas para un manejo sencillo y transporte. Esta etapa incluye la elaboración de planos, la selección de materiales, el ensamblaje y pruebas de funcionamiento para garantizar su eficacia.

El desarrollo de esta maqueta funcional de un humedal subsuperficial de flujo horizontal no solo beneficiará a las comunidades de Juanacatlán y Casablanca, sino que también ofrecerá importantes ventajas en términos de divulgación científica en una variedad de sectores. Como material didáctico, la maqueta puede servir como una herramienta efectiva para educar a estudiantes en escuelas y otras comunidades sobre la importancia de los humedales y su papel en el tratamiento del agua.

Además, su diseño tangible facilitará la comprensión de conceptos complejos, permitiendo que tanto niños como adultos visualicen el funcionamiento y la estructura de estos sistemas. Esto puede ayudar a inspirar a otras comunidades a considerar la implementación de humedales artificiales en sus propias localidades, contribuyendo así a la mejora de la calidad del agua y a la sostenibilidad ambiental.

Figura 10. Ríos Vivos y la Utilización de material Didáctico



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la maqueta puede ser utilizada en talleres, ferias ambientales y eventos comunitarios, ampliando su alcance y promoviendo el diálogo sobre la gestión del agua y la conservación de ecosistemas.

2.1.2 Catálogo de Parámetros actualizado

Como seguimiento al *Catálogo de Interpretación de Parámetros para Comunidades* iniciado en primavera 2024, se propone su nueva versión en función de valorar y sinterizar su información – consistencia y estructura– y atribuirle un formato congruente con su lectura –propia de un catálogo– con el objetivo de eficientar su comprensión implementando criterios de evaluación como: credibilidad, actualidad, relevancia, objetividad, precisión, contenido, alcance, etc.; y de diseño editorial como alineación, repetición, contraste, balance, estilo, estructura, tipografía, color, jerarquía, imágenes, gráficos, etc.

2.2 Monitoreo y calidad del agua

El objetivo principal de esta sección fue informar sobre la situación actual de la calidad del agua y hacer el proceso de monitoreo replicable. Para esto, se buscó elaborar entregables a través del registro y la estandarización de todos los pasos que implica el proceso de monitoreo. Como se mencionó previamente, parte fundamental del trabajo de Ríos Vivos es verificar la eficacia de las estrategias de tratamiento de agua aplicadas en las diferentes comunidades. De esta manera, para medir el efecto de los tratamientos y asegurar la calidad del agua en puntos estratégicos como pozos y cuerpos de agua superficiales, es necesario monitorear diferentes parámetros de manera periódica.

2.2.1 Desarrollo de un plan de muestreo

Dentro de las actividades realizadas por Ríos Vivos, no existe registro de una metodología de muestreos y análisis realizados actualmente, por lo que surge la necesidad de definir un plan de monitoreo para obtener datos relevantes. En este plan, se busca definir los parámetros a medir, la periodicidad y buenas prácticas de muestreo, así como el protocolo de análisis e interpretación de resultados. Con este, se busca estandarizar las prácticas utilizadas para el monitoreo de la calidad del agua, lo cual se espera que facilite la capacitación para el muestreo y análisis para las personas dentro del colectivo, promoviendo a su vez la gestión comunitaria del proyecto.

Este primer entregable busca sentar las bases para empezar a desarrollar el plan de monitoreo para la calidad de agua de Ríos Vivos. Su propósito es estandarizar la toma de muestras para hacer el proceso de monitoreo replicable no solo para las siguientes generaciones PAP, sino también para que otras personas interesadas puedan aprender a llevar a cabo el monitoreo de su agua, fomentando así la autogestión de este recurso.

2.2.2 Sesión de capacitación presencial

Como se menciona en la sección de actividades de la organización, Ríos Vivos ha impulsado el desarrollo de purificadoras locales y la implementación de filtros caseros en varios puntos de acceso al agua en diversas comunidades.

Las purificadoras han sido cruciales para la recuperación de independencia en el acceso al agua para las comunidades de Casablanca y La Cañada, facilitando el acceso a agua potable a precios significativamente más bajos que los ofrecidos por marcas comerciales. Asimismo, los filtros caseros han sido una herramienta clave para garantizar la seguridad respecto a la calidad del agua que consumen los habitantes de diferentes comunidades.

Figura 11 Purificadora El Carrizo en Casablanca



Fuente: elaboración propia

Es fundamental reconocer que estos proyectos requieren un control continuo. En el caso de las purificadoras, la norma NOM-201-SSA-2015 establece la frecuencia de control sanitario del agua destinada al consumo humano. Esta norma específica una frecuencia mínima de análisis del agua producida, conforme a lo establecido en el Cuadro 1 de la misma de la figura que se muestra a continuación, además que exige la documentación de los resultados en bitácoras o registros (DOF, 2015).

Figura 12 Cuadro 1: Frecuencia mínima de análisis de agua y hielo

ESPECIFICACIÓN.	FRECUENCIA.
Organolépticos y físicos.	Mensual.
Coliformes totales.	Semanal.
Metales, metaloides y compuestos inorgánicos.	Anual.
Compuestos orgánicos sintéticos.	Anual.
Desinfectantes.	Cada cuatro horas.
Subproductos desinfección.	Anual.
Radiactivos.	Cada cinco años.

Fuente: SEMARNAT, 2015

El monitoreo constante de los parámetros de calidad del agua es esencial para garantizar la certeza y seguridad en la calidad del agua producida y consumida. Esta implementación permite identificar problemas en la línea de tratamiento para su corrección oportuna.

Referente a los filtros caseros, su funcionamiento se basa en hacer pasar agua con sólidos a través de un sistema poroso que bloquea el paso de contaminantes. Algunos filtros fomentan la formación de microorganismos que degradan contaminantes a través de procesos biológicos. Sin embargo, con el tiempo, los poros de estos filtros se obstruyen, lo que provoca que el medio filtrante se sature y dificulte el flujo del agua. Este colapso en la eficiencia no solo reduce el caudal, sino que también puede comprometer la integridad del filtro, desgastando sus secciones y creando espacios que permiten la entrada de contaminantes previamente retenidos (Agua Óptima, 2022).

Por ende, todos los filtros, ya sean caseros o de alta tecnología, tienen un tiempo de mantenimiento y una vida útil definidos. Estos filtros se desgastan con el uso y deben ser reemplazados, ya sea en su medio filtrante o en su totalidad, después de un período determinado para asegurar que el agua que producen mantenga una calidad adecuada (Agua Óptima, 2022).

Figura 13 Filtros caseros en Ojo de Agua



Fuente: elaboración propia

Ante estas problemáticas, se destaca la importancia de un monitoreo continuo para asegurar el correcto funcionamiento de estos sistemas. Con base en esta necesidad y en el marco del trabajo de divulgación científica de Ríos Vivos, se decide realizar actividades que busquen brindar a las comunidades los conocimientos técnicos para poder dar continuidad a estos proyectos.

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos de Ríos Vivos es contribuir al fortalecimiento de procesos de autogestión de potabilización del agua y su monitoreo en las comunidades que colindan con el río Santiago y Chapala mediante la gestión, capacitación y acompañamiento en la construcción de alternativas, estrategias e infraestructura para garantizar el derecho humano al agua. Con este fin, se realizó una sesión informativa en las comunidades de La Cañada.

La sesión informativa se planeó con el objetivo de capacitar a las personas de la comunidad para que puedan comprender e implementar diferentes metodologías científicas sencillas que les permitan evaluar la calidad de aguas. De esta manera, podrán conocer la manera de detectar y cuantificar los principales contaminantes presentes en su agua, ya sea agua de los filtros caseros, agua de la llave, agua de pozo u otras fuentes. Previo a la primera sesión informativa en La Cañada se acordó dividir la sesión de la siguiente manera:

El primer evento serán las pruebas microbiológicas, para realizar estas pruebas se necesita más de una persona, por lo cual nos dividiremos en equipos de dos a tres personas, donde cada equipo presentara una de las pruebas, *E. coli*, *Salmonella* y coliformes. A su vez, cada equipo presentara su prueba.

En la explicación introductoria, se ofrecerá una descripción básica del equipo de laboratorio, abordando qué es, para qué sirve y detallando de manera sencilla el funcionamiento de la bolsa y el polvo reactivo. A continuación, se enfatizará la importancia de realizar esta prueba de calidad del agua, destacando las implicaciones de la presencia de microorganismos y la relevancia de la *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. entre otros puntos importantes. También, se explicará el alcance de la prueba, especificando qué tipo de información proporciona, los microorganismos que es capaz de detectar y la interpretación de cada color en los resultados.

En la exposición de la metodología, se empezará con una prueba control para explicar su propósito y relevancia. La metodología será presentada en vivo e incluirá pruebas con agua limpia o "negativo seguro" (agua de una botella) y un "positivo seguro". Finalmente, se realizará una prueba con agua proporcionada, en caso de que esté disponible, para observar y comparar los resultados.

Para el cierre se explicará como almacenar las muestras, el tiempo que tardan las pruebas en dar el resultado y se repartirá el material necesario para que repliquen estas pruebas por su cuenta.

Pasando al segundo evento, se realizarán las pruebas con la pluma multiparámetro. Después de una breve introducción sobre su funcionamiento y relevancia, se realizarán pruebas para cada parámetro que mide el equipo: pH, temperatura, sólidos disueltos totales (SDT) y conductividad eléctrica. Un encargado explicará cada prueba, su procedimiento y su importancia, así como una breve interpretación de los resultados obtenidos.

El tercer y último evento será utilizando el espectrofotómetro, para esta prueba habrá dos encargados, se ofrecerá una descripción básica del espectrofotómetro, explicando qué es, para qué sirve y destacando su capacidad para medir una amplia gama de parámetros, aunque por ahora solo se cuenta con la capacidad de medir color. Se abordará cómo este equipo puede realizar múltiples mediciones de distintas propiedades del agua y otros líquidos. En la metodología se explicará específicamente el parámetro de color, que será el foco de la demostración, y se discutirá su importancia en el análisis de calidad del agua. Se utilizarán muestras de agua de una o dos distintas fuentes para ejemplificar el proceso de medición. Finalmente, se ofrecerá una breve interpretación de los resultados obtenidos, resaltando la relevancia de esta tecnología en el análisis de laboratorio y se concluirá con agradecimientos a los asistentes.

2.2.3 Manual general para utilización de instrumentos

Para fortalecer el trabajo de divulgación científica y capacitar a las comunidades en el monitoreo constante de la calidad del agua, se identificó la necesidad de ofrecer material complementario a las sesiones informativas presenciales. Este material debe ser de fácil comprensión, para permitir que cualquier persona de la comunidad pueda medir y entender los parámetros de calidad del agua de manera autónoma.

Durante algunas sesiones de acompañamiento con las comunidades, se identificó que la información que se daba a las personas podría ser olvidada por la cantidad de pasos; aunque se buscan brindar metodologías sencillas, en conjunto se puede volver confuso. Es importante destacar que muchas personas de las comunidades no están familiarizadas con el lenguaje técnico que se usa para describir estas metodologías, por lo que es necesario generar materiales acompañados de ilustraciones, con las secciones bien definidas, usando términos de fácil comprensión o explicando conceptos necesarios.

Los manuales que serán necesarios para el correcto seguimiento del monitoreo se realizarán de acuerdo con el equipo. En este PAP se planeó generar la información necesaria para que en futuras instancias del proyecto se le dé un mejor diseño y el lenguaje se simplifique. Por lo que el enfoque de este entregable fue recopilar metodologías para poder cuantificar los contaminantes, buscando que fueran metodologías sencillas y que se pudieran realizar con los equipos que se tienen en el proyecto. Este documento se planeó como una guía bien estructurada, separada por el tipo de contaminante principalmente sin tomar enfoque en diseño o tipo de lenguaje.

2.2.4 Informe sobre microcistinas

Una de las problemáticas que se han identificado es la concientización de uno de los contaminantes más tóxicos que se encuentran en el lago de Chapala y cuerpos de agua cercanos. Las microcistinas son biotoxinas producidas por cianobacterias, en específico la más peligrosa es la microcistina-LR producida principalmente por *Microcystis aeruginosa*, teniendo un límite máximo permisible para agua de consumo de 1 ug/L según la OMS y la NOM-127-SSA1-2021. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (2003) también establece un límite recomendado de agua para uso recreativo de 2-4 $\mu\text{g/L}$ de MC-LR para mantener un riesgo bajo a posibles efectos en la salud (García-Velasco *et al.* 2018). Comunidades cercanas al lago han notado un incremento notable en la aparición de manchas verdes en el agua figura 11, lo cual es un indicador de floraciones algales.

Figura 14. Ejemplo de floraciones de cianobacterias e imagen microscópica de *M. aeruginosa*.



Fuente: (Chen & Xie, 2016)

Estudios realizados en la zona por García-Velasco *et al.* 2018 demostraron que en las floraciones la especie dominante es *Microcystis aeruginosa* y encontraron concentraciones en 5 diferentes puntos del lago de la biotoxina de entre 0.107 – 0.60 ug/L, lo cual es alarmante ya que diversos autores proponen un valor de 0.01 µg/L de MC-LR para evitar daños crónicos (García-Velasco et al. 2018). Muchas personas de la comunidad están acostumbradas a ver una coloración verde en su agua, pero no saben las implicaciones que puede tener para sus cultivos, ganado o propia salud.

En pasadas instancias del proyecto se generó un informe de investigación introductorio que sirvió para contextualizar sobre la problemática, recopilar hallazgos de trabajos previos y plantear propuestas para su muestreo, detección, cuantificación y tratamiento de estas toxinas en el contexto mexicano actual. En el proyecto actual, se busca aterrizar más esa información y exponer métodos que se han probado para tratar a las cianobacterias productoras de las toxinas mediante un informe sintetizado, el objetivo de este informe es que en futuras instancias del PAP se pueda generar un material visual, que permita transmitir la importancia de no usar el agua que cuente con floraciones algales o aplicar métodos de filtración, coagulación y floculación, para evitar la exposición aguda y/o crónica a este contaminante.

2.2.2.1 Folleto informativo sobre calidad de agua

Esta herramienta se implementa con la finalidad de informar e ilustrar los procedimientos llevados a cabo para la medición de calidad de agua, donde partimos de dos instrumentos como referencia para determinar los valores medidos, como la pluma multiparámetros y las pruebas microbiológicas.

La pluma multiparámetros es un instrumento portátil capaz de realizar una amplia gama de indicadores que determinan la calidad del agua; en este caso se utilizó para el cálculo de los valores de pH, temperatura, conductividad eléctrica y concentración de sólidos disueltos totales. Cuyo procedimiento de ejecución consta de identificar los materiales, reactivos y conocer la metodología, lo cual se desglosa en lo siguiente:

Materiales

- Muestra: En un recipiente limpio y ancho colocar la muestra.
- Toallas de papel: Pliegos de papel para secar el electrodo de la pluma multiparámetro después de que se sumerge en la muestra y se enjuague.

Reactivos

- Agua destilada: Basta con una botella que tenga un pequeño orificio en la tapa para poder liberar el agua a presión.

Metodología

1. Preparar Pluma multiparámetro.
2. Usar las flechas de la pluma multiparámetro hasta que en la pantalla aparezca “**pH**” / °C / **µS/cm** / **ppm**. Dependiendo de cada parámetro.
3. Sumergir el electrodo de la pluma multiparámetro en el recipiente con la muestra. Cuidar que la muestra no pase de la mitad de la pluma para que el agua no entre al sistema eléctrico.
4. Esperar a que el número en la pantalla de la pluma multiparámetro se estabilice.

5. Tomar nota del resultado obtenido en “pH” / °C / $\mu\text{S}/\text{cm}$ / ppm. Dependiendo del parámetro.
6. Retirar pluma multiparámetro de la muestra y volver a enjuagar el electrodo con agua destilada.
7. Con cuidado, secar el electrodo de la pluma multiparámetro y volver a taparlo.
8. Apagar pluma multiparámetro.

Las pruebas microbiológicas utilizadas constan de reactivos que funcionan reaccionando ante la ausencia o presencia de microorganismos; en este caso, cambiando de color dependiendo del tipo de microorganismo presente en la muestra. En este caso, el kit usado es capaz de mostrar la presencia de coliformes totales (color amarillento), *E. coli* (color verdoso) y *Salmonella* (color azulado).

2.3 Material audiovisual

Este apartado consta de tres entregas, donde cada una tiene relación con el objetivo de apoyar en la comunicación estratégica del proyecto Ríos Vivos, al generar contenidos con el apoyo de la comunidad universitaria, que las comunidades con las que trabaja el PAP puedan aprovechar.

El primer contenido audiovisual generado este semestre tiene la finalidad de dar a conocer la problemática que se genera en las comunidades cuando el progreso ingresa de manera sutil y comienzan a existir complicaciones que la población no logra percibir de manera agresiva. El segundo producto audiovisual tiene como finalidad comunicar y exponer las necesidades y solicitudes del colectivo Ríos Vivos, para el mantenimiento y mejoras en planes de acción en las comunidades, como donativos, apoyos en especie, etc. El último producto audiovisual tiene como finalidad, clasificar todo el contenido audiovisual generado en el año 2024, como vídeo, foto y audio de cada comunidad, evento o locación.

2.3.1 Video de denuncia

La necesidad de este video surge del conflicto legal entre la población de Casa Blanca en contra de la empresa IENOVA, la cual pretende instalar una Terminal de Refinados cerca de la comunidad. Esto supone poner a Casa Blanca en una zona de riesgo de explosión y, además, abre las puertas a que la creciente industrialización siga perjudicando a los habitantes.

Primero, con la ayuda de los maestros PAP, nos dedicamos a aprender sobre el contexto y entender el porqué del proceso legal que se estaba llevando a cabo. Esto inició el semestre pasado, con la asistencia a la asamblea en Casa Blanca del 3 de febrero del 2024, en la que se habló sobre los riesgos que suponía la instalación de la terminal de IENOVA. La prensa fue a entrevistar a los habitantes sobre el proceso legal, se invitó al pueblo a tomar acción y se propuso la creación del Consejo Indígena de Casa Blanca; este suceso fue nuestro primer acercamiento y, a partir de esto, otras visitas a Casa Blanca nos dieron la oportunidad de conocer más sobre las complejidades del asunto.

Aprendimos que unas de estas complejidades son los conflictos internos que ocurren en Casa Blanca. Algunos de estos conflictos están relacionados con la oposición al movimiento social y a la búsqueda de alternativas a favor del pueblo. Parte de esta oposición a proyectos como los de Ríos Vivos y el Consejo Indígena de Casa Blanca, viene de personas a las que les conviene la industrialización que se está combatiendo. Sin especificar tanto, este tipo de divisiones internas pueden ocasionar trabas o dificultades para procesos como la batalla legal contra IENOVA y, consecuentemente, facilitar procesos como la instalación de la terminal.

Después de analizar lo anterior, se llegó a la conclusión de un posible entregable audiovisual que se propondría al Consejo Indígena de Casa Blanca y, de ser aprobado, se utilizaría como incentivo para la visibilizar el conflicto y fomentar la cohesión social entorno al movimiento de resistencia contra la terminal de combustibles. Un video cuyo público principal sería la comunidad de Casa Blanca.

Después de establecer esto, se escribieron distintos cortes del guion que se utilizaría para el video. Después de revisiones con los maestros PAP y la aprobación del Consejo Indígena de Casa Blanca, se grabó la voz que leería el guion. Posteriormente, a partir de esa voz se llevó a cabo el montaje, el cual requirió el uso de material grabado en Casa Blanca en primavera y otoño de 2024, parte de este metraje se conforma por unos videos elaborados con dron en una de las visitas de otoño.

Una vez terminado el montaje, se realizaron el diseño sonoro, la musicalización y la subtitulación del video. El corte final fue enviado al Consejo Indígena de Casa Blanca para su aprobación.

2.3.2 Video para campaña de fondeo

Como parte del segundo entregable del PAP, se planeó la realización de un video enfocado en solicitar fondos para apoyar el proyecto de Ríos Vivos, ya que su continuidad y alcance dependen de contar con un presupuesto adecuado. Para estructurar el contenido del video, organizamos una reunión con dos integrantes clave de la organización, Celeste y Majo, quienes nos buscaron directamente para solicitar nuestro apoyo en esta iniciativa.

El propósito principal del video es presentar el proyecto de Ríos Vivos de manera clara y atractiva, proporcionando una visión general de lo que hace la organización. Se decidió incluir un resumen de sus actividades principales, acompañado de ejemplos de acciones concretas realizadas, con resultados y datos específicos que evidencien su impacto. Además, el video debía detallar para qué sería utilizado el dinero solicitado, asegurando transparencia y generando confianza en los potenciales donadores.

El video está diseñado para captar el interés de empresas medianas, destacando cómo su apoyo puede contribuir al impacto positivo en el saneamiento del Río Santiago y la mejora de las condiciones de vida de las comunidades afectadas.

Como complemento al video, se propuso agregar en la página web un tríptico digital o un segmento especial que explique el proceso para realizar donaciones. Este material servirá para facilitar la participación de las empresas y otros interesados en contribuir, ofreciendo opciones claras y seguras para enviar su apoyo financiero.

Esta estrategia busca no solo recaudar fondos, sino también fortalecer la relación entre Ríos Vivos y sus aliados, posicionándola como una organización confiable y efectiva en la defensa del medio ambiente y el territorio.

2.4.3 Acervo de material audiovisual

Este entregable se formuló como apoyo para las siguientes generaciones de este PAP; creando una carpeta catalogadora exclusiva de todo el contenido audiovisual generado desde el nacimiento de este proyecto universitario. El contenido de esta carpeta va desde fotos, videos y audios, hasta un video corto documental generado en la primavera de 2024, que sirve como introducción a la problemática y a la organización Ríos Vivos.

Esta carpeta consta de contenido generado en la cuenca alta del río Santiago, en puntos específicos de Juanacatlán y Poncitlán, como Casa Blanca, La Cañada, El Salto, Las Pintas, entre otros. Este vaciado tiene la finalidad de generar una biblioteca de imágenes y videos, enriquecida para que los próximos participantes del PAP puedan recurrir a estos archivos para la creación de nuevos productos audiovisuales que ayuden a la causa. Estas carpetas se dividen en los nombres de las comunidades correspondientes y cada una consta con subdivisiones: foto y video. Actualmente cuenta con el contenido generado en primavera y otoño del 2024.

2.4 Desarrollo y construcción

En esta sección se aborda el análisis y la revisión de estudios previos relacionados con la construcción y mejora de humedales de tratamiento. El enfoque principal de esta sección se centra en el desarrollo de un centro comunitario para la comunidad de Casablanca, donde se incluye un estudio del terreno y el diseño adecuado para su implementación.

Además, se presenta el inicio del desarrollo de un humedal experimental en la comunidad de Casablanca. Por otro lado, se incluyen propuestas de mejoras en el humedal de Juanacatlán, un proyecto en curso que busca optimizar su funcionamiento y su capacidad de tratamiento.

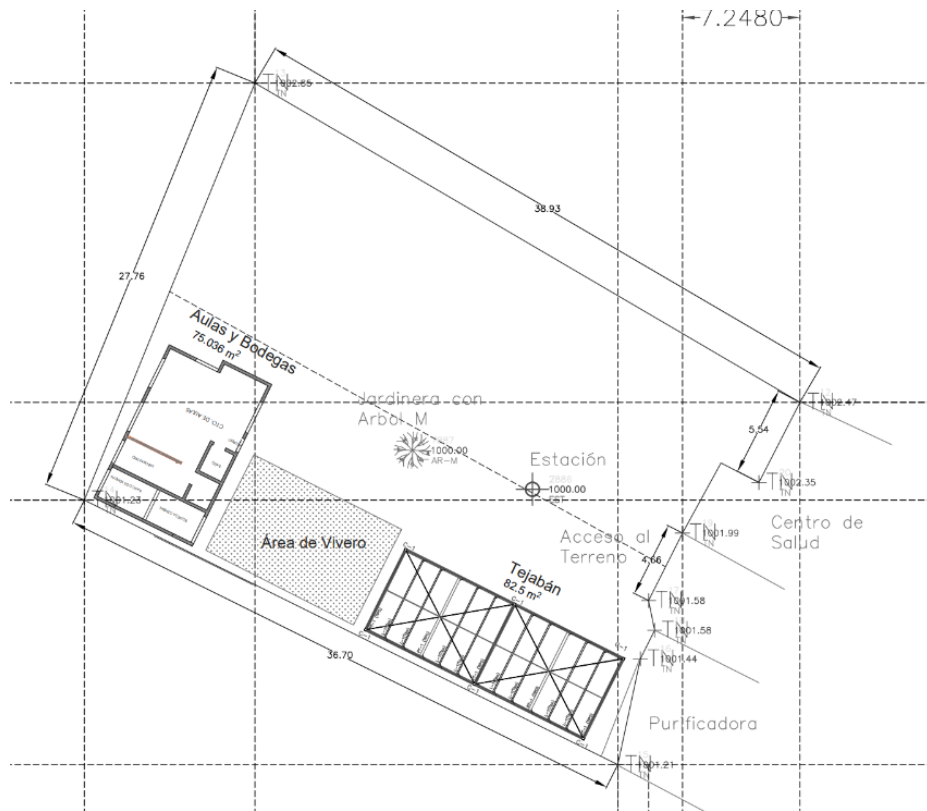
2.4.1 Diseño y memoria de cálculo de un centro comunitario en Casa Blanca

La idea de un centro comunitario en Casa Blanca tiene como principal objetivo la creación de espacios públicos que sean de utilidad y aprovechados para distintas actividades de los miembros de la localidad de Casa Blanca. Sin embargo, no se busca perder el enfoque del cuidado y el buen manejo de los cuerpos de agua. Por lo que se busca en el presente diseño y posterior construcción, una obra en donde se pueda tener un entorno natural y al mismo tiempo, proporcionar un espacio funcional y sostenible para la comunidad.

