

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

PROGRAMA DE SUSTENTABILIDAD SOCIOAMBIENTAL PARA EL DESARROLLO INCLUSIVO



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

CENTRO UNIVERSITARIO DE INCIDENCIA SOCIAL

1P02 – SAN PEDRO VALENCIA: RENOVACIÓN URBANA, SANEAMIENTO AMBIENTAL Y
EMPRENDIMIENTOS TURÍSTICOS

Desarrollo de Red Hidráulica en la localidad del Refugio

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. Civil Manuel Escalante Godínez

Ing. Civil Antonio López Alvarez

Ing. Civil Héctor Manuel Serrano Sandoval

Ing. Mecánica Omar Alexis Martínez Espinoza

Ing. Mecánica José Roberto Orozco Sanabria

Profesor PAP: Lic. Ernesto Saúl Romero Soltero

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	0
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	0
1.2 Caracterización de la organización.....	6
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	10
1.4. Planeación de alternativa(s).....	13
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	16
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	22
1.7. Bibliografía y otros recursos	27
1.8. Anexos generales	28
2. Productos	29
2.1 Tanque elevado de Geomembrana:	29
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	30
3.1 Sensibilización ante las realidades	30
3.2 Aprendizajes logrados	31

REPORTE PAP

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 (colaboración) (co-participación) 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 del 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 éstas 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 primer componente 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 componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología. El tercer componente 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

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones que, de manera colaborativa, construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Para el desarrollo de este proyecto se realizó una metodología basada en el análisis del contexto territorial, social y técnico de la localidad de El Refugio, ubicado en el municipio de Tala, Jalisco, con el objetivo de entender la problemática relacionada con el suministro y distribución de agua potable, así como proponer posibles alternativas de mejora para optimizar el servicio.

En una primera etapa se realizó una investigación sobre las redes hidráulicas, almacenamiento de agua, distribución del recurso hídrico y gestión del agua en la localidad de El Refugio para así tener un plano de red de agua potable con sus respectivas válvulas. Posteriormente, se llevaron a cabo visitas de campo en la localidad con el propósito de observar directamente las condiciones actuales del sistema de agua potable. Durante estas visitas se identificaron diversas problemáticas, entre ellas la falta de disponibilidad de agua, el mal mantenimiento de la red hidráulica y la insuficiencia de infraestructura de almacenamiento, como tanques de agua.

Asimismo, se realizó un análisis territorial considerando elementos como la topografía del terreno, el crecimiento de la población y la influencia de la actividad agrícola de la zona, factores que impactan directamente en la demanda y distribución del agua. Al igual se consideró el impacto que genera el ingenio de Tala, y el paso previo del agua que tiene antes de llegar a El Refugio, lo cual afecta la calidad y la eficiencia del agua.

Finalmente, con base en la información obtenida, se analizaron diferentes alternativas para el mejoramiento e innovación de la red hidráulica, buscando optimizar la distribución y el almacenamiento del agua potable, así como mejorar la eficiencia del sistema para satisfacer las necesidades de la población de El Refugio.

Conceptos Políticos y Territoriales

Ejidatarios

Los ejidatarios son personas que poseen y trabajan tierras de uso ejidal, las cuales forman parte de una propiedad colectiva regulada por la ley agraria en México. Su participación es fundamental en actividades agrícolas, ganaderas y en la toma de decisiones relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales de la comunidad.

Proceso de gestión del agua y sus diferencias con zonas más urbanizadas (SIAPA)

En las comunidades rurales, la gestión del agua suele depender de comités locales, pozos o sistemas comunitarios administrados por los habitantes. En contraste, en zonas urbanizadas el suministro y tratamiento del agua generalmente está a cargo de organismos como SIAPA, que cuentan con infraestructura más amplia y procesos técnicos centralizados.

Gestión integral del recurso hídrico

La gestión integral del recurso hídrico consiste en administrar el agua de manera sostenible, considerando su distribución, uso, conservación y tratamiento. Su objetivo es garantizar la disponibilidad del recurso para las necesidades actuales sin comprometer el abastecimiento de las futuras generaciones.

Equidad en el acceso al agua

La equidad en el acceso al agua busca que todas las personas tengan disponibilidad suficiente y segura de este recurso, sin importar su ubicación o condición social. Este principio promueve una distribución justa y reduce las desigualdades entre comunidades rurales y urbanas.

Resiliencia hídrica

La resiliencia hídrica es la capacidad de una comunidad o sistema para enfrentar problemas relacionados con el agua, como sequías, inundaciones o contaminación, y

recuperarse de ellos. Implica desarrollar estrategias sostenibles que permitan asegurar el abastecimiento y manejo adecuado del recurso ante cambios ambientales o sociales.