Este centro comunitario no solo servirá como un punto de encuentro para los residentes, sino que también se convertirá en un modelo de desarrollo sostenible. Se incorporarán tecnologías y prácticas ecológicas, como sistemas de captación de agua de lluvia, además de incluir nuevos usos que se le pueda dar al agua proveniente de los humedales.

Figura 15. Planos Topográficos del Nuevo Centro Comunitario en Casablanca

(Distribución de espacios)



Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, el diseño del centro comunitario incluirá áreas de viveros, aulas y un tejaban que no solo embellecerán el espacio, sino que también servirán como herramientas educativas para la conservación del medio ambiente, debido a que será un espacio abierto para toda la comunidad en donde se pueda abrir el dialogo, así como promover y fortalecer la difusión de información con respecto a cómo la población local puede tratar sus aguas y revisar la calidad de estas. Estos espacios verdes también ayudarán a mantener la biodiversidad local y proporcionarán un hábitat para la flora y faunas nativas.

Figura 16. Mediciones con Equipo Topográfico.

(Nivelación y Colocación de Estación Total)



Fuente: Elaboración Propia

El proceso de diseño del centro comunitario en Casa Blanca ha sido un esfuerzo colaborativo y multifacético. Inicialmente, se realizaron una serie de diálogos con miembros de la comunidad y del ejido para identificar sus necesidades y deseos. Esta fase participativa reveló una amplia gama de ideas, desde necesidades básicas como atención médica y espacios de reunión, hasta deseos más específicos como una farmacia viviente y un banco de semillas.

Figura 17. Recolección de propuestas de la comunidad de Casablanca.

(Lista de deseos y necesidades)



Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, el equipo del PAP analizó estas propuestas y seleccionó las más viables y beneficiosas para la comunidad. Entre estas, surgió el concepto que engloba varias ideas centradas en la sostenibilidad y la conexión con la naturaleza, el concepto incluye:

- Un vivero para la propagación de plantas locales
- Camas de cultivo para la producción de alimentos
- Una farmacia viviente con plantas medicinales
- Cultivo de plantas específicas para humedales
- Plantación de árboles nativos
- Un banco de semillas para preservar la biodiversidad local
- Un tejabán para realizar talleres y reuniones, con enfoque en el tratamiento del agua
- Instalación de malla sombra para proteger ciertas áreas

Paralelamente a este proceso participativo, llevamos a cabo estudios técnicos detallados del terreno. Realizamos mediciones con equipo topográfico de alta precisión, lo que permitió crear planos topográficos detallados. Estos planos son cruciales para entender las elevaciones, distancias y características específicas del sitio, lo que influirá significativamente en el diseño final del centro comunitario.

Figura 18. Equipo y Material utilizado para la medición de puntos topográficos, elevaciones y croquis preliminar del predio.



Fuente: Elaboración Propia.

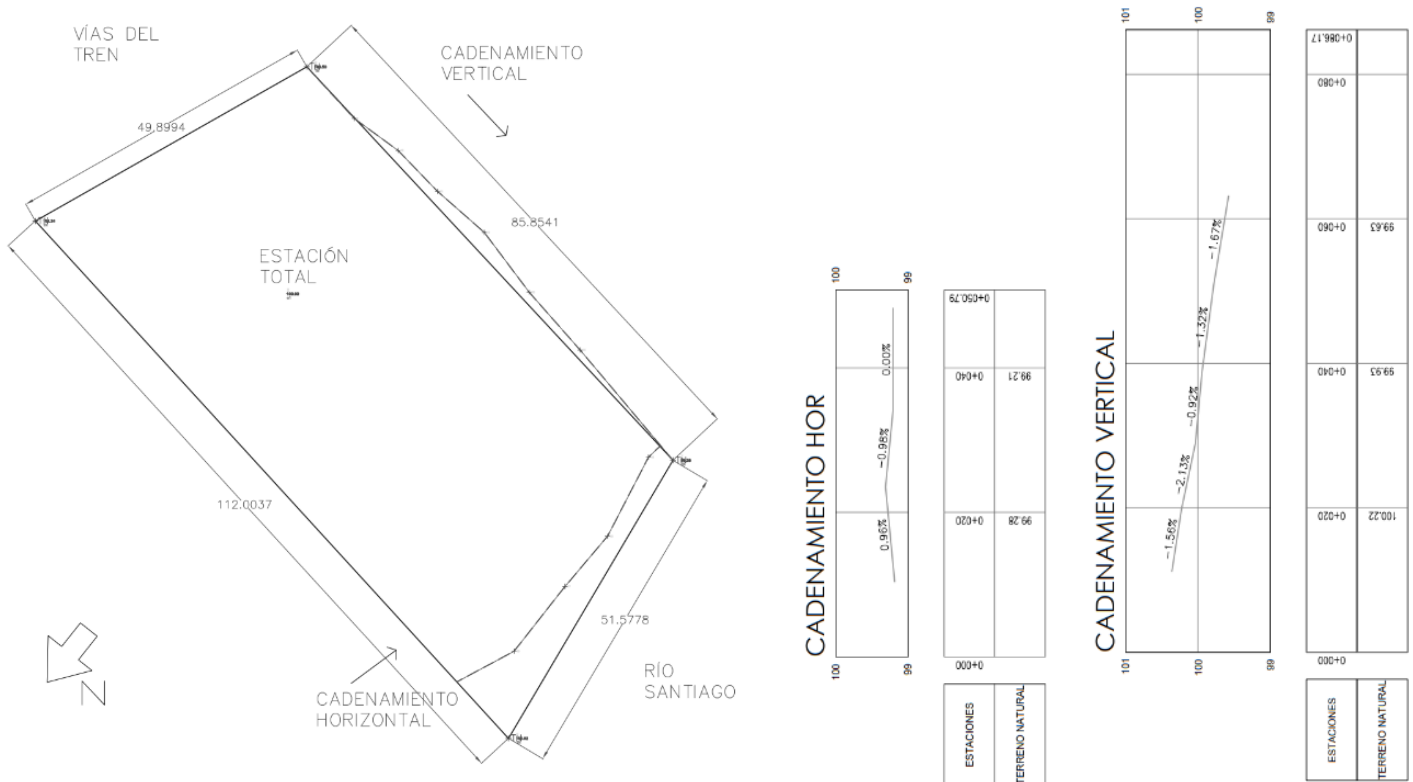
2.4.2 Diseño y memoria de cálculo de un humedal en Casa Blanca

En la comunidad de Casablanca se plantea la construcción y el diseño de un nuevo humedal experimental, con la finalidad de utilizar el agua tratada para zonas de cultivo o simplemente para reingresar el agua al río Santiago, y de esta manera reducir la cantidad de contaminantes que entra al cuerpo de agua.

Esta solución nace de la necesidad por parte de la comunidad de controlar el suministro de agua de las zonas cercanas a dicho recurso, además de observar el comportamiento del flujo de agua y analizar con diferentes muestreos la calidad de agua de distintas técnicas, materiales y vegetación. Con el propósito de tener un punto de referencia, identificando aquellas soluciones que presenten un funcionamiento eficiente y accesible, para implementar nuevas mejoras y métodos en el diseño de futuros proyectos relacionados a la creación de humedales en otras comunidades.

En el presente entregable se detallará puntualmente el diseño hidráulico de un nuevo humedal ubicado en la zona de Casablanca, en Poncitlán, Jal. México. Determinando aquellas condiciones de flujo desde la entrada hasta los diferentes compartimientos que se tendrán para el estudio de múltiples técnicas. Para ello se considera fundamental el hacer previamente a los trabajos de construcción y diseño, un levantamiento topográfico para el análisis del terreno natural de la zona y determinar de esta manera las condiciones de pendiente y geometría.

Figura 19. Planos Topográficos del terreno para el nuevo humedal en Casablanca.



Fuente: Elaboración Propia.

2.4.3 Desarrollo de propuestas de mejora en humedal de Juanacatlán

Como se menciona en la sección de las actividades de la organización, en el ámbito de investigación y metodología de tratamiento de aguas residuales alternativas, se encuentra la aplicación de humedales artificiales en dos comunidades que participan activamente junto con el colectivo.

Actualmente, Ríos Vivos gestiona dos humedales artificiales: uno en Juanacatlán, diseñado para tratar agua destinada al uso de riego, y otro en la comunidad de Casablanca, enfocado en el tratamiento de aguas residuales domésticas antes de su descarga en el río Santiago.

Es importante reconocer que los humedales artificiales son sistemas que requieren un continuo mantenimiento, además de eso, un inadecuado control de estos puede llevar a problemas constantes en su funcionamiento. A lo largo de la existencia del PAP TerritoRios y de la mano de las visitas realizadas, se han definido una serie de problemáticas “típicas”.

Estas problemáticas van desde encharcamientos por saturación en medio filtrante, alta concentración de vegetación, problemas en ingreso y salida del caudal, falta de control de nivel, vegetación no adecuada, ausencia de vegetación y más.

Figura 20 Ausencia de Vegetación en Humedales



Fuente: Elaboración Propia.

A partir de estas observaciones, es que se decide por realizar un documento histórico que se vaya enriqueciendo a partir de cada temporada de trabajos. En el mismo, se busca darle la función de archivo histórico y de evidencia en el cual cada semestre o cada oportunidad de la índole “mejora en humedales” sea estudiado y registrado en el mismo.

El documento realizado involucra las siguientes secciones:

1. Introducción: relación con la organización, importancia y utilidad del documento.
 - 1.1. ¿Qué es un humedal?: pequeña contextualización teórica del fundamento y funcionamiento de un humedal.
 - 1.2. Humedal de Juanacatlán: información técnica del humedal en Juanacatlán.

1.3. Humedal de Casablanca: información técnica del humedal en Casablanca.

1.4. Problemáticas: En esta sección se describen las problemáticas típicas identificadas en semestres pasados en ambos humedales.

2. Estudios de Mejora: Esta sección se busca que sea el corazón del documento, a partir de este punto se tiene planeada una esquematización para el procedimiento de justificación, investigación y acciones de las “Propuestas de Mejoras”.

Tabla 1 Contenido del Documento Propuestas de Mejoras

Título	Contenido
<i>Título de la propuesta</i>	Introducción de la propuesta de mejora, descripción básica de lo propuesto y justificación.
<i>Desarrollo de la investigación</i>	Investigación profunda donde se describa el criterio utilizado para la investigación y recopilación de información.
<i>Acciones a Realizar</i>	Producto final, descripción de las acciones recomendadas a partir de la investigación.

1er Estudio de Mejora

Con el documento ya estructurado, se ha iniciado el desarrollo de una propuesta de mejora enfocada en la problemática de la vegetación actual en los humedales de Juanacatlán y Casablanca, siendo el humedal de Juanacatlán el que presenta una mayor necesidad de intervención.

La correcta selección de especies vegetales en los humedales artificiales es crucial para garantizar su funcionamiento óptimo y su capacidad de tratamiento. Las plantas no solo desempeñan un papel fundamental en la filtración y purificación del agua, sino que también contribuyen a la estabilidad del ecosistema y a la biodiversidad local. En el caso del humedal de Juanacatlán, el crecimiento excesivo de ciertas especies ha generado problemas de saturación y obstrucción del flujo de agua, lo que compromete su efectividad en el tratamiento de aguas destinadas al riego, asimismo, las aguas residuales que se tratan en ambos humedales presentan concentraciones de contaminantes que requieren plantas específicas con cualidades de biorremediación.

Este tipo de intervención es vital para maximizar la capacidad de tratamiento de los humedales artificiales construidos por Ríos Vivos. Un diseño adecuado y una selección vegetal pensada no solo mejoran el rendimiento del sistema, sino que también aseguran su sostenibilidad a largo plazo. Por ello, la propuesta de mejora incluye un análisis detallado de la vegetación actual, identificando especies que podrían ser reemplazadas o controladas, así como sugerencias para la introducción de plantas más adecuadas al entorno y a las necesidades específicas del humedal.

3. DESARROLLO Y VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

En esta sección presenta la metodología desempeñada para abordar cada uno de los elementos establecidos en la planeación de alternativas. A través de un análisis detallado, se explicarán las estrategias y acciones específicas que se implementaron para optimizar los procesos identificados. Esta sección busca ofrecer una visión clara y estructurada de cómo se llevarán a cabo las mejoras propuestas, asegurando que cada paso esté alineado con los objetivos planteados inicialmente.

Las categorías de los entregables programados y descritos en esta sección se resumen en el siguiente listado:

1. Elaboración de Material Didáctico
2. Capacitación de Monitoreo a Comunidades
3. Material Audiovisual
4. Desarrollo y Construcción.

3.1 Elaboración de material didáctico

A continuación, se detalla el proceso de creación de recursos educativos diseñados para facilitar la comprensión y el aprendizaje sobre la temática referente a la calidad del agua. Esta sección incluye la metodología seguida para el producto de una maqueta del humedal, que servirá como herramienta visual para ilustrar su funcionamiento y beneficios.

Además, se describe el procedimiento seguido para la actualización del catálogo de parámetros relevantes, proporcionando información esencial sobre los indicadores de calidad y sostenibilidad. Por último, se describe a detalle los estudios realizados así como las actividades requeridas para la elaboración de una lona informativa sobre las microcistinas, que ofrece un contexto actualizado sobre esta nueva problemática, haciendo la información apta para el entendimiento de personas sin conocimiento técnicos de la materia.

3.1.1 Desarrollo de un plan de muestreo

Se crearon diferentes secciones. En la introducción se busca explicar cómo es que este entregable aporta a la estandarización del proceso de monitoreo junto con los demás documentos de esta sección.

Además, contiene una guía para identificar los sitios de muestro, la preparación de materiales y equipo, las condiciones de muestro y preservación de las muestras según la norma mexicana, cómo realizar el correcto rotulado y el transporte a los centros de análisis correspondientes para los parámetros que no se miden *in situ*.

3.1.2 Maqueta de humedal construido

La metodología empleada para la elaboración de una maqueta funcional de un humedal artificial se estructuró en varias etapas clave, cada una orientada a garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos en la fase de definición del alcance.

- i. Definición del Alcance: Se optó por diseñar una maqueta que simule el funcionamiento real de un humedal artificial. Este diseño debía ser capaz de soportar el contacto con agua y funcionar según el principio de un humedal subsuperficial de flujo horizontal. Se estableció que la maqueta permitiría la observación de los procesos de tratamiento del agua, aunque sin replicar las acciones biológicas de plantas y microorganismos presentes en un humedal real. La maqueta debía, al menos, funcionar como un sistema de filtración.

- ii. Diseño Conceptual y Básico: Con el alcance del proyecto claramente definido, se procedió al diseño conceptual y básico de la maqueta. El sistema propuesto simula un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales, iniciando el proceso en una fosa séptica, que es el primer componente del sistema. En esta fosa, el agua cruda es tratada por sedimentación, permitiendo que los sólidos pesados y de gran tamaño se depositen en el fondo.

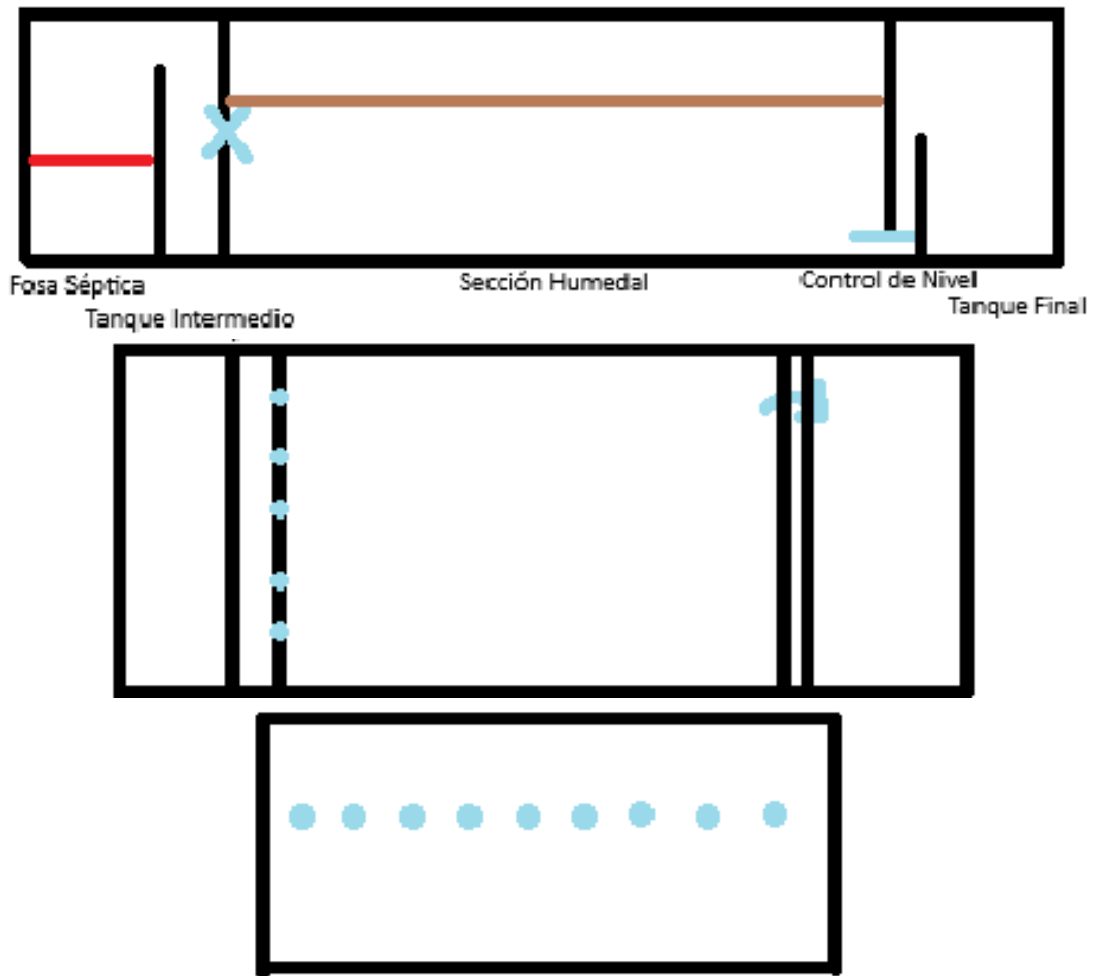
El agua tratada superficialmente se canaliza hacia un tanque intermedio mediante un vertedero, el cual permite la transferencia del efluente desde la fosa séptica. Este tanque intermedio está conectado a una pared perforada que actúa como un sistema de distribución, funcionando como "tuberías" o canaletas que dirigen el agua hacia la sección del humedal.

En la zona del humedal, se utiliza tezontle previamente lavado de tamaño medio-pequeño como medio filtrante. El agua atraviesa este sustrato y la vegetación, lo que favorece la remoción de contaminantes. El efluente sale por la parte inferior de la pared opuesta del humedal, donde una pared adicional cumple la función de control de nivel. Este dispositivo asegura que el agua permanezca a la altura adecuada en el humedal, garantizando el tiempo necesario para su tratamiento.

Finalmente, el agua tratada fluye hacia un tanque de descarga a través de un vertedero. Este tanque de descarga permite la recirculación del agua, incorporando una manguera en la pared final del humedal para redirigir el efluente hacia el sistema, completando el ciclo.

Las dimensiones, volúmenes y áreas de los componentes fueron calculados utilizando una hoja de cálculo en Excel, complementadas con bocetos iniciales y una tabla con las especificaciones finales (ver Imagen X).

Figura 21 Boceto Inicial de la Maqueta del Humedal (vista lateral, superior y pared difusora)



Fuente: elaboración propia.

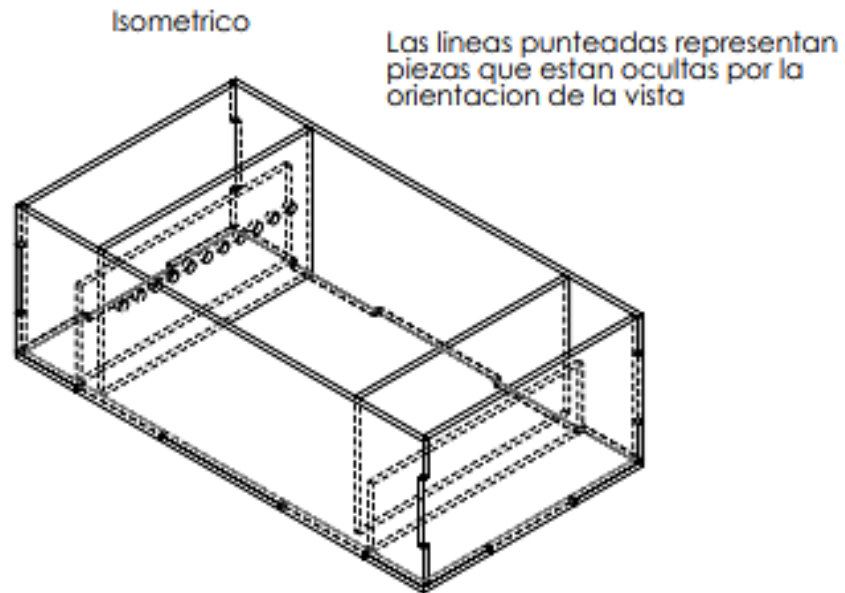
Tabla 2 Dimensiones Finales de la Maqueta del Humedal

Concepto	Valor	Unidad
Dimensiones Generales		
Longitud útil	45	cm
Ancho útil	25	cm
Altura total	15	cm
Tanque Séptico		
Longitud	6	cm
Ancho	25	cm
Altura vertedor	10	cm
Volumen	1406	cm ³
Tanque Intermedio		
Longitud	2	cm
Ancho	25	cm
Altura pared	15	cm
Altura de orificios	9	cm
Espacio entre orificio	2	cm
Se debe dejar un espacio al inicio de 2.5 cm y al final de 2.5 cm		
Diámetro del orificio	1	cm
Numero de orificios	9	
Volumen	450	cm ³
Sección humedal		
Longitud	30	cm
Ancho	25	cm
Altura pared	14	cm
Altura útil	8	cm
Espacio en fondo	1	cm
Volumen	6000	cm ³
Control de Nivel		
Longitud	1	cm
Ancho	25	cm
Altura pared	7	cm
Volumen	175	cm ³
Tanque Final		
Longitud	6	cm
Ancho	25	cm
Altura pared	15	cm
Altura util	7	cm
Volumen	1116	cm ³
Volumen Total	9147	mL
Volumen Total	9	L

Fuente: Elaboración propia.

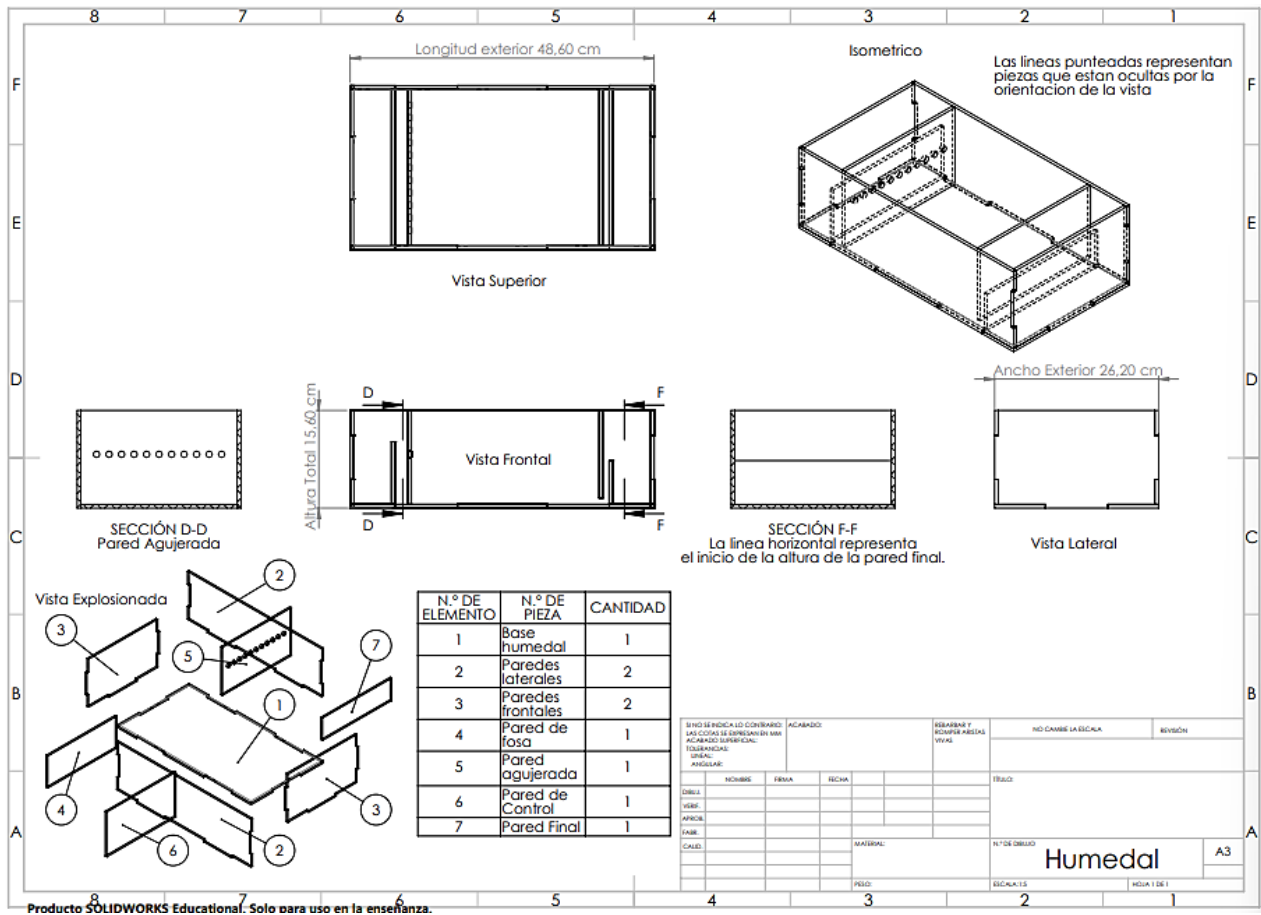
- iii. Selección de Materiales y Diseño en SolidWorks: Una vez definidas las dimensiones y el funcionamiento del humedal, se seleccionó acrílico de 6 mm como material principal. Se realizaron diseños en SolidWorks para proporcionar una representación tridimensional más precisa del producto, facilitando su manufactura mediante corte láser (ver imagen del diseño en SolidWorks).

Figura 22 Diseño en Solid Works



Fuente: elaboración propia.

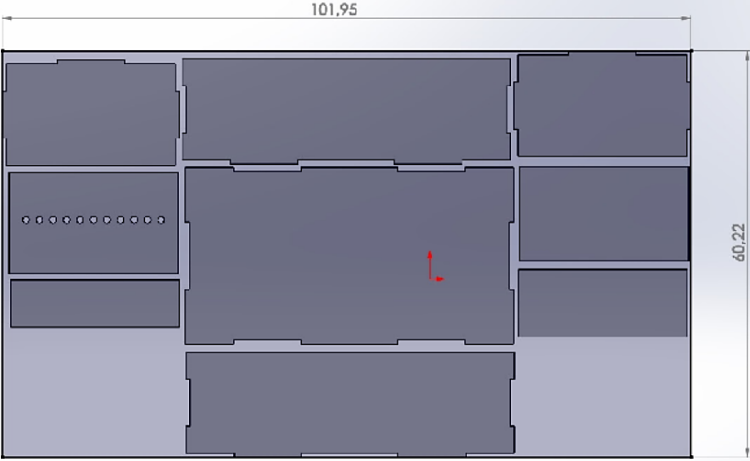


Figura 23 Resumen de Cortes Realizados en SolidWorks



Fuente: elaboración propia.

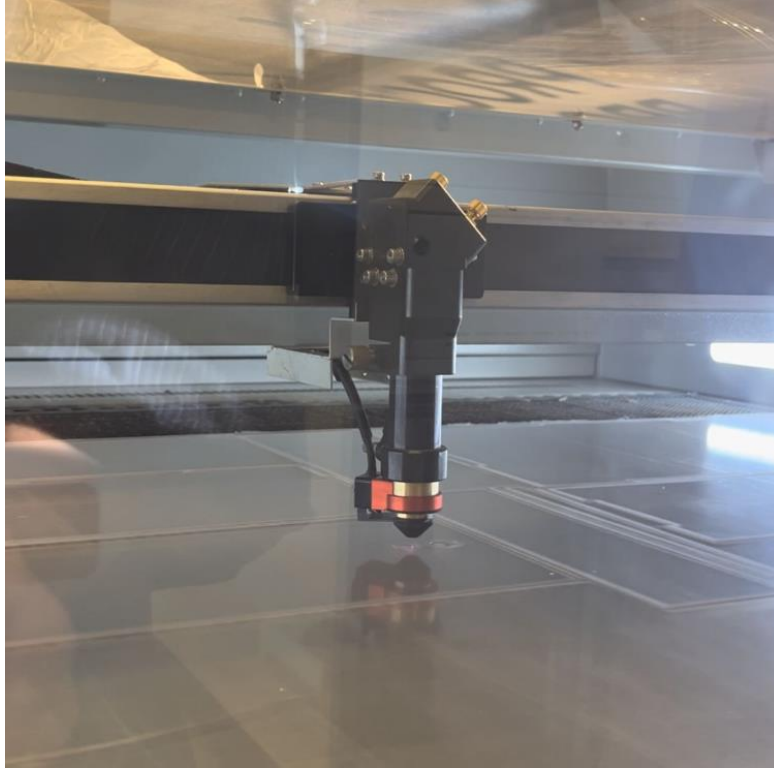
- iv. Listado y Compra de Materiales: Con los materiales definidos y el procedimiento de manufactura establecido, se elaboró un listado exhaustivo de los materiales requeridos, los cuales fueron adquiridos con fondos del programa Ríos Vivos

Tabla 3 Listado de Materiales Requeridos

CONCEPTO	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD REQUERIDA	COMENTARIOS
Lamina de Acrílico	Espesor de 6 mm		La imagen anterior muestra las dimensiones requeridas en centímetros para el arreglo propuesto, en caso de no encontrar una lámina con dimensiones más pequeñas, se puede reajustar el arreglo para hacer el corte en impresora laser
Pegamento de cianocrilato (pegamento para acrílico)		1	
Silicon para sellar, silicón de acrílico, silicón transparente para baños		1	
Tezontle tamaño pequeño-mediano		2 kg	
Arena gruesa		1 kg	

- v. Corte y Ensamblaje: Los materiales adquiridos fueron procesados mediante corte láser en las instalaciones del ITESO. Este paso permitió obtener las piezas con precisión, facilitando su ensamblaje posterior (ver evidencias fotográficas a continuación).

Figura 24 Procedimiento de Corte Laser



Fuente: elaboración propia.

- vi. Montaje Final y Validación: Finalmente, se procedió al montaje de la maqueta, integrando todas las piezas cortadas y asegurando su funcionalidad. Se realizaron pruebas iniciales para validar el funcionamiento del sistema de filtración, asegurando que la maqueta simule adecuadamente el proceso de tratamiento del agua.

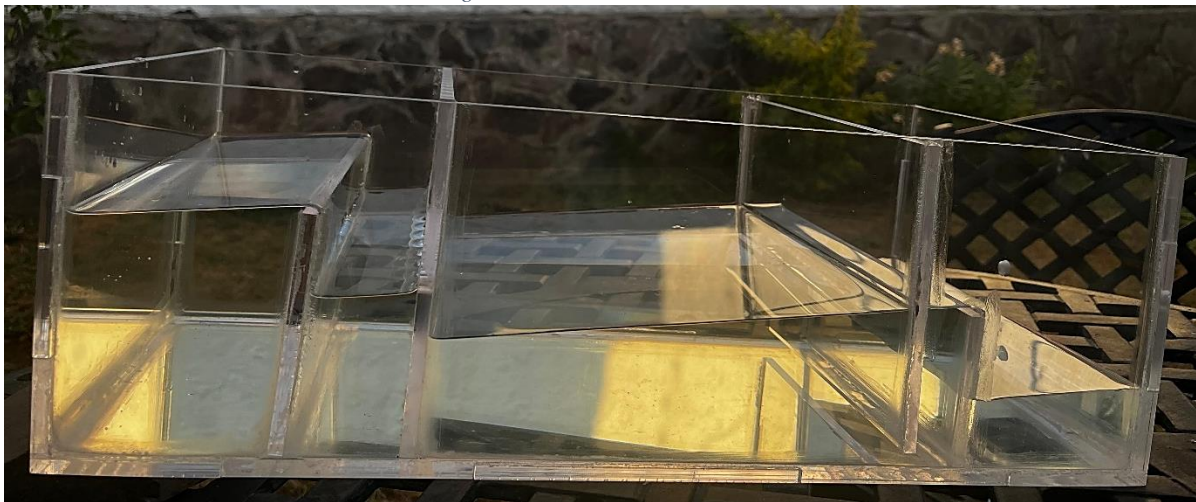
Figura 25 Montaje Final de la Maqueta



Fuente: elaboración propia.

Tras completar el montaje, se realizaron diversas pruebas para verificar su estabilidad y asegurar que no presentara infiltraciones de agua. En caso de detectarse alguna filtración, se aplicó silicón especial para acrílico como sellador. Este procedimiento se repitió hasta obtener una maqueta capaz de soportar el peso del agua de manera efectiva.

Figura 26 Pruebas de Funcionamiento



Fuente: elaboración propia.

Teniendo el montaje completo y las pruebas de estabilidad concluidas, se inició con la instalación de la sección del humedal. Se lavo el tezontle hasta obtener un agua clara, esto se realizó con el propósito de evitar tener obstrucciones en el sistema. Se lleno de tezontle la sección del humedal hasta la altura del control de nivel y se realizaron más pruebas de estabilidad, hasta cumplir con el resultado deseado.

Figura 27 Instalación Final del Humedal



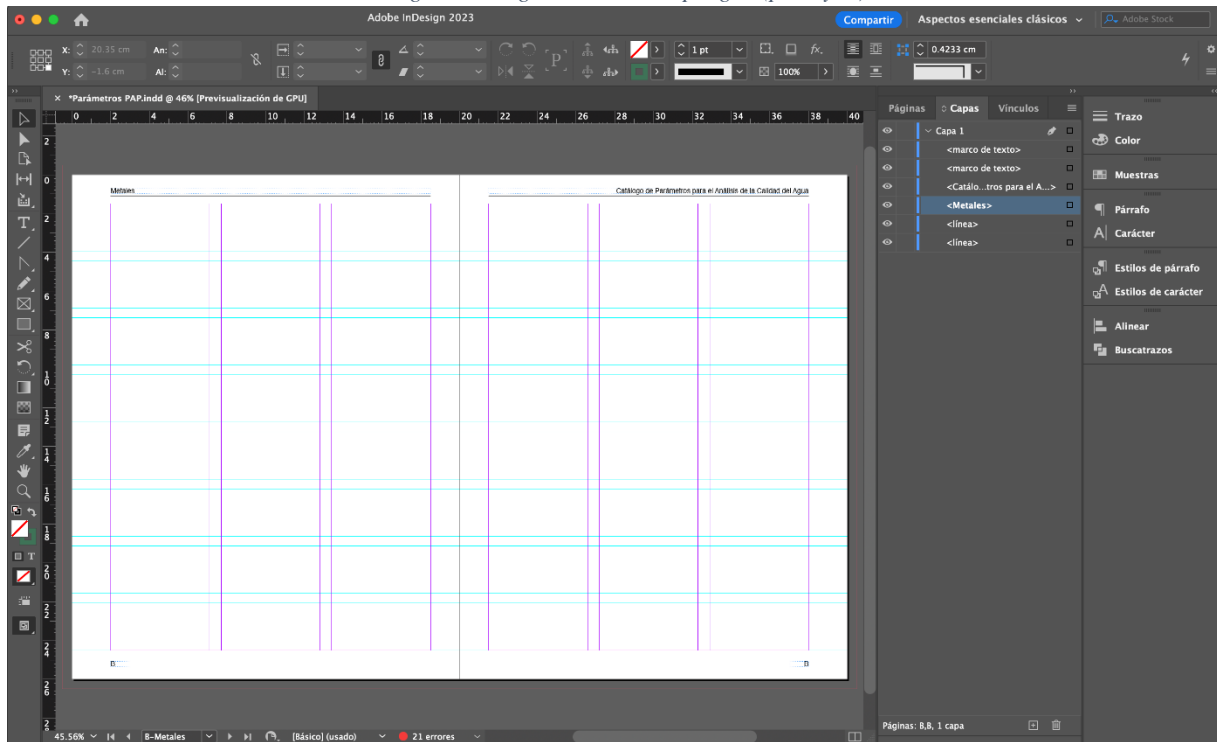
Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Catálogo de parámetros actualizado

Aquí, se muestra el proceso de actualización del catálogo, esta sección desglosa la metodología llevada a cabo para su realización. Este documento se hizo en InDesign, programa de diseño gráfico que permite maquetar páginas para publicaciones impresas y digitales. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- i. Creación de Páginas Maestras: plantillas o diseños base utilizadas para establecer la estructura y el formato de cualquier documento, permiten aplicar un conjunto de elementos y estilos de forma consistente en todas las páginas del documento. La estructura propuesta para este trabajo consta de una retícula, sistema estructural en la que se diagraman las páginas de una publicación utilizando márgenes, filas, columnas y medianiles; sangrado, espacio adicional que se agrega alrededor de un lienzo para que se imprima correctamente y se eviten bordes blancos no deseados; cornisas, con el título del catálogo y de la sección que se repiten en la parte superior como guías para la lectura; y folios, numeración de las páginas en la parte inferior y exteriores de los pliegos.

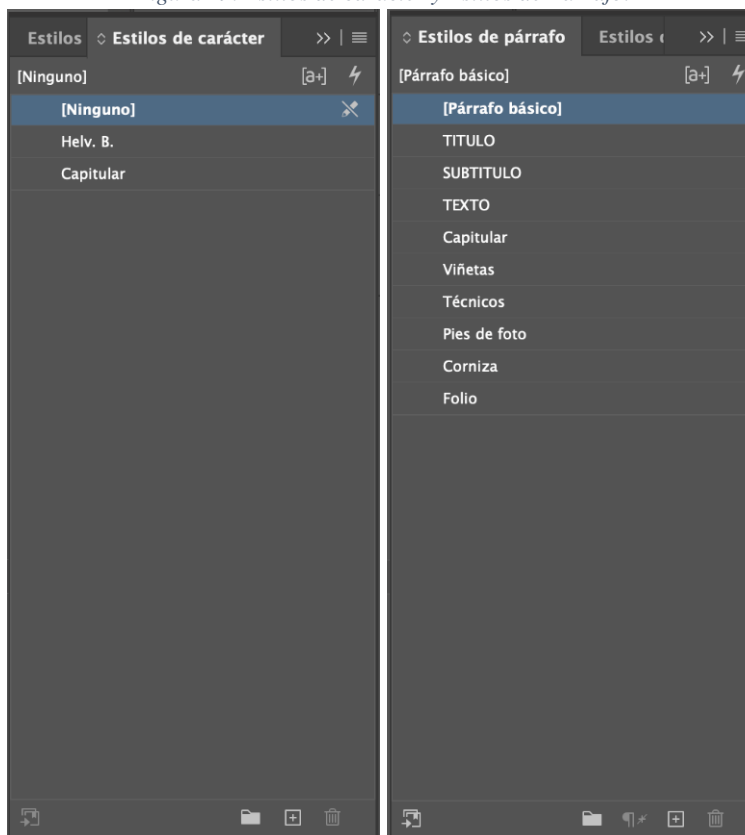
Figura 28 Páginas Maestras –pliego– (p. 12 y13).



Fuente: elaboración propia.

- ii. Transcripción: leer y/o transcribir los textos, permite detectar y conocer las partes sensibles de la información, esto otorga saber dónde cortar columnas, hacer tablas, ubicar notas, y entender el lugar donde deben ser colocadas para dar dinamismo y orden a la lectura. Estas decisiones creativas ajustan los contenidos en beneficio de una comunicación más efectiva. En el proceso de transcripción, se evaluó la redacción y composición estructural de la información contenida en el documento y se identificaron oportunidades de mejora cómo: eliminar información repetida, seleccionar una fuente de consulta principal –ToxFAQs– para uniformar las referencias bibliográficas, y en un nuevo estandarizado en la redacción.
- iii. Montaje de cuerpo y forma: para acomodar el contenido a sus páginas correspondientes, se crean estilos de carácter y estilos de párrafo, estos son conjuntos de atributos de formato que se pueden aplicar en los textos en un solo paso. Los estilos de carácter, permiten modificar únicamente parámetros como color, tamaño, familia tipográfica, inclinación – itálicas–, peso –negritas–, mayúsculas y minúsculas en los caracteres; mientras que los estilos de párrafo se aplican a un párrafo o a un rango de párrafos, permitiendo configurar parámetros como la sangría, justificación del texto, interlineado –espacio entre líneas de texto–, Interletrado –espacio entre letras o caracteres–, uso de viñetas y numeraciones, separación silábicas, capitulares, etcétera. Todos estos atributos toman en cuenta criterios de legibilidad y de ortotipografía.

Figura 29. Estilos de carácter y Estilos de Párrafo.



Fuente: elaboración propia.

- iv. Asignación de color: respetando el color asignado para distinguir las secciones de los parámetros en la primera versión del catálogo, se distinguen estos apartados con colores definidos, siendo: **Metales:** C (cian) al 80%, M (magenta) al 50%, Y (amarillo) al 40% y K (negro) al 0%;
1. **Microbiológicos:** C (cian) al 60%, M (magenta) al 30%, Y (amarillo) al 90% y K (negro) al 0%;
 2. **Físicoquímicos:** C (cian) al 30%, M (magenta) al 80%, Y (amarillo) al 60% y K (negro) al 0%; y
 3. **Físicos:** C (cian) al 20%, M (magenta) al 50%, Y (amarillo) al 80% y K (negro) al 0%.

Figura 30. Apartados: Metales, Microbiológicos, Fisicoquímicos y Físicos apartados por colores.



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Pliego –p. 12 y 13–, parámetro de Arsénico, apartado: Metales.

Arsénico

¿Qué es?

El arsénico es un **metaloides** distribuido en la corteza terrestre (constituye un 0.00005%). Su concentración promedio en suelos o rocas es de 6 mg/kg, pero en algunos casos puede alcanzar los 40 mg/kg (OMS, 2022).

En el ambiente, se combina con oxígeno, cloro y azufre para formar compuestos inorgánicos de arsénico mientras que en animales y en plantas se combina con carbono e hidrógeno para formar compuestos orgánicos de arsénico. Los compuestos inorgánicos de arsénico se usan principalmente para preservar madera y los compuestos orgánicos se usan como **plaguicidas**. (ASTDR, 2007). En general, las formas inorgánicas, las que suelen descargar las industrias, son más tóxicas que las que encuentran en el medio ambiente (OMS, 2022).

Comportamiento en el medio ambiente

El arsénico ocurre naturalmente en el suelo y en minerales, por lo tanto, puede entrar al aire, al agua y a suelos en otros lugares en forma de polvo que levanta el viento y puede entrar al agua en efluente de lluvia o en agua que se filtra a través del suelo. (ASTDR, 2007).

Este elemento no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma. La lluvia remueve las partículas de polvo con arsénico del aire. Muchos compuestos comunes de arsénico pueden disolverse en agua, la mayor parte se puede mezclar pero no se degrada y termina eventualmente en el suelo o el sedimento.

¿Cómo puede ocurrir la exposición?

Ingeriendo pequeñas cantidades presentes en los alimentos y el agua o respirando aire que contenga arsénico. Inhalando aserrín o quemando madera que ha sido tratada con este elemento. Viviendo en áreas con niveles naturalmente altos presentes en las rocas. Trabajando en una ocupación en la cual se produce o usa arsénico, por ejemplo tratamiento de madera o aplicación de plaguicidas.

Efectos en la Salud

● **La exposición a niveles más bajos** puede producir náusea y vómitos, disminución del número de glóbulos rojos y blancos, ritmo cardíaco anormal, fragilidad capilar, enrojecimiento, hinchazón y sensación de hormigueo en las manos y los pies.

● **La ingesta e inhalación prolongada de niveles bajos** de arsénico inorgánico puede producir oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso.

● **La inhalación de niveles altos** de arsénico inorgánico puede producir dolor de garganta e irritación de los pulmones.

● **La ingesta de niveles altos** puede ser fatal con daños gastrointestinales, daños en el sistema nervioso y cardiovascular.

Efectos en el medio ambiente

Hay compuestos orgánicos de arsénico que resultan complicados de eliminar si están unidos a otros químicos, lo que puede dañar los cultivos y a los organismos. Los efectos a corto plazo para las especies acuáticas, llegan a ser peligrosas desde microgramos (µg) hasta miligramos para cada litro. Los peces y mariscos pueden acumular arsénico; la mayor parte de este arsénico está en una forma orgánica llamada **arsenobetaina**, que es mucho menos peligrosa.

¿Sabías que?
En varios países se pueden encontrar altas concentraciones de arsénico en las aguas subterráneas.

Arsenobetaina
Compuesto de arsénico orgánico y es la principal fuente de arsénico presente en el pescado.

Metaloides
Elemento químico que tienen propiedades intermedias entre los metales y los no metales.

Plaguicidas
Sustancias químicas o biológicas que se utilizan para prevenir, controlar o eliminar plagas en los cultivos y plantas

	Uso y consumo humano	Venta de agua y hielo	Vida acuática	Riego
EPA	0.1 mg/L	0.1 mg/L	0.34 mg/L	–
OMS	0.1 mg/L	0.1 mg/L	–	0.1 mg/L
NOM	0.025 mg/L	0.025 mg/L	0.4 mg/L	0.2 mg/L

Normas Oficiales Mexicanas (NOM):
Uso y consumo humano: NOM-127-SSA1-2021
Venta de agua y hielo envasado: NOM-201-SSA1-2015

Vida acuática: NOM-001-SEMARNAT-2021
Riego: NOM-001-SEMARNAT-2021

Fuente: elaboración propia.

El amplio trabajo editorial requerido para este catálogo no permitió que se lograra terminar para este periodo Otoño 2024, quedan pendientes las siguientes tareas:

1. Terminar de redactar los parámetros restantes
2. Seleccionar e insertar imágenes, libres de derechos –idealmente–
3. Definir *lugares de muestreo* –apartado y recursos gráficos–
4. Crear un nuevo apartado para introducir y explicar las Normativas Mexicanas
5. Definir portada
6. Definir descripción al PAP, Ríos Vivos, y demás (especie de semblanza)
7. Aglomerar referencias bibliográficas.
8. Definir introducción
9. Definir índice
10. Prerensa
11. Impresiones

3.1.3 Informe para lona informativa de microcistinas

El informe generado consta de tres partes: introducción, tratamientos y propuesta. La primera parte es una pequeña introducción que trata temas como la importancia de las microcistinas, límites permisibles, resultados que se han tenido en muestreos en diferentes puntos de Chapala, entre otros. Esta información se plasmó con la finalidad que las personas que vayan a realizar la lona informativa tengan información importante y sintetizada, para que con base en eso se exponga la importancia de este contaminante. En caso de querer más información acerca de las causas, implicaciones, métodos de muestreo, cuantificación, situación más detallada del lago, se recomienda revisar el review que se generó en el PAP pasado en colaboración con el Dr. Javier Velasco del CUCBA.

La segunda parte de este informe consta de tratamientos alternativos, la cual expone los métodos más utilizados que hay para remover *M. aeruginosa* desde sus causas hasta métodos aplicados como filtración, adsorción e incluso eliminación de estos microorganismos con compuestos orgánicos principalmente. El objetivo de esta sección es dejar en claro él porque es necesario utilizar un método ecológico y que no provoque la muerte de las cianobacterias, ya que uno de los problemas asociados a la eliminación de *M. aeruginosa* es que se propicia la liberación de las toxinas al agua, al tener un 95% de estas en su interior en su fase de crecimiento (Pírez, 2019) si se añaden compuestos que las eliminen se liberarán todas las toxinas retenidas dentro de la célula.

La tercera parte de este informe es la propuesta de solución, la cual como ya se ha mencionado en la sección 2.1.3 se trabajó en conjunto con un proyecto del ITESO de la carrera de biotecnología. La parte de la problemática y contacto con investigadores del CUCBA que apoyaron en los muestreos y en brindar información acerca del estado del lago respecto a las microcistinas se obtuvo a través de este PAP (sección que se aborda en la parte introductoria del informe generado en Primavera 2024 y el presente PAP). Por su parte, el proyecto de colaboración consistió en el desarrollo de un producto que tomara en cuenta las necesidades de las comunidades para limpiar su agua en contra de *M. aeruginosa*. Estas necesidades abarcan lo económico y la falta de insumos para aplicar un tratamiento elaborado, por lo que se buscó un producto económico, de fácil aplicación, ecológico y que no matara a las cianobacterias para evitar la liberación de las toxinas.