Conceptos Técnicos y Metodológicos.

Levantamiento topográfico

Se entiende por levantamiento topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra. (Pachas, 2009).

El concepto de topografía no ha variado con el tiempo. Lo que sí se ha visto ampliamente modificado son las técnicas, los instrumentos de medida y los métodos a aplicar, anteriormente los levantamientos topográficos se realizaban por cinta métrica, después con los avances tecnológicos apareció el teodolito y finalmente apareció la estación total. (Santana et al., 2020).

La topografía sabemos que se divide básicamente en planimetría y altimetría. La planimetría se define como la topografía dedicada al estudio de los procedimientos y los métodos que se ponen en marcha para lograr representar a escala los detalles de un terreno sobre la superficie plana. Lo que hace la planimetría es prescindir del relieve y la altitud para lograr una representación en dirección horizontal. Por otra parte, la altimetría se define como la topografía especializada en la medición de la altura. (del Río Santana et al., 2020).

Análisis de altimetría (perfil hidráulico)

De acuerdo con Correa (2022), la altimetría es “la representación de todos los puntos de la tierra sobre un plano vertical perpendicular a un nivel de referencia que, generalmente, es el nivel del mar (pero también puede tomarse con respecto a un plano paralelo al nivel del mar” (p. 109). Dichos puntos son necesarios para crear un perfil, el cual se define como “al resultado gráfico de encontrar y representar estos puntos sobre un plano vertical” (Correa, 2022, p. 110). Cuando se hace referencia a un perfil hidráulico, este se define como un “plano vertical que pasa por el eje hidráulico en el que suele representarse las magnitudes que caracterizan o definen una corriente” (Diccionario RAING, s. f. -b).

Aforos y estimación de caudal

Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado. Este valor permite, entre otros aspectos, conocer la disponibilidad hídrica del cuerpo de agua y constituye un dato útil para la estimación de las cargas contaminantes que transporta la corriente, sus tiempos de viaje, la calibración de los métodos hidráulicos e hidrológicos e, incluso, la prevención de desastres para zonas localizadas aguas abajo de la sección de aforo (Subdirección Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).

Diagnóstico de red hidráulica

Consiste en una evaluación a nivel general: para ello, Sepulveda et al. (2023) sugieren tener en cuenta múltiples aspectos en una red de distribución de agua potable tales como: fugas del sistema, el agua no contabilizada, el estado físico de la red, bases de datos relacionadas con usuarios y catastro de la red. Este último, Martínez y Cardozo (2020) definen que:

Un catastro de red es un sistema de registro y archivo que contiene información relacionada con todos los detalles de ubicación y especificaciones técnicas de los elementos de una red y se utiliza como un instrumento para el análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas para la toma de decisiones (p. 7).

Mecánica de suelos

Para poder dar una definición certera de la mecánica de suelos, es necesario entender qué es un suelo. Una definición clásica propuesta por Karl Von Terzaghi, padre de la mecánica de suelos: El suelo son sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas independientemente de tengan o no contenido de materia orgánica.

Teniendo entonces la definición de suelo, podemos definir que la mecánica al ser la ciencia física que trata de la acción de las fuerzas sobre cuerpos (C. Crespo, 1980). La mecánica de suelos es la rama de la mecánica que estudia la acción de las fuerzas sobre la masa de los suelos.

Además, la mecánica de suelos tiene una gran importancia dentro de la ingeniería civil, ya que permite conocer el comportamiento que tendrá el terreno ante las cargas generadas por una estructura. Mediante estudios y ensayos de laboratorio es posible determinar propiedades físicas y mecánicas del suelo, tales como su resistencia, capacidad de carga, compresibilidad y permeabilidad. Estos parámetros son fundamentales para diseñar cimentaciones seguras y eficientes, evitando problemas como asentamientos, agrietamientos o incluso fallas estructurales. De igual manera, la mecánica de suelos resulta indispensable en proyectos de carreteras, presas, edificios y obras hidráulicas, donde el conocimiento adecuado del terreno

garantiza la estabilidad y seguridad de la construcción (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

Diseño estructural

Se entiende al diseño estructural por el proceso que, ya teniendo datos propios del objeto a construir, permite proyectar, calcular y evaluar el sistema que permitirá mantener en pie dicha estructura. Este mismo debe de estar y ser completo, estable, permanente y factible (Reboredo, 2021). El diseño estructural constituye una disciplina fundamental dentro de la ingeniería civil que integra principios de mecánica, resistencia de materiales y análisis matemático para garantizar que las edificaciones y obras civiles puedan soportar las cargas a las que estarán sometidas durante su vida útil. Según McCormac y Nelson (2006), el diseño estructural no solo implica la aplicación de fórmulas y códigos, sino que requiere un juicio ingenieril que considere factores económicos, constructivos y de seguridad de manera integral.