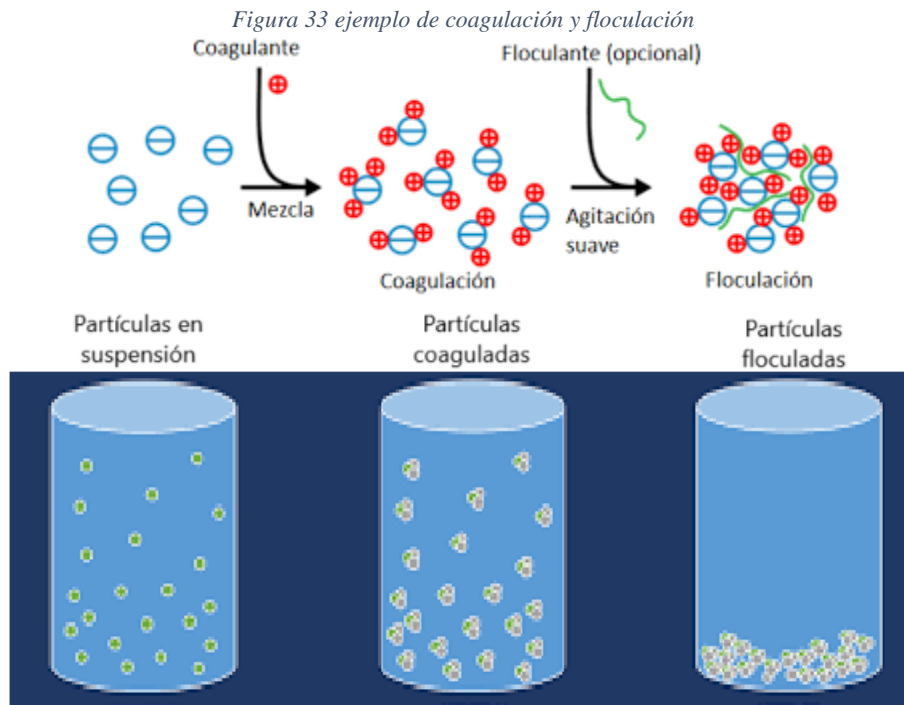
Durante el transcurso de la experimentación se realizaron pruebas con muchas formulaciones a partir de diversos compuestos extraídos de microorganismos y plantas principalmente (esta información se toca más a fondo en el informe). Al final de la experimentación se logró obtener un producto a base de dos componentes principales. El primero de ellos son proteínas extraídas de semillas de *Moringa oleífera* (figura 24). Estas proteínas tienen altos rendimientos de coagulación según lo reportado en la literatura ;Kusumawati et al., 2020). El segundo componente que compone el producto propuesto es un hidrogel a base de scoby, este componente funge como floculante, el cual también ha sido reportado en la literatura al estar compuesto en gran parte de celulosa bacteriana (Ramírez et al., 2022) ideal para los procesos de floculación.

Figura 32 semillas de *M.oleífera* y Scoby



Fuente Moringa nature, 2019; Brewers, 2019

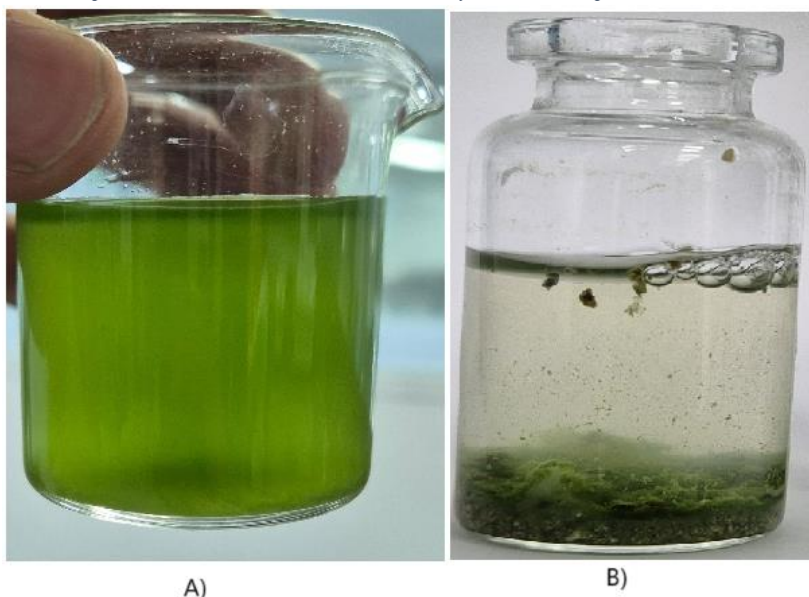
Para entender mejor los fenómenos que ocurren al añadir el producto al agua contaminada es necesario explicar los fenómenos de coagulación y floculación. El primero de ellos (realizado por el extracto de *M. oleífera*) consiste en permitir que partículas en suspensión interactúen entre sí debido a la interacción entre los dos componentes. En el caso particular que se quiere tratar, la partícula en suspensión es *M. aeruginosa*, las cuales suelen tener una carga negativa, al ser la misma carga se repelen y no pueden interactuar entre los mismos microorganismos manteniéndose en suspensión en el agua. Al añadir las proteínas de *M. oleífera* cambian las cargas ya que las proteínas tienen carga positiva, la interacción entre las proteínas y *M. aeruginosa* permite que se formen partículas más grandes que son capaces de interactuar más fácilmente. Por su parte la floculación es un fenómeno que permite atrapar todas estas partículas formadas (figura 25), como si fuera un tipo de malla que atrapa estas partículas más grandes por la interacción entre *M. aeruginosa* y proteínas.



Fuente Verma et al., 2012)

Las pruebas en el laboratorio consistieron en encontrar la proporción óptima entre estos dos componentes, buscando que la cantidad de *M. oleífera* fuera menor ya que su costo en el mercado es relativamente alto (350 pesos mexicanos/kg) y no es un residuo. Por su parte el scoby es un residuo de industrias que se dedican a preparar kombucha (como la empresa Belot). De las pruebas realizadas se obtuvo un producto con proporción 3 socoby: 1 proteína capaz de flocular entre 85-90% de *C. vulgaris* en 10 min (un modelo biológico muy similar a *M. aeruginosa* que evita la exposición a las toxinas a la hora de experimentar) como se muestra en la figura.

Figura 34 resultado de floculación del producto propuesto, (A) indica el agua antes de añadir el producto y (B) indica el agua después de 10 minutos de haber añadido y mezclado el producto.



Fuente: elaboración propia

La información más detallada del porque y cuáles son las ventajas de haber elaborado el producto con estos componentes, que pruebas se realizaron para medir la floculación y la viabilidad celular se dan a detalle en el informe que se desarrolló como entregable, el cual se planea que sea la base para que en futuras instancias del proyecto estudiantes de química, biotecnología, diseño y comunicación generen un recurso visual para que las comunidades vean la importancia de tratar sus aguas cuando noten una tonalidad verde fuera de lo común y dar propuesta a una alternativa de tratamiento por medio de este producto desarrollado.

3.2 Monitoreo y calidad del agua

Como ya se mencionó en la sección de planeación de alternativas, existen distintas problemáticas en torno a los sistemas de potabilización y distribución del agua, por lo cual, es de gran importancia el monitoreo constante de la calidad del agua en las comunidades a través del muestreo de distintos parámetros. A continuación, se presenta el desarrollo y la valoración del trabajo realizado en este ámbito.

3.2.1 Desarrollo de un plan de muestreo

Se crearon diferentes secciones para cumplir el objetivo de este entregable. La primera de ellas fue la introducción, en la que se busca explicar cómo es que este documento aporta a la estandarización del proceso de monitoreo junto con los demás documentos de esta sección.

A continuación, se añadió una sección para la identificación de localidades y sitios de muestreo con las que ha trabajado Ríos Vicos en el pasado. Esta sección será de utilidad para nombrar y reconocer los diferentes lugares que se deben de muestrear en cada comunidad. Posteriormente, se expone la preparación de materiales y equipos necesarios para realizar actividades de muestreo de acuerdo con la PROY-NMX-AA-003/3-SCFI-2008 para el diseño de programas de muestreo y técnicas de muestreo.

Asimismo, en la sección de condiciones de muestreo y preservación de muestras se pueden encontrar el tipo de contenedor, volumen y técnica de muestreo recomendada por la PROY-NMX-AA-003/3-SCFI-2008 para cada tipo de parámetro que ha sido medido por parte de Ríos Vivos en las distintas comunidades. La siguiente figura muestra un extracto de dicha tabla.

Figura 35. Extracto de tabla de parámetros medidos y muestreo sugerido por la PROY-NMX-AA-003/3-SCFI-2008

Parámetro	Tipo	Contenedor	Volumen de muestra	Muestro / Preservación
pH	Físico	Indistinto	Indistinto	<i>In situ</i> con pluma multiparámetro
Color	Físico	De plástico o vidrio	500 mL	5 días en refrigeración (1-5°C) y almacenar en oscuridad
Turbidez	Físico	De plástico o vidrio	100 mL	24 h en refrigeración (1-5°C); preferiblemente análisis <i>in situ</i> con turbidímetro o almacenar en oscuridad
Alcalinidad total	Físicoquímico	De plástico o vidrio; excluir aire	500 mL	24 h en refrigeración (1-5°C); preferiblemente análisis <i>in situ</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Físicoquímico	De plástico o vidrio; excluir aire	1000 mL	24 h en refrigeración (1-5°C) o 1 mes en congelación (-20°C)

Fuente: elaboración propia

Además, la siguiente sección explica cómo se deben rotular las muestras de acuerdo con el propósito, localización, tipo de sitio de muestreo, punto, fecha, hora y nombre del muestreador. Esto con el propósito de lograr un formato homogéneo para que cualquier persona pueda identificar una muestra tomada por alguien más. Por último, en la sección de transporte de centros de análisis se expone el nombre de las instituciones a las que se debe de llevar cada tipo de muestra para ser analizarla en caso de que el análisis no se haga *in situ*.

A partir de la elaboración de este entregable, se espera que sea posible seguir desarrollando el plan de monitoreo para lograr la estandarización y replicación de los procesos involucrados. Esto fomentará que las propias comunidades puedan llevar a cabo estas actividades que suelen concentrarse a perfiles más técnicos.

3. 2.2 Sesión de capacitación presencial

La sesión presencial se realizó en La Cañada. En esta visita se realizaron pruebas tanto microbiológicas como fisicoquímicas. Ya que ambas son de gran importancia para determinar la calidad del agua.

Pruebas microbiológicas:

- *E. coli*
- *Salmonella*
- Coliformes

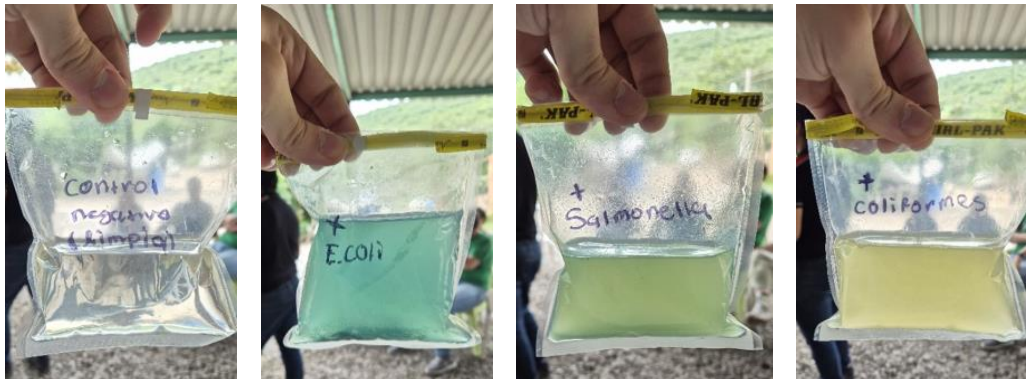
Pruebas fisicoquímicas

- pH
- Temperatura
- Solidos disueltos totales (SDT)
- Conductividad eléctrica
- Color

Las pruebas microbiológicas se realizaron con el uso de kits, los cuales contienen una bolsa donde se vertieron las muestras, y un polvo, el cual es el reactivo que reacciona con el microorganismo a medir y cambia de color si hay presencia de este. Si la muestra da positivo a *E. coli* cambia a un color verde azulado, a *Salmonella* cambia a un verde turbio, y a Coliformes cambia a amarillo.

Con el propósito de demostrar visualmente los resultados de las pruebas en el momento a la comunidad, se llevaron pruebas positivas preparadas anteriormente por los alumnos del PAP, ya que la prueba tarda de 24 a 48 horas en cambiar de color. Estas se muestran en la siguiente figura:

Figura 36 Pruebas microbiológicas presentadas en La Cañada



Fuente: Elaboración propia

Antes de realizar las pruebas se dio una breve explicación del material involucrado, que microorganismos determina y la importancia que tiene detectar estos en el agua. Las pruebas se realizaron en frente de la comunidad y se tomaron muestras de la Purificadora de La Cañada, del agua de la llave, del filtro casero de Antonia y una muestra de control de agua embotellada marca Ciel.

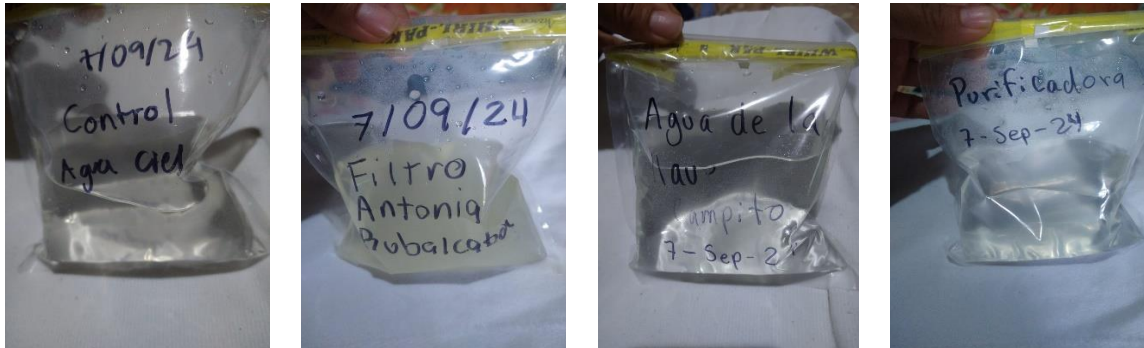
Mientras se realizaban las pruebas, se explicó a los asistentes el procedimiento paso a paso, con el objetivo de que luego pudieran realizarlo por su cuenta. Posteriormente, se dividió a los participantes en tres grupos para que más personas pudieran preparar las muestras por sí mismos, bajo la guía de los facilitadores.

Después de las pruebas microbiológicas, se repitió esta misma secuencia, pero para las pruebas fisicoquímicas (pH, temperatura, SDT, conductividad eléctrica, color). Estas pruebas, excepto la de color, se realizaron con una pluma multiparámetro, cuyo funcionamiento es sencillo: al sumergir el bulbo en el agua, el equipo muestra el resultado de inmediato.

Finalmente, se midió el parámetro de color con un espectrofotómetro HACH modelo DR1900. Aunque este espectrofotómetro puede analizar diversos parámetros de calidad del agua, actualmente no se cuenta con los reactivos necesarios para realizar todas las pruebas, lo cual representa un área de interés para futuros proyectos.

Pasadas entre 24 a 48 horas se obtuvieron los resultados de las pruebas microbiológicas. La muestra del filtro de Antonia fue la única que presentó un positivo, el positivo fue a coliformes ya que adquirió un color amarillento y consistencia turbia. Debido al resultado, la organización Ríos Vivos se comprometió a apoyar a Antonia a darle mantenimiento a su filtro, a los demás filtros caseros de la comunidad instalados por la organización y a repetir las pruebas microbiológicas para corroborar los resultados.

Figura 33. Muestras transcurridas las 24 horas de la prueba microbiológica (de izq. a der. Agua Ciel, filtro de Antonia, agua de la llave y Purificadora).



Fuente: Elaboración propia

Figura 37 Capacitación La Cañada



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Folletos informativo

Partiendo de la propia retroalimentación por parte de la comunidad, se vio necesidad de crear documentos impresos que expliquen los pasos a seguir para realizar las pruebas de monitoreo que se realizaron en la visita. El proceso de este proyecto fue el siguiente:

- i. *Copy*: con base al documento *Manual para medición de parámetros de calidad de agua con instrumentos y equipo de laboratorio*, creado por el equipo de Monitoreo de Calidad de Agua durante este periodo –Otoño 2024–, se creó un nuevo contenido escrito exclusivo con las pruebas microbiológicas y de Pluma Multiparámetro para plantear su organización tomando en cuenta criterios para economizar el lenguaje, comunicar de forma efectiva y concreta, evitando palabras redundantes y simplificando la información.

- ii. Formato del documento: valorando la disposición propuesta de la información, se estableció un suaje, estructura que se utiliza para marcar y realizar cortes y dobleces en los documentos impresos. Este diseño de suaje se acomoda en una hoja doble carta o tabloide con el propósito de optimizar la cantidad de impresiones.

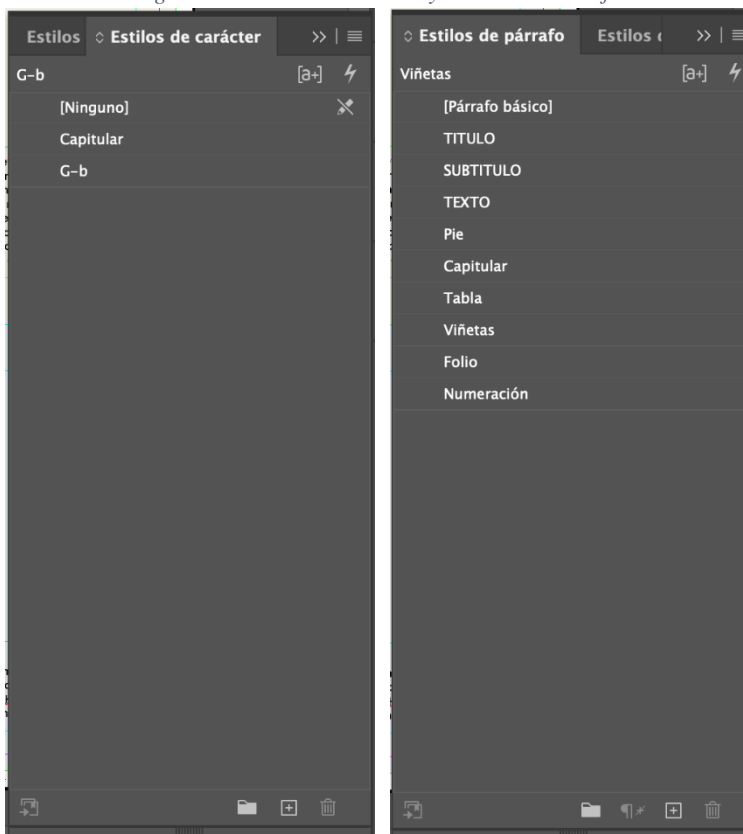
Figura 38. Suaje con guías de corte –continuas– y de doblez –discontinuas–.



Fuente: elaboración propia.

- iii. Montaje de cuerpo y forma: de igual manera que el montaje de cuerpo y forma en el Catálogo de Parámetros actualizado –página (--)--, se crearon estilos de carácter y estilos de párrafo para los folletos.

Figura 39. Estilos de carácter y Estilos de Párrafo.



Fuente: elaboración propia (captura de pantalla).

- iv. Creación y empleo de recursos gráficos: para facilitar la enseñanza y el aprendizaje, se utilizan recursos gráficos. Para estos folletos se utilizaron fotografías y recursos vectorizados.

Figura 40. Portadas de Medición de parámetros Microbiológicos y Pluma Multiparámetros.



Fuente: Elaboración propia.

- v. **Preprensa:** para evitar errores que afecten a la calidad del producto impreso, se realizan una serie de pruebas de impresión para asegurar un resultado deseado.

Figura 41. Caras exteriores de los folletos.

Materiales

- Guantes
- Cubrebocas
- Desinfectante (Gel, alcohol al 70%)
- Bolsa estéril
- Fuego (mechero, algodón con alcohol en gel, etc.).



Reactivos

- 1 vial de AquaCHROMTM ECC (polvo blanco)
- 100mL de agua a analizar

Interpretación de resultados

- Si la bolsa presenta una coloración **amarillenta**, es un indicador positivo de **Coliformes**.
- Si la bolsa presenta una coloración **verdosa**, es un indicador positivo de **E. coli**.
- Si la bolsa presenta una coloración **azulada**, es un indicador positivo de **Salmonella**.



Desecho de la muestra

- Tirar el líquido en la taza del baño
- Tirar la bolsa en la basura

PAP TERRITARIOS
sabemos por la recuperación ecológica

Medición de parámetros Microbiológicos



E. coli
Coliformos
Salmonella

Las pruebas de parámetros microbiológicos, nos permiten determinar si hay presencia o ausencia de ciertos microorganismos en una muestra de agua. En otras palabras, nos indican si el agua está contaminada con bacterias, virus u otros microorganismos que puedan causar enfermedades. Este instructivo enseña los pasos a seguir para realizar pruebas cualitativas de E. coli, Coliformos y Salmonella.

Materiales

- **Pluma multiparámetro**
- Muestra: en un recipiente limpio y ancho colocar la muestra.
- **Toallas de papel:** pliegos de papel para secar el electrodo de la pluma después de que se sumerge en la muestra y se enjuaga.



Reactivos

- **Agua destilada:** basta con una botella que tenga un pequeño orificio en la tapa para poder liberar el agua a presión.



PAP TERRITARIOS
sabemos por la recuperación ecológica

Medición de parámetros Pluma Multiparámetros



pH
Temperatura
Conductividad eléctrica
Sólidos Disueltos Totales

Este dispositivo portátil permite medir varios parámetros de forma simultánea. Este instructivo enseña los pasos a seguir para realizar y leer pruebas de pH, Temperatura, Conductividad eléctrica y la Concentración de Sólidos Disueltos Totales.

Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Caras interiores de los folletos.

Ambiente estéril

Procurar un ambiente estéril es crucial para garantizar la seguridad y precisión de este procedimiento, ya que estamos rodeados naturalmente de microorganismos que pueden afectar los resultados con falsos positivos.

Metodología

- Utilizar guantes y cubrebocas.
- Desinfectar con alcohol los materiales y la área donde se realizará la prueba.
- Encender el fuego para procurar el ambiente estéril.
- Evitar hablar para mantener un ambiente limpio.



Medio de cultivo AquaCHROM™ ECC

Las tabletas de AquaCHROM™ ECC son un medio de cultivo que permiten identificar microorganismos a través del color de las colonias que forman en la detección de *E. coli*, coliformes y *Salmonella* en muestras de agua.

Preparación

- Antes de abrir el polvo reactivo, es necesario agitar un poco el tubo donde viene para asegurarse que caiga todo el contenido.
- Dosis para muestra de 100 mL de agua.

Almacenamiento

- Almacenar en un lugar oscuro antes de su uso.
- Al abrirse, se tiene una hora a una hora y media de exposición al sol antes de que deje de funcionar.



Metodología

Para agilizar el proceso, es recomendable realizar la prueba entre 2 personas.

- Generar un ambiente estéril.
- Preparar el polvo reactivo.
- En el área estéril, retira la parte de arriba de la bolsa estéril y abríla.
- Agregar un aproximado de 100 mL del agua a muestrear (la mitad de la bolsa).
- Agregar el polvo reactivo.
- Agitar suavemente la bolsa con movimientos circulares hacia los lados hasta que el polvo se disuelva.
- Cerrar la bolsa dando 3 vueltas a la parte de arriba dejando una burbuja de aire y doblar las "pestañas" del lado contrario al giro.
- Anotar en la bolsa con el contenido de la muestra, la fecha y el nombre de las personas que realizaron las pruebas.
- Dejar la bolsa con la muestra en un lugar oscuro durante 24 horas.
- Tomar fotografías de los resultados obtenidos.






El tiempo de incubación de las muestras dependerá del clima; de 24 a 30 horas en 35-37 °C.

Metodología

- Encender la pluma multiparámetro presionando el botón de encendido.
- Retirar la tapa de la pluma multiparámetro haciendo fuerza hacia abajo y liberar el electrodo.
- Enjuagar el electrodo de la pluma multiparámetro con el agua destilada y sacudir suavemente para retirar gotas residuales.
- Pulsar las flechas de la pluma multiparámetro para que en la pantalla aparezcan el parámetro a analizar: pH para pH; °C para Temperatura; $\mu S/cm$ para Conductividad Eléctrica; y ppm para Sólidos Disueltos Totales.
- Sumergir el electrodo de la pluma multiparámetro en el recipiente con la muestra cuidando que la pluma no pase de la mitad de la muestra para que el agua no entre al sistema eléctrico.
- Esperar a que el número en la pantalla de la pluma multiparámetro se establezca.
- Tomar nota del resultado obtenido en pH, °C, $\mu S/cm$ o ppm.
- Retirar pluma multiparámetro de la muestra y volver a enjuagar el electrodo con agua destilada.
- Con cuidado, secar el electrodo de la pluma multiparámetro y volver a taparla.
- Apagar pluma.



Límite de la pluma en contacto con el agua.

Interpretación de resultados

Tablas de límites máximos permisibles

pH
9 (ácido) - 7 (neutro) - 5 (alcalino)

	Uso y consumo humano	Venta de agua a granel	Vida acuática	Riego
EPA	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
OMS	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
NOM*	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6 - 9	6 - 9

Temperatura
Unidades: °C

Es importante registrar siempre la temperatura de cada muestra, ya que nos permite entender mejor cómo se comportan y cambia los contaminantes en el agua.

Conductividad Eléctrica

Unidades: $\mu S/cm$

	Uso y consumo humano	Venta de agua a granel	Vida acuática	Riego
EPA	150 - 800	150 - 500	50 - 500	-

Tanto la OMS como las Normas Mexicanas, no definen límites máximos permisibles para conductividad eléctrica.

Sólidos Disueltos Totales
Unidades: ppm

Tanto para la OMS como las Normas Mexicanas, el valor máximo permisible de Sólidos Disueltos Totales para uso y consumo humano, venta de agua o hielo, vida acuática y riego es de 1000.

*Normas Oficiales Mexicanas (NOM):
Uso y consumo humano: NOM-027-SSA1-2021
Venta de agua y hielo embotellado: NOM-001-SSA4-2015
Vida acuática (descarga a ríos): NOM-001-SEMARNAT-2017
Riego: NOM-001-SEMARNAT-2021

Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Manual para utilización de instrumentos

La elaboración del manual para la utilización de instrumentos y reactivos en el monitoreo de la calidad del agua se centró en garantizar que el proceso de medición y seguimiento de contaminantes fuera claro y fácil de implementar para futuros miembros del proyecto. El enfoque inicial de este manual fue recopilar metodologías simples y efectivas por parte de la empresa Hach para cuantificar los contaminantes en el agua, considerando los equipos disponibles en el proyecto.

Este manual se estructuró como una guía organizada, dividiendo la información principalmente por tipos de contaminantes, sin poner énfasis en el diseño visual o el lenguaje. El objetivo fue generar un documento práctico y funcional que pudiera ser utilizado para el monitoreo de la calidad del agua, para de esta manera asegurar que los procedimientos fueran comprensibles y aplicables con los recursos actuales, hasta qué tipos de reactivos se necesitan adquirir y en qué cantidad. El equipo se dividió los distintos tipos de contaminantes y se realizó una investigación para recopilar la información más relevante.

Si bien el diseño y el lenguaje fueron secundarios en esta primera versión, se planeó que, en futuras fases del proyecto, se realice un rediseño del manual con un lenguaje más simplificado y un formato más atractivo visualmente, de modo que pueda ser utilizado de manera eficiente por diversas instancias del proyecto, así como terceras personas y se puedan estandarizar los métodos para realizar futuros muestreos y otorguen resultados más acertados.

3.3.4 Medición de DBO y alcalinidad

La alcalinidad total se midió con base en el libro química ambiental (Cornejo et al., 2016) en el cual se describe un método por titulación con dos indicadores, el primero de ellos es para medir la alcalinidad-P utilizando fenolftaleína, el segundo de ellos se utiliza para medir la alcalinidad-M utilizando naranja de metilo. De manera general el método consiste en añadir el indicador fenolftaleína a la muestra de agua y titular con ácido clorhídrico (HCl) hasta que la coloración cambie de salmón a incolora. Después del cambio de coloración se añade naranja de metilo y se sigue titulando con HCl hasta que cambie la coloración naranja-amarillo a rosa-salmón (figura 44). El volumen total utilizado de titulante (HCl) se usa en la ecuación 1.

Figura 43 Cambio de coloración para obtener alcalinidad M.



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Alcalinidad total } \left(\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{\left(V_{\text{titulante}} * 0.01M * \frac{100g}{\text{CaCO}_3} * \frac{1000mg}{g} \right)}{10}$$

Ecuación 1 alcalinidad total.

La muestra que se analizó fue obtenida en la salida de una planta de tratamiento de aguas residuales de ITESO, esta obtuvo un valor de 452.5 mg/L. Es importante comprobar la factibilidad y correcta elaboración de la metodología con algún estándar de CaCO₃ el cual se indicó en el manual de parámetros de calidad de agua, también la metodología detallada, así como materiales y reactivos se indican en el manual.

Por otra parte, a manera de estandarizar un protocolo para la medición de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de muestras de agua en distintas comunidades que colindan con el río Santiago y el lago de Chapala, se realizó un procedimiento ejemplo en laboratorio, en el cual se siguieron dos metodologías, las cuales se les nombró el método del respirómetro (**Figura 45**) que se realiza con apoyo del sensor VELP que presenta una ventaja significativa al otorgar una curva de DBO de 5 días y el método clásico (**Figura 44**) que se realiza midiendo el oxígeno disuelto en 2 puntos con una diferencia de 5 días, este procedimiento se realiza con apoyo de un sensor de oxígeno disuelto y la ecuación de DBO₅ (**Ecuación 2**), dichos métodos se pueden apreciar a detalle en el Manual para medición de parámetros de calidad de agua con instrumentos y equipo de laboratorio.

Figura 44. Determinación de DBO por método del respirómetro



Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Determinación de DBO por método clásico (elaboración propia, 2024)



Fuente: Elaboración propia

$$DBO_5 = (T_0 - T_s) \times (D_0 - D_s) \times (F - 1)$$

Ecuación 2. Cálculo de DBO_5 en "Método Clásico"

Durante el procedimiento se apreció la facilidad del desarrollo del método del respirómetro, cuya curva de DBO se puede apreciar en la **Figura 46**, donde se obtuvieron resultados de una muestra de la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de ITESO (línea naranja) y de una muestra de agua destilada (línea azul), el método clásico presentaba dificultades notables que complejizan la adopción en las comunidades de la CARS, debido a que se debe tener cuidado al momento de tomar medición de oxígeno disuelto, ya que cualquier movimiento puede introducir oxígeno a la muestra, alterando los resultados.

Curva de DBO con método del respirómetro

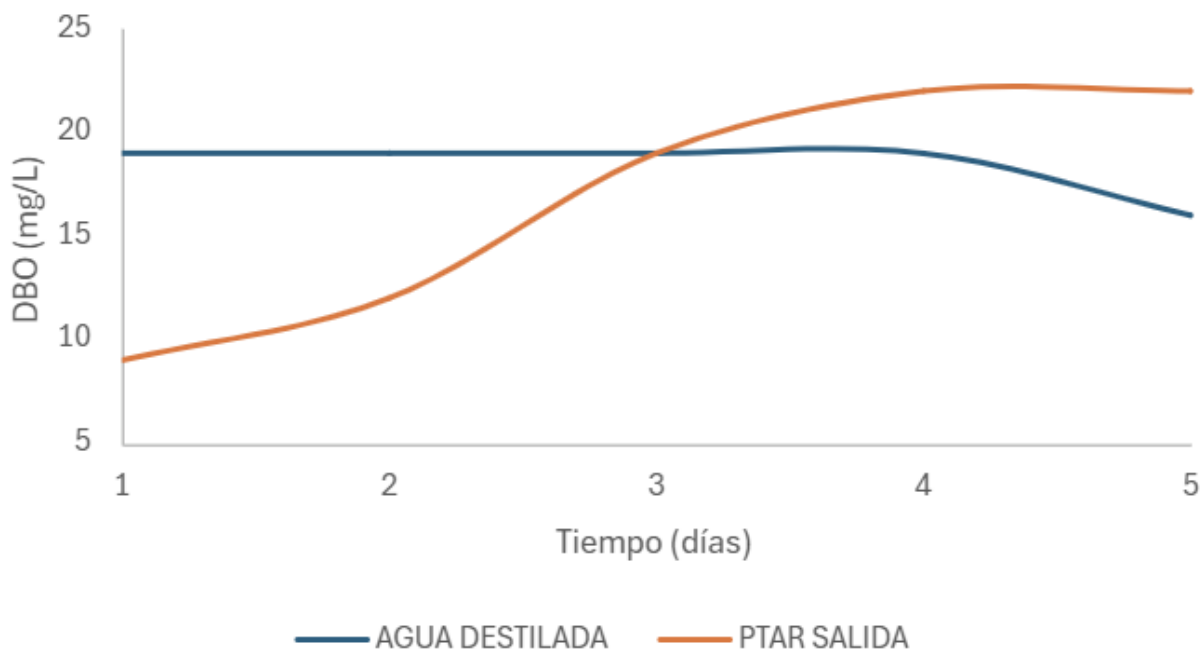


Figura 46. Curva de DBO con método del respirómetro (elaboración propia, 2024)

Como parte de los productos generados en el marco de este PAP, el equipo elaboró un video instruccional cuyo propósito principal es servir como guía práctica para la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mediante el método de respirómetro. Este recurso complementa al manual técnico más amplio que se menciona en la sección anterior y documenta diversos procedimientos de laboratorio relacionados con el análisis de la calidad del agua.

El video se encuentra estructurado de manera didáctica y visual, presentando de forma clara y accesible las etapas principales del procedimiento. Desde la preparación del equipo y materiales hasta la obtención de datos relevantes, el material audiovisual proporciona un acompañamiento detallado que facilita la comprensión y replicación del proceso, particularmente para quienes poseen experiencia limitada en la ejecución de este tipo de análisis.

Este producto tiene un amplio potencial de aplicación. Para futuras generaciones de estudiantes que participen en el PAP, representa una herramienta pedagógica esencial, que les permitirá familiarizarse con el procedimiento de manera más eficiente, reduciendo errores y optimizando el tiempo de capacitación. Asimismo, su utilidad se extiende al fortalecimiento del proyecto Ríos Vivos, ya que constituye un insumo educativo para los colaboradores involucrados en las actividades de monitoreo y conservación de la cuenca alta del río Santiago. Además, el material puede tener un impacto significativo en las comunidades donde se desarrollan estas iniciativas, como Casa Blanca y Juanacatlán, al promover su participación activa en la evaluación de la calidad del agua y fomentar su autogestión en la gestión de los recursos hídricos. Finalmente, el video también puede ser utilizado en espacios de divulgación científica y técnica, como talleres o capacitaciones, contribuyendo a la difusión de métodos estandarizados de análisis de agua y fortaleciendo las capacidades locales e institucionales para la conservación ambiental.

3.3.5 Medición de otros parámetros mediante espectrofotometría

Con excepción de los parámetros medidos *in situ*, el resto de los análisis son realizados en una variedad de instituciones educativas y de investigación, lo cual en ocasiones dificulta el transporte y la calidad de las muestras, como se había mencionado anteriormente. Debido a esto, se busca aumentar la cantidad de parámetros medidos *in situ* a través del uso del espectrofotómetro portátil.

El primer paso fue realizar la investigación necesaria para delimitar qué parámetros importantes podían ser analizados a través del uso del espectrofotómetro, así como los reactivos y protocolos necesarios para hacerlo. De esta manera, los parámetros seleccionados fueron los siguientes:

- Color
- DQO
- Nitratos
- Nitritos
- Ortofosfatos
- Dureza total
- Cloruros
- Sulfatos
- Aluminio
- Arsénico
- Cadmio
- Cianuro
- Níquel

Así pues, tras analizar las metodologías, se determinó que, debido a los pretratamientos necesarios para analizar el cianuro y el níquel en agua, no era viable realizar estas pruebas *in situ*. En paralelo, se creó un manual para medición de parámetros de calidad del agua para registrar los materiales, reactivos y metodología a seguir de acuerdo con HACH para analizar los parámetros establecidos.

Una vez definidos los reactivos faltantes para realizar los análisis deseados, se solicitó una cotización inicial a HACH para definir el pedido de acuerdo con el presupuesto establecido por Ríos Vivos. No obstante, debido a trámites de alta externos a ITESO, así como a los tiempos de entrega largos, el resto del proceso sigue pendiente. Una vez que se realice y entregue el pedido, se podrá hacer uso de los protocolos establecidos por HACH en semestres posteriores, facilitando su análisis *in situ*. Para consultar los materiales y métodos para la medición de los parámetros seleccionados, revise el manual de medición de parámetros de calidad de agua con instrumentos y equipo de laboratorio.

3.3 Material audiovisual

En esta sección se podrán apreciar tres resultados del trabajo de todo el semestre, empezando por un video de denuncia donde se expone la situación actual de Casa Blanca y los peligros que corre con la construcción de la planta de combustibles que se quiere asentar en su territorio, ya que traería problemas agrícolas, ambientales y de salud para sus pobladores. En segunda instancia está el video de recaudación de fondos, en el cual se planteó dar información pertinente del proyecto de Ríos Vivos y su involucramiento con la sanidad del río y las diversas actividades o acciones para la mejora de este y las comunidades que colindan con él. Por último, está el acervo audiovisual que les servirá a las próximas generaciones como biblioteca de imágenes y videos para la construcción de nuevos proyectos.

3.3.1 Vídeo de denuncia

La necesidad de este video surge del conflicto legal entre la población de Casa Blanca en contra de la empresa IENOVA, la cual pretende instalar una Terminal de Refinados (gasolina, turbosina, MTBE, etc.) cerca de la comunidad. Esto supone poner a Casa Blanca en una zona de riesgo de explosión y, además, abre las puertas a que la creciente industrialización siga perjudicando a los habitantes.

Primero, con la ayuda de los maestros PAP, nos dedicamos a aprender sobre el contexto y entender el porqué del proceso legal que se estaba llevando a cabo. Esto inició el semestre pasado, con la asistencia a la asamblea en Casa Blanca del 3 de febrero del 2024, en la que se habló sobre los riesgos que suponía la instalación de la terminal de IENOVA, la prensa fue a entrevistar a los habitantes sobre el proceso legal, se invitó al pueblo a tomar acción y se propuso la creación del Consejo Indígena de Casa Blanca; este suceso fue nuestro primer acercamiento y, a partir de esto, otras visitas a Casa Blanca nos dieron la oportunidad de conocer más sobre las complejidades del asunto.

Aprendimos que unas de estas complejidades son los conflictos internos que ocurren en Casa Blanca. Algunos de estos conflictos están relacionados con la oposición al movimiento social y a la búsqueda de alternativas a favor del pueblo. Parte de esta oposición a proyectos como los de Ríos Vivos y el Consejo Indígena de Casa Blanca, viene de personas a las que les conviene la industrialización que se está combatiendo. Sin especificar tanto, este tipo de divisiones internas pueden ocasionar trabas o dificultades para procesos como la batalla legal contra IENOVA y, consecuentemente, facilitar procesos como la instalación de la terminal.

Después de analizar lo anterior, se llegó a la conclusión de un posible entregable audiovisual que se propondría al Consejo Indígena de Casa Blanca y, de ser aprobado, se utilizaría como incentivo para la unificación social y la concientización en torno al proceso en contra de IENOVA. Un video cuyo público principal sería la comunidad de Casa Blanca.

Después de establecer esto, se escribieron distintos cortes del guion que se utilizaría para el video. Después de revisiones con los maestros PAP y la aprobación del Consejo Indígena de Casa Blanca, se grabó la voz que leería el guion. Posteriormente, a partir de esa voz se llevó a cabo el montaje, el cual requirió el uso de material grabado en Casa Blanca en primavera y otoño de 2024, parte de este metraje se conforma por unos videos elaborados con dron en una de las visitas de otoño.

Una vez terminado el montaje, se realizaron el diseño sonoro, la musicalización y la subtitulación del video. El corte final fue enviado al Consejo Indígena de Casa Blanca para su aprobación.

3.3.3 Acervo de material audiovisual

Este entregable se formuló como apoyo para las siguientes generaciones de este PAP; creando una carpeta catalogadora exclusiva de todo el contenido audiovisual generado desde el nacimiento de este proyecto universitario. El contenido de esta carpeta va desde fotos, videos y audios, hasta un video corto documental generado en la primavera de 2024, que sirve como introducción a la problemática y a la organización Ríos Vivos.

Esta carpeta consta de contenido generado en la cuenca alta del río Santiago, en puntos específicos de Juanacatlán y Poncitlán, como Casa Blanca, La Cañada, El Salto, Las Pintas, entre otros. Este vaciado tiene la finalidad de generar una biblioteca de imágenes y videos, enriquecida para que los próximos participantes del PAP puedan recurrir a estos archivos para la creación de nuevos productos audiovisuales que ayuden a la causa. Estas carpetas se dividen en los nombres de las comunidades correspondientes y cada una consta con subdivisiones: foto y video. Actualmente cuenta con el contenido generado en primavera y otoño del 2024.

3.4 Desarrollo y Construcción

En esta sección se presenta el proceso detallado del diseño del centro comunitario en Casa Blanca, desde su concepción inicial hasta su diseño final. Se describe la metodología participativa utilizada, que comenzó con una sesión presencial donde la comunidad expresó sus necesidades y deseos.

El documento abarca desde el levantamiento topográfico del terreno hasta los detalles técnicos de la construcción, incluyendo la distribución de espacios clave como el tejabán, vivero y área de bodegas, como las normativas aplicadas y los modelos estructurales implementados.

3.4.1 Diseño del centro comunitario en Casa Blanca

La metodología para el desarrollo de la propuesta del centro comunitario comenzó con una sesión presencial donde se convocó a varios integrantes de la comunidad de Casablanca para participar activamente en la conceptualización del proyecto. Esta sesión tuvo como objetivo escuchar las necesidades y deseos de los habitantes del lugar para asegurar que el proyecto respondiera de manera adecuada a sus expectativas.

La reunión se llevó a cabo en un ambiente de apertura, donde se permitió que todos los asistentes expresaran sus opiniones sobre cómo quisieran utilizar el terreno disponible. Este terreno se encuentra ubicado detrás de la potabilizadora "El Carrizo", un espacio actualmente sin uso específico. Durante la sesión, se crearon dos materiales para recopilar la información proporcionada por los participantes:

Figura 47. Asamblea en Casablanca.



Fuente: Elaboración propia

Cartulina de Necesidades: En esta cartulina, los miembros de la comunidad listaron las principales necesidades que percibían en su entorno. Las respuestas incluyeron áreas relacionadas con el acceso a recursos esenciales, tales como: agua y alimento, espacio de reunión, reproducción de plantas para tratamiento de aguas residuales, atención médica, educación ambiental, recreación para adultos mayores y niños, entre otras.

Cartulina de Deseos: En este material se registraron las ideas y aspiraciones de los asistentes para el desarrollo del centro. Entre los deseos más comunes estuvieron: la creación de una farmacia viviente, un lugar de cocina comunitaria, camas de cultivo, un banco de semillas, un taller de plantas, un laboratorio comunitario y un vivero interactivo.

Figura 48 Cartulina con necesidades de la comunidad.

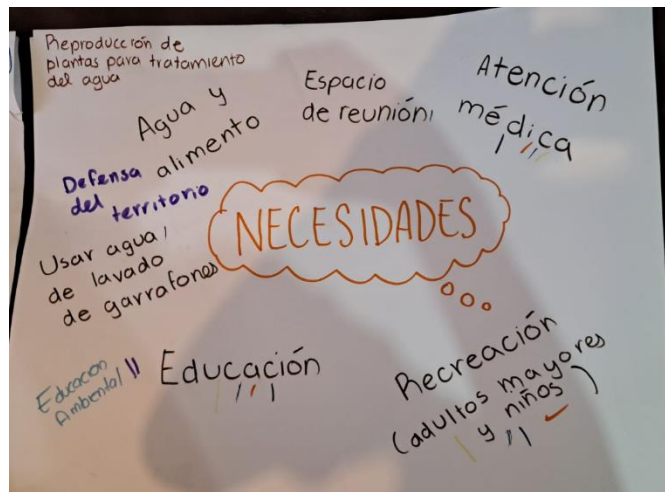
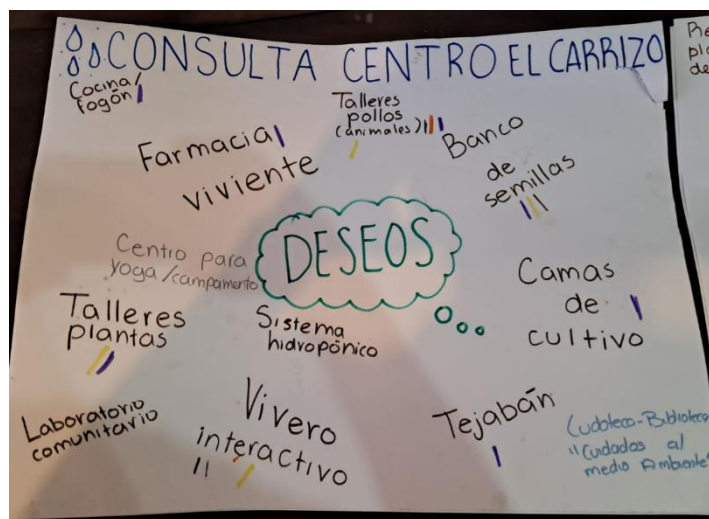


Figura 49 Cartulina con deseos para el centro comunitario.



Fuente: Elaboración propia

Con las ideas recolectadas en la sesión de diagnóstico, se procedió a realizar las mediciones del terreno utilizando material topográfico. Este paso fue fundamental para obtener las dimensiones exactas del espacio y garantizar que el diseño del centro comunitario se ajustara adecuadamente al terreno disponible.

Durante el levantamiento topográfico, se prestó especial atención a aspectos importantes, como la vegetación existente y los límites de propiedad, con el fin de respetar las características naturales del espacio y evitar posibles conflictos con terrenos adyacentes.

Figura 50. Levantamiento topográfico del terreno.



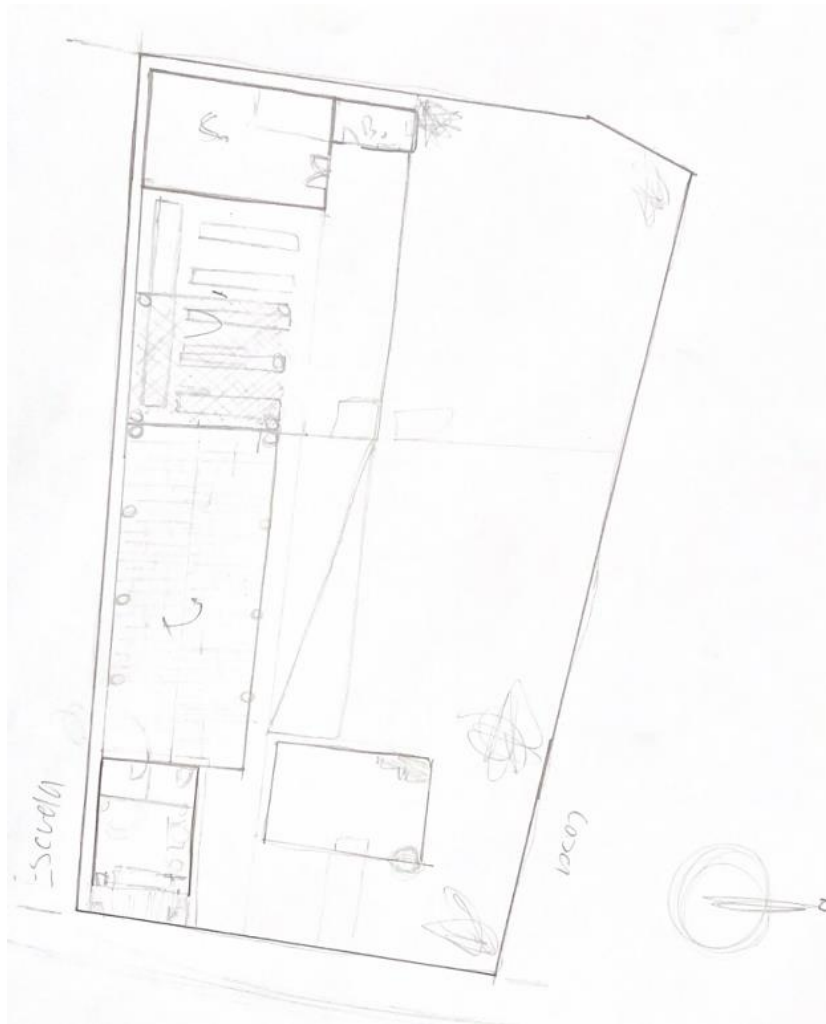
Fuente: Elaboración propia

Con base en las necesidades y deseos expresados por la comunidad, y después de realizar las mediciones del terreno, se procedió a realizar un bosquejo inicial del diseño del centro comunitario. Este bosquejo contempló un espacio central que funcionaría como área de reunión comunitaria, que incluiría un tejaban para actividades al aire libre y reuniones.

Además, se incluyó un vivero, que permitiría a la comunidad trabajar en proyectos relacionados con la agricultura sostenible y la reproducción de plantas de tratamiento de aguas residuales, como se mencionó en las necesidades expresadas. También se incorporó un cobertizo, que serviría como área de almacenamiento para herramientas y materiales relacionados con las actividades del centro.

Cada uno de estos espacios fue concebido teniendo en cuenta los intereses y deseos de la comunidad, garantizando su funcionalidad y el aprovechamiento adecuado del terreno.

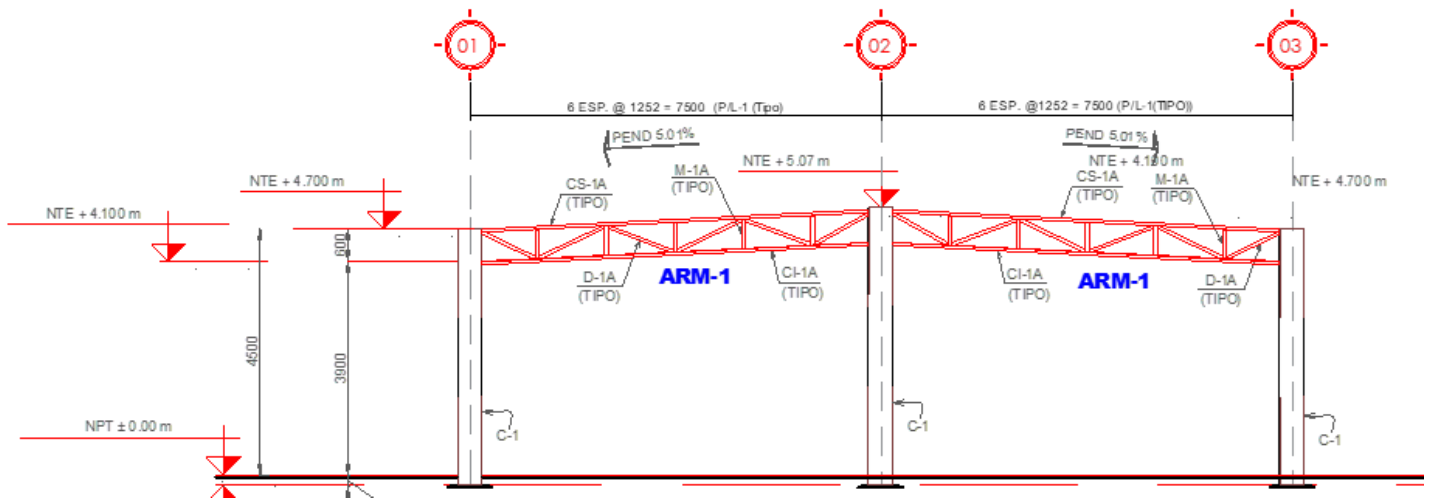
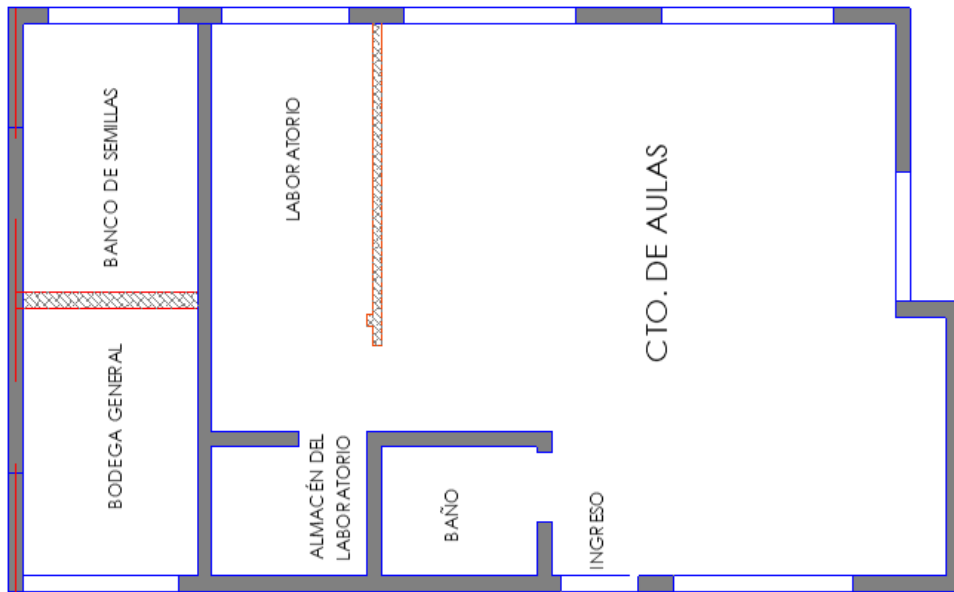
Figura 51 Bosquejo inicial del centro comunitario.



Fuente: Elaboración propia

Tras el bosquejo inicial, se procedió a la realización del plano final de la propuesta del centro comunitario. Este plano incluye la distribución detallada de los diferentes espacios, como el área de reuniones, el vivero, el cobertizo y otros elementos esenciales que surgen de las necesidades y deseos expresados por la comunidad. Aunque el diseño final ya está en marcha, se reconoce que aún puede estar sujeto a mejoras y ajustes conforme se avancen en nuevas etapas de desarrollo y se sigan recibiendo aportes de la comunidad.

Figura 52 Plano final de la propuesta del centro comunitario.



Fuente: Elaboración propia

Distribución y Funcionalidad de Espacios

El Centro Comunitario se compone principalmente de 3 espacios que buscan resolver las necesidades y deseos propuestos por la comunidad:

- **Tejabán**

Un espacio pensado para tener diálogos abiertos sobre el cuidado de agua, además de contar con un fogón para próximas reuniones de Ríos Vivos o personas de la comunidad.

- **Vivero**
En esta área se plantea tener dos viveros, uno abierto y otro protegido por una malla sobre para el crecimiento de diferentes tipos de vegetación (desarrollo de nueva vegetación para el humedal existente).
- **Cuarto de bodegas y Aula**
 - Bodega (El destino de este espacio, es guardar equipos, herramientas y materiales que se requieran para la purificadora y el vivero).
 - Aula en donde se pueda aprender sobre la gestión del agua, además de tener distintos talleres.
 - Bodega de semillas y un laboratorio encargado en evaluar la calidad del agua de la purificadora.

Normativas y Reglamentos Utilizados

- AISC 14th edition, American Institute of Steel Construction. 2011
- Manual de Diseño de Obras Civiles, Capítulo C.1.4, Diseño por Viento. Comisión Federal de Electricidad 2020.
- Manual de Diseño de Obras Civiles, Capítulo C.1.3, Diseño por Sismo. Comisión Federal de Electricidad 2015.
- ACI 318-11 Building Code Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute, Committee 318. 2011.
- Reglamento Orgánico para el Municipio de Guadalajara Jalisco, 1997. Título Décimo tercero de la Seguridad Estructural de las Construcciones.
 - Capítulo I: Disposiciones generales de Diseño estructural.
 - Capítulo II: De las cargas Muertas.
 - Capítulo III: De las cargas Vivas.
 - Capítulo IV: Diseño por sismo

Parámetros iniciales

CARGAS GRAVITACIONALES		CASA BLANCA, PONCITLÁN, JALISCO																																													
Análisis de cargas, Cubierta Ligera (Tejabán), Pendiente > 5%																																															
1.- Cubierta con lámina KR-18 cal. 24 + Aislante		= 12.0	kg/m ²																																												
2.- Estructura Secundaria.		= 10.0	kg/m ²																																												
3.- Iluminación + Instalaciones		= 15.0	kg/m ²																																												
	Carga Muerta =	37	kg/m ²																																												
	Carga Viva gravitacional =	40	kg/m ²																																												
			48%																																												
			52%																																												
	Carga total gravitacional =	77	kg/m ²																																												
	Carga Viva accidental =	20	kg/m ²																																												
	Carga Granizo/Nieve =	0	kg/m ²																																												
			100%																																												
Análisis de Carga para Azotea (Los Maciza h = 15 cm)																																															
1.- Ladrillo de azotea	w ₁ = 0.015 m	1,600 kg/m ³	= 24 kg/m ²																																												
2.- Relleno para Nivelar (Tepetate)	w ₃ = 0.051 m	1,292 kg/m ³	= 66 kg/m ²																																												
3.- Concreto	w ₄ = 0.150 m ³ /m ²	2,400 kg/m ³	= 360 kg/m ²																																												
4.- Hormigon	w ₅ = 0.020 m ³ /m ²	1100 kg/m ³	= 22 kg/m ²																																												
6.- Instalaciones e iluminación			= 15 kg/m ²																																												
7.- Sobrecarga			= 40 kg/m ²																																												
	Carga Muerta =	527	kg/m ²																																												
	Carga Viva gravitacional =	100	kg/m ²																																												
			84%																																												
			16%																																												
	Carga total gravitacional =	627	kg/m ²																																												
	Carga Viva accidental =	70	kg/m ²																																												
			100%																																												
Análisis de Carga para Losa Maciza de Fondo																																															
1.- Concreto	w ₁ = 0.2 m	2,400 kg/m ³	= 480 kg/m ²																																												
2.- Sobrecarga.			= 40 kg/m ²																																												
	Carga Muerta =	520	kg/m ²																																												
	Carga Viva gravitacional =	190	kg/m ²																																												
			73%																																												
			27%																																												
	Carga total gravitacional =	710	kg/m ²																																												
	Carga Viva accidental =	100	kg/m ²																																												
			100%																																												
Fachadas:																																															
1.- Cargas adicionales	Muro de Block Hueco e 20cm=	152	kg/m ²																																												
S/D																																															
ACCIONES SÍSMICAS																																															
Espectro elástico de aceleraciones																																															
REGLAMENTO ORGÁNICO DEL MUNICIPIO DE GUADALAJARA 1997																																															
NTC PARA DISEÑO POR SISMO																																															
ZONA SISMICA:	Parámetros de diseño:																																														
ESTR. GRUPO: B	Ductilidad, Q =	2																																													
SUELO TIPO: II																																															
Parámetros del espectro:																																															
SUELO TIPO - II																																															
a = 0.14																																															
c = 0.36																																															
Ta = 0.15																																															
Tb = 0.80																																															
r = 2/3																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>T</th> <th>a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0.14</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>0.36</td></tr> <tr><td>0.80</td><td>0.36</td></tr> <tr><td>0.90</td><td>0.33</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>1.20</td><td>0.27</td></tr> <tr><td>1.40</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>1.60</td><td>0.23</td></tr> <tr><td>1.80</td><td>0.21</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>2.20</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>2.40</td><td>0.17</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>2.80</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>3.20</td><td>0.14</td></tr> <tr><td>3.40</td><td>0.14</td></tr> <tr><td>3.60</td><td>0.13</td></tr> <tr><td>3.80</td><td>0.13</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>4.20</td><td>0.12</td></tr> </tbody> </table>				T	a	0.00	0.14	0.15	0.36	0.80	0.36	0.90	0.33	1.00	0.31	1.20	0.27	1.40	0.25	1.60	0.23	1.80	0.21	2.00	0.20	2.20	0.18	2.40	0.17	2.60	0.16	2.80	0.16	3.00	0.15	3.20	0.14	3.40	0.14	3.60	0.13	3.80	0.13	4.00	0.12	4.20	0.12
T	a																																														
0.00	0.14																																														
0.15	0.36																																														
0.80	0.36																																														
0.90	0.33																																														
1.00	0.31																																														
1.20	0.27																																														
1.40	0.25																																														
1.60	0.23																																														
1.80	0.21																																														
2.00	0.20																																														
2.20	0.18																																														
2.40	0.17																																														
2.60	0.16																																														
2.80	0.16																																														
3.00	0.15																																														
3.20	0.14																																														
3.40	0.14																																														
3.60	0.13																																														
3.80	0.13																																														
4.00	0.12																																														
4.20	0.12																																														

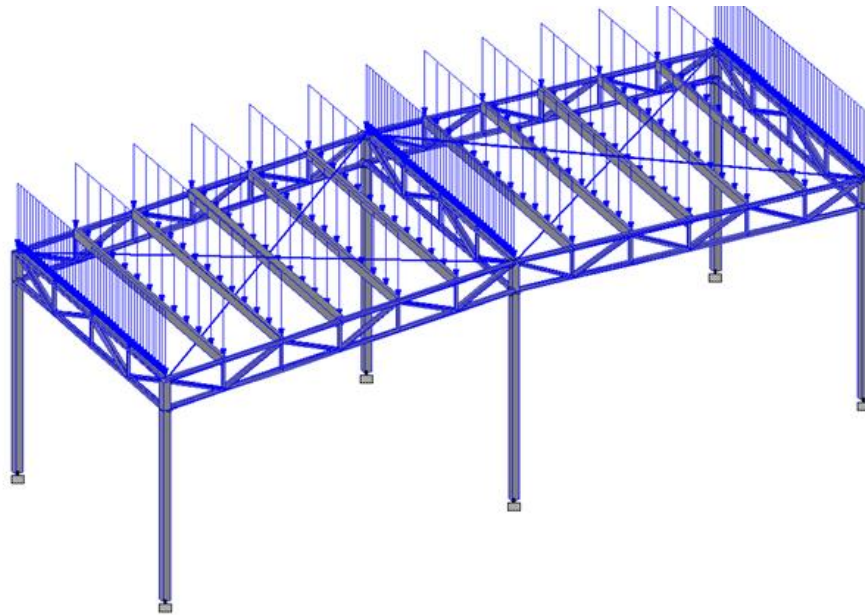
Fuente: Elaboración propia

Modelos Estructurales

En el diseño del centro comunitario, hemos implementado dos sistemas constructivos distintos que responden a diferentes necesidades y funciones. Para el tejabán, optamos por una estructura de acero que nos brinda ventajas significativas. El sistema se compone de armaduras de ángulos y montantes que permiten cubrir grandes claros mientras mantienen la estructura ligera, utilizando largueros rolados en frío con perfiles C y doble C para los puntales. Las columnas son de tipo PTR con una altura de 4.50 metros, y la cubierta tiene una pendiente del 5% a cada lado para garantizar el correcto drenaje pluvial.

Figura 53. Modelo Estructural del Tejabán

(Vista general del Modelo en STAAD.Pro)



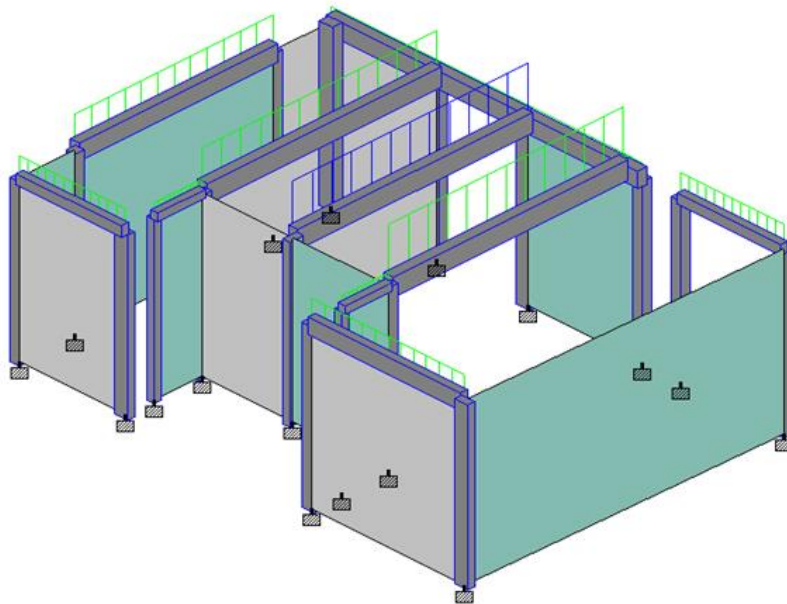
Fuente: Elaboración propia

La cimentación del tejabán se resolvió con zapatas aisladas de 1.55 x 1.55 metros y una profundidad de desplante 1.5 metros, conectadas mediante placas base entre la columna, el dado y la zapata. Una ventaja importante de este sistema es que, al utilizar elementos de acero estandarizados, podemos calcular con gran precisión los esfuerzos. Los análisis muestran que las columnas trabajan al 80% de su capacidad, y los desplazamientos críticos por viento en dirección del eje 'x' se mantienen dentro de los límites establecidos por la normativa de Guadalajara.

Para el cuarto de aulas y bodegas, implementamos un sistema más tradicional pero igualmente efectivo de mampostería confinada, con castillos y dalas tanto de desplante como de coronación. Las trabes se ubicaron estratégicamente para soportar el sistema de losa maciza. El diseño se realizó de manera híbrida, utilizando un modelo estructural para calcular momentos, cortantes y deformaciones, lo que nos permitió determinar con precisión la cuantía de acero y el dimensionamiento de los elementos de concreto. La cimentación en este caso se resolvió con zapatas corridas a lo largo del muro, con anchos variables entre 60 y 80 centímetros, adaptándose a las necesidades específicas de cada sección.

Figura 54. Modelo Estructural de bodegas y cuarto de aula

(Vista isométrica del Modelo en STAAD.Pro)



Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Desarrollo de propuestas de mejora en los humedales pre-existentes

Como se mencionó en la sección dos de Planeación de Alternativas, el alcance de este entregable presenta dos vertientes:

1. Desarrollo de un documento para registro continuo de propuestas de mejora enfocada específicamente en los humedales existentes
2. Desarrollo de la primera propuesta de mejora relacionada a la actualización de vegetación presente en humedales.

Respecto al primer punto, tal como se mencionó en la planeación de alternativas, el documento se divide en dos secciones principales, 1. Introducción y 2. Estudios de Mejora, cada una con sus respectivas subsecciones. En la introducción se habla sobre las problemáticas actuales en torno a la calidad del agua en las comunidades de Juanacatlán y Casablanca, qué es un humedal

y su funcionamiento, información sobre el estado actual de los humedales, y las problemáticas identificadas en los humedales de Juanacatlán y Casablanca.

Respecto al segundo punto, mencionado anteriormente, en la segunda sección del documento “Estudios de Mejora” se elaboró una propuesta de mejora enfocada en la actualización de la vegetación presente en los humedales de Juanacatlán, la cual resultara fundamental para optimizar su capacidad de tratamiento y mejorar la calidad del agua.

A continuación, se dará una explicación más detallada sobre el contenido del entregable y como se fue desarrollando.

El documento comienza con la introducción, señalando el precario estado de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Jalisco, la falta de recursos de los municipios para mantenerlas en operación, las consecuencias que trae consigo la contaminación de fuentes de agua y las acciones que ha implementado Ríos Vivos para enfrentar estas problemáticas, entre las cuales está la implementación de humedales artificiales en las comunidades de Juanacatlán y Casablanca.

Después, se da una explicación sobre el fundamento y funcionamiento de un humedal. Se procede a entrar en detalle sobre los humedales de Juanacatlán y Casablanca, proporcionando información acerca de su diseño, su objetivo y el estado en que se encuentra actualmente. Esta sección de introducción concluye señalando las principales problemáticas identificadas en los humedales el semestre pasado, entre las cuales se mencionan problemáticas relacionadas al medio filtrante, la selección de vegetación y el diseño hidráulico. Sin embargo, más adelante en la sección de estudios de mejora se hace hincapié en que la problemática de la vegetación es la más urgente, por lo que se decidió centrar la investigación en torno a esta problemática.

La sección de estudios de mejora comienza con una breve introducción sobre la finalidad del documento y el esquema que se seguirá para el desarrollo de la propuesta de mejora y futuras propuestas. Primero, se presenta una tabla con la vegetación propuesta por estudiantes de la Dra. Florentina Zurita en su diseño original, después, se hace un análisis de la vegetación que se encuentra actualmente en el humedal de Juanacatlán y se identifican las plantas no aptas para humedales artificiales, como la lavanda. Esta sección es crucial, ya que establece la base para argumentar la necesidad de un cambio en la selección de especies vegetales.

Figura 55. Vegetación del humedal de Juanacatlán.



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente parte, plantea los criterios bajo los cuales se desarrolla la investigación.

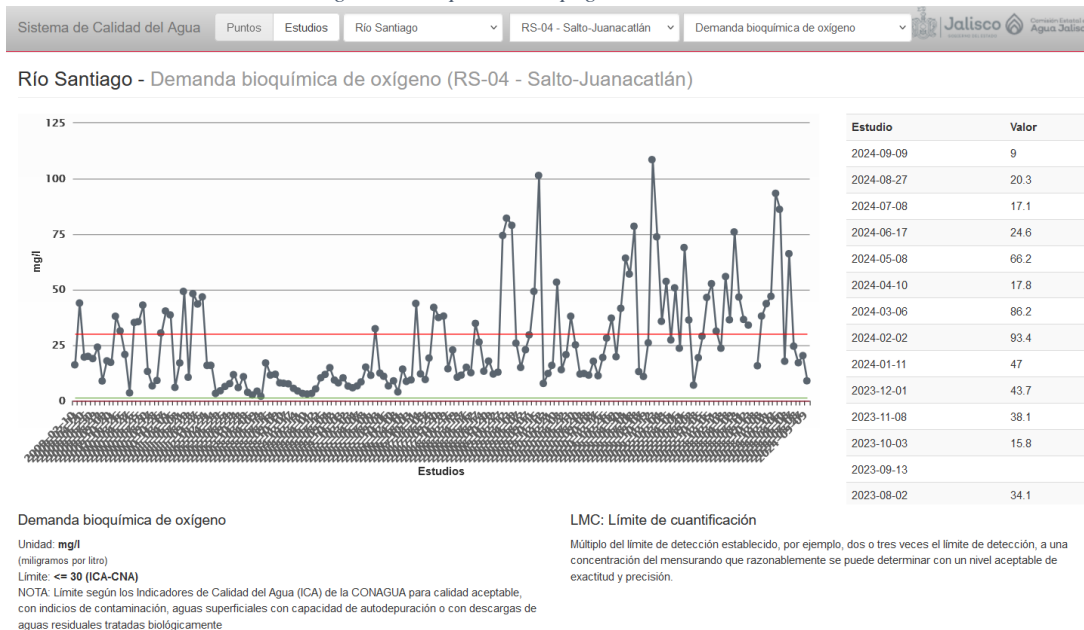
Como criterio principal, se decide trabajar en un listado de plantas que se ajusten a las necesidades y condiciones ubicadas en el humedal de Juanacatlán. Después se plantea la estrategia bajo la cual se desarrolla la investigación:

1. Análisis de parámetros problema del agua que ingresa al humedal
2. Listado de plantas con capacidad de remover los principales parámetros problema

La determinación de los principales parámetros problema con los que se trabaja en la investigación se llevó a cabo a través de los resultados de la página web Sistema de Calidad del Agua registrados por la Comisión Estatal del Agua Jalisco (CEAJ).

La página web cuenta con registros históricos desde el 2009 de múltiples parámetros problema, en vista de lo extensa que es la información se filtró la información de forma que solo se consideraron los parámetros listados en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y la Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014.

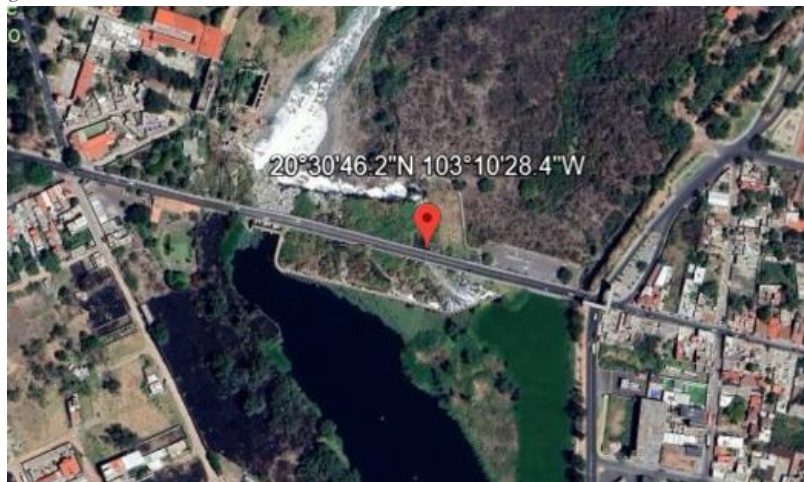
Figura 56. Captura de la página web de la CEAJ.



Fuente: Página web de la CEAJ.

Después, se presenta un diagnóstico de la calidad del agua en el humedal, utilizando datos históricos de un punto ubicado en las Cataratas de Juanacatlán, el cual es el punto del Río Santiago más cercano al humedal.

Figura 57. Punto de muestreo RS-04, ubicado en Las Cascadas de Juanacatlán.



Fuente: Google Maps.

Se utilizó el percentil ochenta sobre estos datos, tomando en cuenta datos con fecha de 2020 hasta 2024; el percentil ochenta de cada parámetro se empleó como punto de referencia para comparar con los límites permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 y en la Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014. Este análisis resulta esencial para fundamentar la selección de la nueva vegetación, ya que, de acuerdo con estos valores, en el arreglo final se podrían priorizar plantas que removieran los

contaminantes que rebasaran o estuvieran más cercanos a rebasar los límites permisibles establecidos en las normas.

Figura 5958. Captura de la hoja de cálculo del percentil ochenta.

DBO (RS-04 - Salto-Juanacatlán)			DQO (RS-04 - Salto-Juanacatlán)			Nitrogeno Total (RS-04 - Salto-Juanacatlán)			Fósforo Total (RS-04 - Salto-Juanacatlán)		
Limite según Lineamientos de Calidad del Agua de la CONAGUA, para riego agrícola	150	mg/L	Limite según Lineamientos de Calidad del Agua de la CONAGUA, para riego agrícola	150	mg/L	Limite según Lineamientos de Calidad del Agua de la CONAGUA, para riego agrícola	40	mg/L	Limite según Lineamientos de Calidad del Agua de la CONAGUA, para riego agrícola	20	mg/L
NOM 001 (1996) Rios, para riego agrícola (P.M.)	150	mg/L	NOM 001 (2021) Rios, arroyos, canales, drenes (P.M.)	150	mg/L	NOM 001 (2021) Rios, arroyos, canales, drenes (P.M.)	25	mg/L	NOM 001 (2021) Rios, arroyos, canales, drenes (P.M.)	15	mg/L
Percentil 80	53.70	mg/L	Percentil 80	136.54	mg/L	Percentil 80	32.05	mg/L	Percentil 80	4.88	mg/L
Fecha	Valor (mg/L)		Fecha	Valor (mg/L)		Fecha	Valor (mg/L)		Fecha	Valor (mg/L)	
10/04/2024	17.8		10/04/2024	95.845		10/04/2024	32.17		10/04/2024	6.83	
06/03/2024	86.2		06/03/2024	183.162		06/03/2024	27.12		06/03/2024	3.97	
02/02/2024	93.4		02/02/2024	265.258		02/02/2024	28.02		02/02/2024	4.8	
11/01/2024	47		11/01/2024	138.207		11/01/2024	27.62		11/01/2024	7.28	
01/12/2023	43.7		01/12/2023	107.215		01/12/2023	23.08		01/12/2023	4.6	
08/11/2023	38.1		08/11/2023	94.863		08/11/2023	19.85		08/11/2023	3.34	
03/10/2023	15.8		03/10/2023	60.764		03/10/2023	14.33		03/10/2023	2.97	
13/09/2023			13/09/2023	82.391		13/09/2023	14.9		13/09/2023	3.65	
02/08/2023	34.1		02/08/2023	112.473		02/08/2023	13.97		02/08/2023	3.05	
11/07/2023	36.6		11/07/2023	100.203		11/07/2023	26.01		11/07/2023	4.88	
13/06/2023	46.7		13/06/2023	113.833		13/06/2023	39.85		13/06/2023	6.2	
09/05/2023	76		09/05/2023	171.213		09/05/2023	39.13		09/05/2023	0.85	
18/04/2023	36.4		18/04/2023	109.017		18/04/2023	36.25		18/04/2023	0.67	
03/03/2023	55.9		03/03/2023	108.623		03/03/2023	35.56		03/03/2023	1.1	
13/02/2023	23.64		13/02/2023	96.883		13/02/2023	27.04		13/02/2023	3.63	

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta también incluyó una sección dedicada a los criterios utilizados para seleccionar las especies vegetales. El criterio principal para su selección fue su capacidad de remoción de contaminantes; sin embargo, también se consideró la necesidad de elegir plantas nativas que toleraran condiciones de saturación, su adaptación a las condiciones climáticas locales y su compatibilidad ecológica.

Seguido de la investigación y definidos los parámetros, se presentó un listado de especies vegetales recomendadas para el humedal, con una breve descripción de sus propiedades y el parámetro específico que cada una tenía la capacidad de remover. Este listado se basó en una investigación exhaustiva de la literatura existente, así como en estudios de caso de humedales en otras regiones, asegurando que las especies propuestas fueran las más adecuadas para las condiciones específicas de Juanacatlán.

Figura 60. Captura de una de las plantas del listado.

Tabla 3 *Typha latifolia* (Tule cola de gato)

Nombre de la Planta:	<i>Typha latifolia</i> (Tule cola de gato)
Parámetro Objetivo:	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Demanda química de oxígeno (DQO), Fosforo, Nitrógeno, Aluminio y Plomo
Descripción General:	<p>La espadaña, totora, chuspata, cola de gato o tule (<i>Typha latifolia</i>) es una especie de planta herbácea perenne del género <i>Typha</i>, de la familia Typhaceae. Crece en áreas templadas subtropicales y tropicales de todos los continentes, en regiones pantanosas donde forma los espadañales. Florece de mediados a fines del verano. Esta especie comparte su distribución con otras especies emparentadas, y se hibrida con <i>Typha angustifolia</i>, de hojas más angostas, formando <i>Typha x glauca</i> (<i>Typha angustifolia</i> x <i>T. latifolia</i>). Alcanza 1,5 a 3 m de altura y sus hojas 2-4 cm de ancho.</p> <p>Castañeda y Flores (2013) reportan porcentajes de remoción de DBO para <i>Typha latifolia</i> de hasta el 87 %, de nitrógeno total de hasta 64% y de fósforo total de hasta 75.75 %.</p> <p>de la Mora M. D. (s.f.) menciona que las eneas son las plantas más eficaces para la fitodepuración. Pueden ser utilizadas para tratamiento secundario (remoción de materia orgánica) y terciario (remoción de N y P) en climas templados. En experiencias de fitodepuración se indica una productividad de 13 kg de biomasa total (aérea + sumergida, materia seca) por m² y año.</p>

Figura 8 *Typha latifolia* (Tule cola de gato)



Fuente: Díaz González Guízar, A., Ocampo Canale, D., López Ornelas, E., Luna Badillo, L. E. (2024). *Mejoras de Humedales*.

Finalmente, considerando los criterios definidos, las condiciones específicas del humedal y la calidad del agua de acuerdo con los parámetros analizados, se propuso un arreglo de plantas a colocar por celda para el humedal de Juanacatlán. El arreglo se definió siguiendo la siguiente lógica:

- Primera celda: Plantas que toleran altas cargas de materia orgánica y son efectivas en la remoción inicial de DBO y DQO.
- Segunda celda: Plantas eficientes en la eliminación de fósforo y nitrógeno.
- Tercera celda: Plantas enfocadas al tratamiento específico de metales pesados.

Figura 61. Tabla del arreglo propuesto para las celdas del humedal de Juanacatlán.

Numero de Celda	Vegetación Propuesta
Primera	<i>Phragmites australis</i> (Carrizo) y <i>Schoenoplectus californicus</i> (Junco espadaña)
Segunda	(Especies de Tule) <i>Typha latifolia</i> , <i>Typha angustifolia</i> y <i>Typha domingensis</i>
Tercera	<i>Bacopa monnieri</i> (Hisopo de agua), <i>Iris germánica</i> (Lirio Amarillo) y <i>Colocasia esculenta</i> (Malanga)

Fuente: Díaz González Guízar, A., Ocampo Canale, D., López Ornelas, E., Luna Badillo, L. E. (2024). *Mejoras de Humedales*.

Se espera que se le dé continuidad a esta propuesta el próximo semestre de primavera 2025, ya sea implementando este arreglo al humedal, o realizando algunas modificaciones. Sin embargo, de hacer otras propuestas de mejora o realizar modificaciones a los humedales, se espera que los alumnos del PAP utilicen el documento de Mejoras de Humedales como referencia. Esto con el fin de que cualquier trabajo realizado sobre los humedales este bien justificado de acuerdo con las necesidades del mismo.

“El esquema para el desarrollo de la propuesta de mejora debe de contar con una descripción de lo que se desea hacer, describiendo de forma clara el objetivo, alcance y justificación, posteriormente se debe de plasmar la investigación desarrollada con sus criterios y por último se debe de detallar las acciones sugeridas o el producto final obtenido de la investigación.” (Extracto de *Mejoras de Humedales*, Díaz González Guízar, A., Ocampo Canale, D., López Ornelas, E., Luna Badillo, L. E., 2024).

4. 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.

4.1 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.

Edgar José Camacho Minero

Aunque este es mi segundo semestre cursando este mismo PAP, creo que no fue hasta estos últimos seis meses que la mayor sensibilización que cayó en mí, fue la de que no todos están de acuerdo con lo que hacemos para generar un cambio en las comunidades. Nosotros, como Proyecto de Aplicación Profesional, generamos propuestas y estrategias para comunicarnos con los habitantes de estos lugares y poder llevar proyectos que ayuden a la limpieza del agua que les pertenece, pero la realidad es que no todas las personas piensan igual que nosotros, ni tampoco confían en lo que estamos haciendo por el simple hecho de ser seres externos a su día a día y a su realidad.

Como toda lucha, me parece importante que no paremos de proponer e intentar sacar el proyecto adelante. Este es mi último semestre como estudiante del PAP, pero quienes estén por seguir aquí ojalá puedan llevar a cabo nuevas propuestas que beneficien a Ríos Vivos como organización, y por supuesto, a todas estas comunidades principalmente con los problemas que la contaminación del Río Santiago les ha estado llevando.

Gonzalo Reverte Ramírez

Este segundo semestre logramos darle continuidad al proceso de aprendizaje en torno a la realidad de las comunidades afectadas por la industrialización, siendo Casa Blanca la principal con la que trabajamos. Algo que profundizó mi sensibilización ante las realidades y mi reflexión fueron distintos cuestionamientos éticos en cuanto al video que estábamos realizando, el cual se le iba a proponer al Concejo Indígena de Casa Blanca para concientizar en torno al conflicto legal con la empresa IEnova.

El guion que hicimos partió de nuestra asistencia a la Asamblea del Concejo Indígena el semestre pasado, del diálogo con los maestros PAP y entrevistas a personas de Casa Blanca. Sin embargo, algo que me causaba conflicto era que la redacción, el montaje y la forma de emitir el mensaje no se sentía como algo colaborativo, si no como una propuesta que venía de nosotros. Algo que también añadía al dilema era que, si hubiéramos buscado involucrarlos más en el proceso, esto implicaba más trabajo y tiempo para ellos, lo cual se aleja de la manera de trabajar del PAP. Sin embargo, al redactar el guion, no pude evitar sentir que estaba reemplazando una voz o que estaba interpretando con información insuficiente.

Le platicué a un maestro PAP y a dos de mis compañeros mi dilema y lograron tranquilizarme. Al final sí había habido un acercamiento, un interés por entender y conocer su contexto y la aprobación de la creación del video. Lo que surgió en mí venía de un miedo a “blanquear” o “gentrificar” un discurso que venía de una lucha social de la que no soy parte. A pesar de esto, lo vi como un ofrecimiento de mis habilidades adquiridas en la carrera, que al final tienen que ver con la comunicación y la búsqueda de la mejor manera de emitir un mensaje.

A lo largo de todo el PAP, el contacto y conversación con los maestros, los miembros de Ríos Vivos y los habitantes de Casa Blanca me han enseñado tanto sobre el trabajo colaborativo, las injusticias sistemáticas, la lucha social y el trabajo interdisciplinario que se puede lograr teniendo el bienestar de las personas como eje. Este dilema que me surgió me hizo darme cuenta de que hay que ser muy cuidadosos con las formas en las que se incide en procesos colectivos, dejar el yo a un lado para pensar desde el “nosotros”, y también ser conscientes de que no vamos a vivir lo que las personas afectadas viven, pero podemos ejercitar una indignación y empatía canalizada hacia la acción.

Guadalupe Monserat Virgen Gallardo

En este segundo semestre que llevo formando parte del PAP TerritoRíos, aprendí y profundicé en la cuestión de volver autónoma a la comunidad y no llegar a imponer soluciones que no son factibles, además con el nuevo enfoque hidro social que se le da al PAP este semestre gracias a la profesora YoloXóchitl Corona, pude comprender que la situación de la contaminación no es un escenario plano, sino que se crea un ciclo de dependencias más allá de lo sucio y dañino.

De la mano de Carlos Roque, Leslie Ornelas y Verónica Padilla pude reconocer que hacer mucho sin un propósito no es tan trascendental como hacerlo de la mano y para las comunidades, es por eso que, quedo agradecida por aprender a reconocer límites sociales que me permiten ejecutar mis conocimientos y prácticas audiovisuales sin un impedimento emocional que me consuma por no poder hacer más de lo que ya se hace y se gestiona.

Miguel Ángel Gudiño López

Durante el desarrollo de este PAP, tuve la oportunidad de acercarme a las comunidades de Casa Blanca y Juanacatlán, y fue a través de esta experiencia que comprendí de manera profunda las complejas realidades sociales y ambientales que enfrentan. Este proceso no solo me permitió observar de primera mano los efectos de la contaminación en el agua y en la salud de los habitantes, sino también entender las dinámicas humanas que surgen en contextos de vulnerabilidad y resistencia.

Uno de los momentos más significativos fue escuchar los testimonios de los habitantes, como Marisa quien compartió su preocupación por la contaminación del río Santiago y cómo esta afecta tanto su calidad de vida como su entorno natural, el cómo le tocó ver el deterioro progresivo de su comunidad. Las cifras que alguna vez leí en informes cobraron un significado más tangible al ver cómo las enfermedades relacionadas con la contaminación afectan a las familias, especialmente a los niños. En esas conversaciones, no solo encontré datos, sino historias de lucha, temor y esperanza.

Además, pude observar cómo los proyectos industriales, aunque prometen desarrollo, generan tensiones en las comunidades. Fue impactante notar la división que estos pueden provocar, pero también inspirador ver cómo algunos habitantes se organizan para defender su territorio y su salud, a pesar de los múltiples desafíos. Una de las cosas que más me marcó fue en la visita al tour del horror, donde en la cascada de Juanacatlán entramos con cubrebocas, manga larga y bien protegidos, sin embargo, por la acera circulaban habitantes que lastimosamente ahora tienen que soportar en su normalidad los malos olores y contaminación.

Andrea Elizabeth Hernández Guzmán

A través de este proyecto, he tenido la oportunidad de reflexionar sobre las complejas realidades que estas comunidades han enfrentado a lo largo de estos años. Este proceso de sensibilización me ha permitido comprender que las acciones que cada una de nosotras como personas dentro de una ciudad tengamos tienen grandes consecuencias, aunque no nos veamos afectadas a primera instancia, afectan a todo nuestro entorno en distintos aspectos, y es nuestro deber tomar responsabilidad y hacernos cargo.

Es muy impactante el escuchar los testimonios de las personas como Marisa, Juanita, Paco, que tuvieron que aprender lo que significan distintas NOMs porque en sus familias se estaban enfermando por el agua que bebían, que tuvieron que comenzar a moverse y hacer visible lo que estaba pasando en sus comunidades porque nadie más les estaba cuidando, son escenarios muy fuertes de los que todas y todos deberíamos tomar conciencia y hacer comunidad adoptando una postura más empática y proactiva.

Ana Sophia Márquez García

En este segundo ciclo participando en este proyecto, me fue posible seguir ahondando en la complejidad de la situación socioambiental que se vive en los escenarios PAP. El acompañamiento brindado por las y los profesores del PAP, así como el testimonio de las personas involucradas en Ríos Vivos me ayudaron a ir comprendiendo cómo es que surgieron y se asentaron los problemas estructurales que han permitido que la salud de la cuenca del río Santiago, junto con la de todos sus habitantes, haya llegado al punto crítico en el que se encuentra.

La capacidad de resiliencia, la memoria colectiva y la fuerza de voluntad que han cultivado las comunidades a las que tuvimos el placer de conocer a través del PAP me continúan impresionando y me dan certeza de la importancia que tiene la colectividad para formarnos como individuos que sean agentes de transformación. Me quedo sumamente agradecida con cada una de las personas que forman parte de este increíble proyecto y tengo la certeza de que habrá muchas más que nos seguiremos uniendo e involucrando para ir formando nuevos cauces que nos lleven a un río verdaderamente vivo. Tengo esperanza de que, uniendo saberes y experiencias con las personas involucradas en los procesos de lucha y defensa social como indudablemente lo son la recuperación de los ecosistemas y la gestión comunitaria del agua, estamos construyendo un mundo más justo, sustentable y pacífico para todxs.

Eduardo López Ornelas

En el año que llevo en el proyecto he aprendido la importancia de apoyar a comunidades pequeñas y vulnerables. Ya que en la mayoría de las ocasiones estas comunidades reflejan problemas serios que vive un país, en el caso particular de México gran parte de la población sufre problemas a causa de la contaminación. En lo personal me gustó ver el interés de las comunidades, incluso en realizar pequeñas acciones para mejorar su calidad de agua, asistir a las reuniones de exposición de resultados, faenas, capacitaciones. Pienso que la incidencia en esas personas, aunque sean pequeñas acciones para la inmensidad del problema hace trascender el proyecto y a nosotros en las comunidades.

Este aprendizaje me llevó a reflexionar sobre la relevancia de los proyectos colaborativos e interdisciplinarios como un puente entre el conocimiento técnico y las realidades sociales. El trabajo con las comunidades de Casa Blanca y Juanacatlán no solo evidenció la magnitud de los problemas ambientales, sino también la fuerza y la resiliencia de las personas que enfrentan estas adversidades diariamente. Ver cómo las comunidades participan activamente, desde la capacitación para el monitoreo de la calidad del agua hasta su involucramiento en actividades de gestión, demuestra que incluso los esfuerzos más modestos tienen el poder de generar un impacto positivo y sostenible.

Además, comprender las dinámicas que rodean a estos contextos me permitió identificar que la clave para lograr cambios significativos radica en el fortalecimiento del tejido social y la educación. Las acciones pequeñas, como las faenas o las reuniones comunitarias, no solo contribuyen a resolver problemas específicos, sino que también promueven una mayor conciencia y empoderamiento colectivo. Este proceso de aprendizaje no solo transformó mi percepción sobre la labor en las comunidades, sino que también reforzó mi compromiso personal y profesional con la búsqueda de soluciones integrales que promuevan la justicia ambiental y social en los territorios más vulnerables.

Daniela Ocampo Canale:

Siendo mi segundo semestre trabajando en este proyecto, y en este tiempo he tenido la oportunidad de profundizar en la sensibilización ante las realidades que enfrentan las comunidades de la cuenca Lerma-Chapala-Río Santiago. A lo largo de estos meses, me he sensibilizado con la lucha de muchas de estas comunidades, que se sienten abandonadas en su esfuerzo por proteger su salud y su entorno.

He sido testigo de cómo la falta de apoyo gubernamental dificulta sus esfuerzos para abordar problemas críticos como el saneamiento del agua. La carencia de estrategias efectivas de tratamiento y la falta de interés por parte de quienes tienen la responsabilidad de proteger a estas comunidades han conducido a una situación alarmante que afecta tanto la salud pública como el medio ambiente. Además, he reflexionado sobre la grave impunidad que rodea la contaminación industrial, donde las regulaciones a menudo son ignoradas y las comunidades quedan desprotegidas ante los efectos nocivos de esta situación.

A través de diversas actividades y discusiones, he comprendido la vital importancia de defender el territorio y el papel de los grupos sociales que han estado presentes en esta lucha durante años. He aprendido sobre las iniciativas que estas organizaciones han promovido para generar conciencia y exigir justicia, así como la relevancia de su trabajo en la formación de una ciudadanía activa y comprometida.

Considero importante esta reflexión, ya que al entender mejor los desafíos que enfrentan estas localidades, no solo fortalecemos nuestra empatía, sino que también nos posicionamos para apoyar sus esfuerzos en la protección de sus recursos naturales y su calidad de vida.

Víctor Daniel Yeme Morfin

A lo largo de este semestre del proyecto de aplicación profesional, he logrado identificar la importancia de conservar y proteger el territorio, así como las necesidades y dificultades con las que viven de manera cotidiana los miembros de las comunidades cercanas a cuerpos de agua contaminados por la creciente y aplastante industria. Pues desde el comienzo del PAP, a través de diversas visitas de campo, asambleas y recorridos por el territorio que se busca proteger, se creó un primer acercamiento a una realidad de injusticia e impotencia, debido a que las comunidades más vulnerables cargan con todo el peso de nuestras decisiones tanto políticas como sociales, ya que en diversas ocasiones desde el sector urbano se minimizan temas como el estado de salud de los propios habitantes, así como la pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas y la falta de apoyo por parte de instituciones de gubernamentales y privadas para el desarrollo en los servicios básicos de estas localidades, priorizando siempre los intereses económicos sobre el bienestar social y ambiental.

Por otro lado, al estar trabajando de la mano con iniciativas como Ríos Vivos fue alentador y esperanzador el observar cómo diversas instituciones educativas, miembros de las comunidades y personas externas. Se logran unir para desarrollar soluciones sostenibles que buscan mitigar la crisis ecológica actual, apoyando desde diferentes áreas y posibilidades. En lo personal, estos casos me demuestran la importancia de la participación como una comunidad y el involucramiento de todos, pues a pesar de la gravedad del problema, es fundamental no darse por vencido y saber que nuestras aportaciones y soluciones, aunque puedan parecer pequeñas en comparación a todos los años de malas prácticas, fortalecen a la lucha por un futuro hacia la recuperación de nuestros territorios, una mejor gestión de los recursos y relación con el medio ambiente que habitamos.

Luis Ernesto Luna Badillo

Gracias al participar en este PAP, conocí una perspectiva más realista respecto al paradigma del agua como un bien económico, natural y común. Enfocar las problemáticas identificadas y el contexto bajo la lupa de la Ecología Política permitió visualizar la realidad de manera más integral y fina.

Apostar por prácticas creativas que tengan la intención de ayudar a las comunidades a modelar y generar nuevos sentidos de cambio estructural y formular nuevos imaginarios sociales de manera autónoma, representa –en lo personal– un acto de resistencia ante la violencia simbólica por parte de los intereses del estado y de las grandes corporaciones que quebrantan a las pequeñas comunidades al ignorar sus verdaderas necesidades y amenazas. Estas comunidades están salvaguardando sentidos de todo tipo: de bienestar, de comunidad, de salud, de justicia, de educación, de placer, de patrimonio, de identidad, y muchas otras. Estas disputas están dando como resultado nuevos sentidos de imaginarios sociales colectivos.

Que el asentimiento y práctica de estos proyectos funcionen como catalizadores para los imaginarios es algo muy representativo para mí, aunque, considero que procurar cambiar las ideas es algo complejo y requiere de tiempo y voluntad, el significado e inserción de estas serán eficaces y eficientes –mediano y largo plazo respectivamente–.

Andre Díaz González Guízar

El PAP fue una experiencia que me marco profundamente. El semestre comenzó con el Tour del Horror, el ver el Río Santiago contaminado, las Cascadas de Juanacatlán, los lixiviados de basureros clandestinos que acaban en el Río Santiago y el Lago de Chapala, y a las personas afectadas por la contaminación del río, son experiencias que me hicieron empatizar con la situación tan difícil que enfrentan los habitantes de estas comunidades, que a diferencia de mí, que solo visite estos lugares, ellos viven ahí y no tienen otra opción más que lidiar con los problemas que la contaminación del río ha provocado día a día. Esta realidad, me hizo comprender la importancia del proyecto e inspiro en mí el deseo de dar lo mejor de mí para aportar mi granito de arena a esta noble causa.

Algo que aprendí, es que esta problemática es muy compleja. No existe una solución sencilla a la contaminación del río, mientras el problema de raíz no se solucione, el cual son las industrias que vierten sus desechos sin tratar al río, no se podrá sanear el río. Sin embargo, esto no ha sido posible ya que hay muchos intereses de por medio, las industrias que se instalan a lo largo del río y le venden a la gente de las comunidades la idea de progreso, cuando la realidad es que terminan siendo las principales afectadas, el gobierno negligente ante la situación, y las dinámicas de poder que se dan en estos espacios, entre otros factores, que complican aún más la situación.

A pesar de ello, también he aprendido que por poco que parezca el impacto que tiene el trabajo realizado por el PAP y por Ríos Vivos en reducir la contaminación del río, si tiene un gran impacto en las comunidades como La Cañada, Casablanca y Juanacatlán. Donde se ha trabajado en conjunto para apoyarlos en la autogestión de un recurso tan valioso como es el agua.

4.2 Aprendizajes logrados

La sección de aprendizajes logrados es un espacio fundamental en el que se reflexiona sobre el proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y competencias a lo largo de un proyecto o curso. En ella, se busca sintetizar las experiencias vividas, identificando no solo los conceptos teóricos aprendidos, sino también las lecciones prácticas que han contribuido al desarrollo personal y profesional. Esta sección debe incluir una evaluación crítica de los logros alcanzados, los desafíos enfrentados y las estrategias implementadas para superarlos.

Al abordar estos aspectos, se busca ofrecer una visión integral del crecimiento obtenido, así como la relevancia de estos aprendizajes en el contexto del proyecto y en la formación continua del individuo.

Edgar José Camacho Minero

Este fue mi segunda vez participando en el PAP 1N03 TerritoRíos, a pesar de que la mayoría de los temas que hemos repasado durante este semestre son similares a los del semestre anterior, sí hubo nuevos acercamientos a la problemática que abrieron mi panorama acerca de la problemática, y que no solo estamos lidiando con la evidente contaminación que existe dentro del Río Santiago, sino que también hay que trabajar en atraer a las personas habitantes de las comunidades en que trabajamos para que ellos también se preocupen por el agua.

Durante el semestre en las visitas que hicimos a La Cañada, El Salto, Juanacatlán y Casa Blanca, demostraron que sí hay personas a quienes les importa hacer un cambio, gente de todas las edades que se preocupa, y es evidente que nosotros dentro del PAP sí logramos realizar un cambio con las personas que nos permiten enseñarles lo que hacemos. Sobre todo, en La Cañada y Casa Blanca, durante las sesiones que tuvimos para enseñarles a cómo medir los contaminantes en su agua, las personas se mostraron atentas y felices de aprender.

En general, este semestre aprendí que el cambio es posible, y que las comunidades van a estar dispuestas a darlo todo por defender su territorio.

Gonzalo Reverte Ramírez

Aprendí sobre el contexto de industrialización, contaminación, opresión y lucha social que se vive en la Cuenca Alta del río Santiago. Aprendí a ver la realidad de otra manera, a aplicar las habilidades de comunicación que me dio mi carrera para contextos sociales, a colaborar con otras carreras para un objetivo en común.

De mis maestros Carlos, Vero, Yolo y Leslie aprendí a darle un nuevo sentido a la academia y al aprendizaje. Aprendí de ciencia y de ecología política, a discernir qué trabajos realmente me aportan como persona que se sabe parte de un contexto, y que el propósito de estos trabajos no sea una simple calificación, ni una manera de sentirse productivo dentro del sistema, sino saber qué de lo que hago puede tener incidencia fuera y dentro de mí.

De mis compañeros aprendí que cada carrera tiene su manera de ver el mundo, pero que es importante que todas las carreras sean conscientes de que todxs somos parte de la naturaleza. Eso es algo que creo que falta en el mundo, un enfoque medioambiental generalizado. Aprendí cosas tristes y desesperanzadoras de este sistema, pero también que de nada sirve lamentarlas sin hacer nada, que por lo menos desde el espíritu y eventualmente desde la acción se debe escoger un camino hacia un lugar mejor para todxs.

Guadalupe Monserat Virgen Gallardo

Este es mi segundo semestre participando en el PAP TerritoRíos, donde he podido conocer de cerca los problemas de contaminación que nos rodean y con los que estamos relacionados directamente. He logrado identificar la diferencia entre los residuos que se generan, como las aguas residuales municipales y las aguas residuales industriales, donde de la mano con las comunidades como Juanacatlán, Casa Blanca y La Cañada se han implementado soluciones alternativas que pueden y mejoran esta situación ambiental.

Este semestre en cuestión audiovisual para mí fue más social que de índole instructiva, porque además de enfocarnos en tutoriales y videos, fue para conectar con la causa a fondo para poder exponerla e invitar a los demás pobladores que no estaban informados del todo, a unirse a esta lucha que todos tenemos en común. Donde las salidas de campo han enriquecido más este sentido de unión y justicia social por y para el bien de las comunidades.

Miguel Ángel Gudiño López

El desarrollo de este PAP fue una experiencia transformadora que me permitió adquirir conocimientos, habilidades y competencias tanto en el ámbito profesional como personal. A lo largo del proceso, enfrenté retos que me llevaron a reflexionar críticamente sobre mi enfoque y a adaptar estrategias para cumplir con los objetivos del proyecto.

En términos teóricos, profundicé en el análisis de problemáticas ambientales y sociales complejas, como la contaminación del agua y sus impactos en la salud pública. Comprendí la importancia de abordar estas situaciones desde una perspectiva interdisciplinaria, integrando conceptos de ciencias ambientales, políticas públicas y trabajo comunitario para proponer soluciones viables y sostenibles.

Desde una perspectiva práctica, el trabajo de campo en las comunidades de Casa Blanca y Juanacatlán me permitió desarrollar habilidades clave, como la comunicación efectiva y el manejo de dinámicas grupales. Aprendí a escuchar activamente a los habitantes, reconocer sus perspectivas y articular sus necesidades en propuestas concretas. Este contacto directo también reforzó mi capacidad para gestionar situaciones complejas y adaptarme a imprevistos, como la falta de recursos o diferencias en las expectativas de los actores involucrados.

Un aprendizaje significativo fue la gestión de desafíos. La dificultad en la participación conjunta por parte de algunos sectores de la comunidad representó obstáculos importantes, es de esperarse que no toda la comunidad comparta los mismos intereses y perspectivas, no obstante, se dificultó el avance por estas cuestiones, principalmente en un proyecto muy noble como lo es el centro comunitario. Me deja como perspectiva el siempre incluir a todos los sectores de la población y extender la invitación, aunque la rechacen activamente.

A nivel personal, esta experiencia me permitió ampliar mi visión del impacto de mis acciones en contextos reales. La convivencia con las comunidades me llevó a valorar la importancia de la empatía, el compromiso ético y la responsabilidad social en mi práctica profesional. Además, entendí que los verdaderos cambios no solo requieren conocimientos técnicos, sino también sensibilidad hacia las realidades humanas y ambientales que moldean cada situación.

En conclusión, este PAP no solo representó una oportunidad de aplicar lo aprendido en mi formación académica, sino también de crecer como profesional comprometido con la justicia social y ambiental. Los aprendizajes obtenidos serán fundamentales para enfrentar retos futuros y contribuir de manera significativa al desarrollo sostenible de las comunidades.

Andrea Elizabeth Hernández Guzmán

A lo largo de este semestre, mi participación en el equipo de monitoreo y calidad de agua me permitió desarrollar habilidades técnicas y fortalecer mis competencias profesionales como estudiante de Ingeniería en Biotecnología, trabajé en conjunto con el equipo interdisciplinario en los diversos entregables, lo que me ayudó a consolidar mis conocimientos teóricos en un contexto mucho más práctico al adquirir experiencia tanto en la toma de muestras como dentro del laboratorio, enfrentándonos a retos como la precisión en los procedimientos y la interpretación de resultados, pero finalmente quedamos muy satisfechos y felices con los resultados y propuestas entregadas.

Ahora de una manera más personal, a estar a vísperas de terminar este periodo me siento sumamente feliz por haber tenido la oportunidad de ser parte de este gran proyecto con estas increíbles personas, es realmente gratificante y mi corazón se llena de esperanza cuando veo que más personas nos unimos y trabajamos en conjunto porque queremos hacer un cambio, que a pesar de todas las circunstancias y de que los números se vean muy poco favorables, nos queda claro que es una lucha que depende de las acciones de todas y todos cada día, aun siendo “pequeñas”.

Otro aspecto con el que fui muy feliz fue el haber tenido la oportunidad de conocer y conectar con más personas fuera del ITESO con las mismas ganas de transformar el lugar que compartimos, cada persona deja huella en mí y un compromiso por comunicar todo lo que está pasando, el hacer que las personas de mi alrededor estén enteradas de lo mucho que sus acciones pueden tener impacto y que es un llamado a la acción diaria, que no porque no vean las afectaciones directamente a su persona significa que el problema está muy lejos, realmente no lo está y es momento tomar responsabilidad, porque si cada una de nosotras no actúa y esperamos a que alguien más lo resuelva, no vamos a avanzar.

Finalmente les quiero agradecer a cada una de mis compañeras y compañeros dentro del PAP por haber sido personas tan comprometidas y trabajadoras con este proyecto, así como también agradecerle a nuestras maestras y maestro por compartirnos sus aprendizajes y hacernos parte de este gran proyecto.

Ana Sophia Márquez García

Considero que cada uno de los aprendizajes que me llevo de este PAP es de gran valor, no solo para mi vida profesional, sino para todos los ámbitos de mi vida. Como biotecnóloga, he estudiado durante toda mi carrera cómo funciona la vida a un nivel celular y molecular y poco a poco he ido comprendiendo la gran importancia que tiene cada una de las moléculas involucradas para lograr que todos los procesos metabólicos se lleven a cabo correctamente para seguir sosteniendo la vida. Si algo he aprendido al trabajar en este proyecto es que esta afirmación sigue siendo verdadera a todas las escalas y que la naturaleza debería de ser nuestra principal maestra a la hora de crear soluciones para los problemas que hemos ido causando por abusar de ella.

La manera en la que los humedales son capaces de remediar el agua que pasa a través de ellos gracias a todas las interacciones entre los microorganismos y las plantas con su entorno es un indicador más del increíble potencial que hay en observar, entender y usar la naturaleza a nuestro favor de una manera responsable. La vida y el bienestar de los ecosistemas depende de cada una de las personas que forman parte de ellos. Por este motivo creo que es fundamental conocer el lugar que habitamos y nuestro rol dentro del mismo, así como la manera en la que nuestras acciones lo impactan tanto positiva o negativamente. De esta manera, podremos crear alternativas desde un entendimiento más amplio y verdadera responsabilidad social hacia nuestro entorno y los demás seres con los que lo compartimos.

Eduardo López Ornelas

En el presente PAP apliqué mis conocimientos en investigación para apoyar a realizar el manual de metodologías, también a investigar en páginas de proveedores reactivos y tener que leer las fichas técnicas para asegurar que fueran los métodos indicados para nuestras muestras. Otra parte importante fue la realización de la alcalinidad total mediante titulación y apoyar para medir DBO.

Otro aprendizaje importante fue el conocimiento adquirido en la implementación de nuevas plantas enfocada en la remoción de ciertos contaminantes. Para esto fue necesario hacer uso de varias bases de datos para conocer si la planta era nativa, el tipo de contaminante que remueve, si tiene características para estar en humedales, entre otras características.

El conocimiento más grande que me llevo es identificar una problemática como la causada por la eutrofización como lo es la aparición de floraciones algales productoras de microcistinas. Esta problemática me hizo aplicar mis conocimientos en mi carrera para poder proponer una solución a las personas que trabajan o usan el agua contaminada con estos microorganismos día a día. Para esta propuesta fue necesaria una investigación, depuración de información, experimentación y análisis estadístico para conocer la mejor formulación.

Daniela Ocampo Canale:

Este es mi segundo semestre cursando el Proyecto de Aplicación Personal, y los aprendizajes que he adquirido han crecido considerablemente en estos seis meses. En el semestre anterior, logré comprender el contexto social relacionado con el agua en la cuenca Lerma-Chapala-Río Santiago, explorando cómo esta situación afecta a muchas personas en el estado y al medio ambiente.

Durante este semestre, he profundizado en mi comprensión del flujo del agua, ya sea en arroyos, canales, ríos o sistemas de tuberías. Las primeras salidas de campo me ofrecieron una visión clara y general del movimiento del agua, identificando puntos críticos de emergencia y su relación con la industria y las áreas urbanas. El curso sobre el contexto social me permitió establecer conexiones entre distintos eventos sociales vinculados a la creación de Ríos Vivos, brindándome una perspectiva más amplia sobre las acciones de este tipo de organizaciones a lo largo del tiempo.

Con el apoyo de Carlos Roque, Leslie Ornelas, Yoloxochitl Corona, Verónica Padilla y los integrantes de Ríos Vivos, he aprendido estrategias efectivas para involucrarme con comunidades en la concientización sobre la situación del agua, así como formas adecuadas de proporcionar herramientas para su defensa e independencia.

Finalmente, al igual que en el semestre pasado, he podido aplicar los conocimientos técnicos adquiridos a lo largo de mi carrera con un enfoque que trasciende la mera producción de riqueza. Busco un propósito social, intentando establecer un medio de comunicación adecuado con contextos distintos al mío.

Luis Ernesto Luna Badillo

Considero que mi participación aportó valor al proyecto, característica principal del Diseño Ético Social. Llevando a cabo las tareas y trabajos propuestos en el semestre, apliqué y reforcé mis conocimientos de Diseño Estratégico sobre el manejo y diseño de información al gestionar lo ya recuperado dándole un formato de salida de tal manera en la que se garantiza la mayor cobertura de comprensión; en diseño editorial, organizando textos y recursos gráficos con el objetivo de transmitir la información de manera clara, estética y eficiente; y de los procesos de pre prensa, criterios fundamentales para asegurar el resultado físico de las piezas creadas.

Fuera del campo de Diseño, aprendí a identificar el contexto de escenarios de aplicación por medio de relacionar las causas históricas de larga duración, los grupos de poder fácticos, el contexto económico neoliberal y de agentes sociales contaminantes. La oportunidad de compartir esfuerzos con otras carreras genera un resultado integral.

Andre Díaz González Guízar

A lo largo del semestre trabajé en diferentes entregables a través de los cuales aprendí no solo conceptos, sino también de las experiencias al tener que enfrentarme con las diferentes problemáticas que surgieron en el camino. Como ingeniero químico fue esencial hacer uso de mis conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera. En el equipo de monitoreo de calidad del agua, aprendí lo importante que es la metodología para obtener buenos resultados, uno de los retos que enfrentamos fue el de no tener experiencia previa midiendo un parámetro como DBO, a pesar de ello, gracias a los resultados y buscando asesoría externa, logramos entender cuáles fueron los errores que se cometieron en el procedimiento y me siento satisfecho con los entregables que se crearon a partir de esta experiencia, que servirán a los futuros alumnos a muestrear parámetros de calidad de agua con mayor facilidad.

En el entregable *Mejoras de Humedales* mejore mis habilidades de investigación, redacción, comunicación y presentación. Para lograr desarrollar este entregable tuve que consultar información de distintas fuentes, filtrarla de acuerdo con criterios bien definidos, y posteriormente presentarla de la mejor manera, tanto visualmente, como en cuanto a la redacción, además de cumplir con los objetivos del entregable. Al final, todas estas habilidades me serán de gran utilidad en el ámbito profesional.

En lo personal, aprender del contexto que envuelve una problemática tan grande como es la contaminación del Río Santiago y de alguna manera involucrarme en ella fue lo más valioso para mí, el escuchar los testimonios de la dura realidad que viven las personas aledañas al río, empatizar con ellos y al mismo tiempo comprender que este problema no es ajeno a nosotros. También fue una lección para mí el ser testigo del valor de la gente de las comunidades involucradas, su resiliencia, su amor, su interés por aprender más sobre el agua, como la mayoría nos recibió con los brazos abiertos y lo mucho que nos agradecieron por haber aportado con el trabajo que hicimos.

Victor Daniel Yeme Morfin

A partir de mi primera experiencia en el Proyecto de Aplicación Profesional “TerritoRios”, puedo sentirme profundamente agradecido por permitirme desarrollar y ampliar mi comprensión que tenía acerca de las problemáticas socioambientales y el cómo puedo utilizar los conocimientos aprendidos durante toda mi formación académica para mejorar y transformar nuestra realidad. Pues es común observar como el campo en donde se desempeña la ingeniería civil, es responsables por la mala gestión de los recursos, infraestructura deficiente en los servicios básicos y la generación de espacios en donde se permita una convivencia en sociedad y con el entorno que nos rodea.

De hecho, a través de experiencias como el “Tour del Horror”, me sentí identificado y parte del problema, ya que muchos de mis conocimientos durante estos años los utilicé para el diseño y la posterior construcción de diversos parques industriales localizados en el nuevo corredor comercial cercanos a las zonas de estudio, comprendiendo la compleja relación entre el desarrollo que nos promete la industria contra el impacto real y devastador que le genera a las comunidades y el ambiente.

Por esta razón considero que el trabajo que se realizó a lo largo del semestre con la planeación de un centro comunitario y un humedal en Casablanca es un buen ejemplo de cómo mis conocimientos desde el enfoque de la ingeniería civil pueden aplicarse a crear estructuras que garanticen la seguridad y el correcto funcionamiento de cada uno de los espacios y sistemas para el tratamiento del agua.

Involucrarme en este tipo de soluciones, logro desarrollar y fortalecer mis conocimientos técnicos, desde una fase previa como lo fue el levantamiento topográfico para comprender las características y distancias del terreno en donde se llevara a cabo la obra civil, hasta la etapa de diseño y cálculo de cada una de las estructuras, pues es fundamental comprender los distintos sistemas constructivos dependiendo del uso, materiales cercanos y mano de obra a utilizar, además de los diferentes lineamientos y metodologías utilizados para la elección de ciertas geometrías en los perfiles, así como su dimensionamiento y configuración del refuerzo en los elementos estructurales, permitiendo cumplir con los criterios de esfuerzos del propio material y deformaciones ante diferentes tipos de cargas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano-Aguilar, Ortega, Gesundheit. (2012). Estudio de la contaminación en la cuenca del río Santiago y la salud pública en la región. *Un Salto de Vida AC., Greenpeace, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/04/Estudio-de-la-contaminacion-en-la-cuenca-del-rio-santiago-y-la-salud-publica-en-el-region.pdf>
- Bernache, G. (2009). *El impacto social de las operaciones del vertedero Los Laureles [Ponencia]*. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla, Colombia.
- Brewers, B. (2019, junio 25). Healthy SCOBY: What Does a Healthy Kombucha SCOBY Look Like? *Bucha Brewers*. <https://buchabrewers.com/healthy-scooby-what-does-a-healthy-kombucha-scooby-look-like/>
- Cabrial Pacheco, A. E. (2020). *La acumulación por despojo del basurero Los Laureles y la experiencia de Un Salto de Vida en la lucha por la defensa de su territorio [Tesis de maestría]*.
- Canal 44 (Director). (2019, septiembre 24). *Población de Juanacatlán se opone a megaproyectos de gasoducto y termoeléctrica* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=UzhaVa_wyWo
- Chen, L., & Xie, P. (2016). Mechanisms of Microcystin-induced Cytotoxicity and Apoptosis. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 16, 1-1. <https://doi.org/10.2174/1389557516666160219130407>
- Cisneros, V. (2020). El informe oculto. Desde hace 10 años se sabía que el Río Santiago, en Jalisco, estaba contaminado y no se hizo nada. *EME-EQUIS*. <https://m-x.com.mx/al-dia/el-informe-oculto-desde-hace-10-anos-se-sabia-que-el-rio-santiago-en-jalisco-estaba-contaminado-y-no-se-hizo-nada/>
- Cornejo, J., de Hernández, M., & del Carmen, A. (2016). *Química ambiental: Experiencias de laboratorio en microescala* (Primera edición: 2016). Universidad Iberoamericana Ciudad de México.
- Corona, I. Y. (2021). *Movilización del conocimiento y sus efectos en la configuración de lo político: La cuenca alta del río Santiago en Jalisco*. https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/378/1/Corona_IY.pdf
- Del Castillo, A. (2018). Macrorrecomendación, «simulación institucional». *Milenio*. <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/medioambiente/macrorrecomendacion-simulacion-institucional>
- El Informador. (2020, febrero 13). *Mil 430 muertes por contaminación en El Salto en 12 años: Colectivo | El Informador* [Noticiero]. Mil 430 muertes por contaminación en El Salto en 12 años: colectivo. <https://www.informador.mx/jalisco/Mil-430-muertes-por-contaminacion-enEl-Salto-en-12-anos-colectivo-20200213-0121.html>

- García-Velasco, J., & Orozco-Medina, M. (2023, junio). *Microcistinas en agua del Lago de Chapala, implicaciones en la salud de la población ribereña de Agua Caliente, Jalisco*. Calidad del agua, Encuentro universitario de investigación.
- Gržinić, G., Piotrowicz-Cieślak, A., Klimkiewicz-Pawlas, A., Górny, R. L., Ławniczek-Wałczyk, A., Piechowicz, L., Olkowska, E., Potrykus, M., Tankiewicz, M., Krupka, M., Siebielec, G., & Wolska, L. (2023). Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. *Science of The Total Environment*, 858, 160014. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160014>
- Instituto del Agua. (2024, enero 15). Aguas residuales domésticas: ¿Qué son y cómo impactan nuestro entorno? *Instituto del Agua*. <https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-son-las-aguas-residuales-domesticasaguas-residuales/>
- Kapse, G., & Samadder, S. R. (2021). *Moringa oleifera* seed defatted press cake based biocoagulant for the treatment of coal beneficiation plant effluent. *Journal of Environmental Management*, 296, 113202. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113202>
- Konrad, C. P. (2003). *Effects of Urban Development on Floods*. <https://pubs.usgs.gov/fs/fs07603/>
- Kusumawati, E., Keryanti, Widyanti, E. M., Waluya, F., & Risnawati. (2020). *Production of Powdered Bio-coagulant from Moringa oleifera Seeds Using Vacuum Drying Method*. 365-370. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.060>
- Legorreta, S. (2020, agosto 11). *Habitantes de Casa Blanca en Poncitlán temen instalación de IEnova—Decisiones* [Noticiero]. *Decisiones*. <https://decisiones.com.mx/zmo/poncitlan/habitantes-de-casa-blanca-en-poncitlan-temen-instalacion-de-ienova/>
- Lezama, C. (2016). *Construcción social de ciudades no sustentables: El caso de El Salto, Jalisco*. The Politics of Deterioration: The Urban-Industrial Dynamics of the Santiago River, Jalisco, Mexico (In Spanish), WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers, Thematic Area Series SATCUASPE TA3 Urban Water Cycle and Essential Public Services Working Paper Vol. 3 No 6, ISSN 2056-4856 (Print), ISSN 2056-4864 (Online). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15267.04641>
- Mata Loera, M. E. (2020, septiembre 17). Reconstruyen la historia del Santiago: De «Niágara mexicano» a río de la muerte. *Gaceta UDG*. https://www.gaceta.udg.mx/rio_santiago/
- Matelco. (2023, febrero 8). Control de la carga orgánica en agua potable – Segunda parte. *Matelco*. <https://www.matelco.es/control-de-la-carga-organica-en-agua-potable-segunda-parte/>
- McCulligh DeBlasi, C. C. (2017). *Alcantarilla del progreso: Industria y estado en la contaminación del río Santiago en Jalisco [Tesis de doctorado, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social]* [Repositorio Institucional CIESAS]. <https://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1015/470/1/TE%20M.D.%202017%20Cindi%20Claudia%20McCulligh%20Deblasi.pdf>

- McCulligh, Páez-Vieyra y Moya-García. (2007). *Mártires del río Santiago. Informe sobre violaciones al derecho a la salud y a un medio ambiente sano en Juanacatlán y El Salto, Jalisco, México.* – *Ambientes Justos, A.C.*
<https://ambientesjustos.org/publicacion/martires-del-rio-santiago-informe-sobre-violaciones-al-derecho-a-la-salud-y-a-un-medio-ambiente-sano-en-juanacatlan-y-el-salto-jalisco-mexico/>
- Moringa nature. (2019, enero 30). *Semillas de Moringa oleífera | Moringa Nature.*
<https://moringanature.com/semillas-de-moringa-oleifera-0>
- Mullally, M. Á. (2020, enero 29). *El paraíso de las empresas, el infierno de los pueblos en las orillas del río Santiago en México.* Biodiversidad en América Latina.
<https://www.biodiversidadla.org/Documentos/El-paraiso-de-las-empresas-el-infierno-de-los-pueblos-en-las-orillas-del-rio-Santiago-en-Mexico>
- NTX. (2012). Denuncian que autoridades ocultan información del Río Santiago. *El Informador.*
<https://www.informador.mx/Jalisco/Denuncian-que-autoridades-ocultan-informacion-del-Rio-Santiago-20120531-0081.html>
- Ramírez Tapias, Y. A., Di Monte, M. V., Peltzer, M. A., & Salvay, A. G. (2022). Bacterial cellulose films production by Kombucha symbiotic community cultured on different herbal infusions. *Food Chemistry*, 372, 131346. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131346>
- Reza, G. (2020, junio 14). *Piden a alcalde de Casa Blanca, Jalisco, negar permiso a IEnova para terminal de combustible* [Noticiero]. Proceso.
<https://www.proceso.com.mx/nacional/estados/2020/7/14/piden-alcalde-de-casa-blanca-jalisco-negar-permiso-ienova-para-terminal-de-combustible-246139.html>
- Santana, L. (2016). *Contradicciones y amenazas derivadas del Polígono de Fragilidad Ambiental en la Cuenca de El Ahogado (POFA).* The Politics of Deterioration: The Urban-Industrial Dynamics of the Santiago River, Jalisco, Mexico (In Spanish), WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers, Thematic Area Series SATCUASPE TA3 Urban Water Cycle and Essential Public Services Working Paper Vol. 3 No 6, ISSN 2056-4856 (Print), ISSN 2056-4864 (Online). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15267.04641>
- Torres, X. (2021, agosto 18). La gestión de la basura en la ZMG es irregular y criminal por la complicidad de las autoridades: Un Salto de Vida. *Zona Docs.*
<https://www.zonadocs.mx/2021/08/18/la-gestion-de-la-basura-en-la-zmg-es-irregular-y-criminal-por-la-complicidad-de-las-autoridades-un-salto-de-vida/>
- Un Salto de Vida (Director). (2021). *Aniversario de resistencia y defensa de Juanacatlán contra los megaproyectos* [Broadcast]. <https://www.youtube.com/watch?v=8PPoRNh3Ujs>
- Verma, A. K., Dash, R. R., & Bhunia, P. (2012). A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. *Journal of Environmental Management*, 93(1), 154-168. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.09.012>

6. ANEXOS GENERALES

Enlace a Productos del semestre:

https://drive.google.com/drive/folders/13UTuHrcJRhj2_TPfItq3AODgzEATvjRG?usp=sharing