El proceso de diseño estructural se desarrolla en varias etapas secuenciales que van desde la conceptualización hasta la verificación final. González Cuevas y Robles Fernández-Villegas (2005) establecen que este proceso inicia con el análisis de las condiciones de carga, continúa con la selección del sistema estructural más apropiado, prosigue con el dimensionamiento preliminar de los elementos, y concluye con la verificación del cumplimiento de los estados límite de servicio y de falla. En cada una de estas etapas, el ingeniero estructural debe tomar decisiones que optimicen el uso de materiales, minimicen costos y garanticen la seguridad de los usuarios (Nilson et al., 2011).

La normatividad vigente juega un papel crucial en el diseño estructural moderno, estableciendo los criterios mínimos de seguridad que deben cumplirse. Los códigos de construcción, como el ACI 318 para estructuras de concreto o el AISC para estructuras de acero, proporcionan metodologías estandarizadas basadas en años de investigación y experiencia práctica (American Concrete Institute, 2019). Estos documentos normativos se fundamentan en el método de diseño por resistencia y en la consideración de factores de carga y reducción de resistencia que contemplan las incertidumbres inherentes a los materiales, las cargas y los procesos constructivos (Hassoun & Al-Manaseer, 2015). De esta manera, el diseño estructural contemporáneo busca equilibrar la innovación tecnológica con la responsabilidad de proteger vidas humanas y patrimonio.

Diseño hidráulico

El diseño hidráulico es el proceso mediante el cual se planean y dimensionan obras y sistemas relacionados con el manejo del agua, con el objetivo de garantizar su conducción, almacenamiento, distribución y desalojo de manera segura y eficiente. Este diseño considera factores como el caudal, la velocidad del flujo, la presión, la pendiente y las características del terreno, permitiendo que las infraestructuras hidráulicas funcionen adecuadamente bajo distintas condiciones de operación. Dentro de la ingeniería civil y ambiental, el diseño hidráulico es fundamental para proyectos como redes de agua potable, alcantarillado, canales, presas, humedales y sistemas de drenaje pluvial. Su correcta aplicación contribuye a optimizar el uso del recurso hídrico, prevenir inundaciones y asegurar el abastecimiento de agua para la población y las actividades productivas (Chow, 1994).

El fundamento teórico del diseño hidráulico se basa en las leyes de la mecánica de fluidos y en ecuaciones fundamentales como la de continuidad, la de Bernoulli y la de Manning para canales abiertos (Sotelo Ávila, 2002). Según French (1988), el diseñador hidráulico debe comprender el comportamiento del agua en diferentes regímenes de flujo, ya sea laminar o turbulento, subcrítico o supercrítico, y aplicar este conocimiento para predecir con precisión el desempeño de las estructuras proyectadas. La metodología de diseño integra análisis hidráulicos computacionales modernos con principios hidráulicos clásicos, permitiendo simular escenarios diversos y evaluar la respuesta del sistema ante eventos extraordinarios como avenidas máximas o sequías prolongadas (Akan, 2006). Esta combinación de teoría y práctica asegura que las obras hidráulicas no solo cumplan con los requerimientos funcionales, sino que también sean resilientes ante la variabilidad climática y los cambios en los patrones de uso del suelo.

La normatividad y las mejores prácticas internacionales establecen criterios específicos para el diseño hidráulico que garantizan la seguridad y sostenibilidad de los sistemas. Organizaciones como la American Society of Civil Engineers (ASCE) y la Water Environment Federation (WEF) publican manuales y estándares que orientan el dimensionamiento de tuberías, estructuras de control, obras de captación y dispositivos de medición (ASCE, 2017). El diseño contemporáneo incorpora además consideraciones ambientales y de cambio climático, reconociendo que los patrones hidrológicos históricos pueden no representar adecuadamente las condiciones futuras (Mays, 2010). Por ello, el ingeniero hidráulico moderno debe adoptar enfoques adaptativos que contemplen la incertidumbre, promuevan la eficiencia en el uso del agua y minimicen los impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos, contribuyendo así al desarrollo urbano sustentable y a la seguridad hídrica de las comunidades (Gupta, 2017).

1.2 Caracterización de la organización

El proyecto se desarrolla en colaboración con un conjunto diverso de actores locales vinculados a la gestión y uso del agua en El Refugio, municipio de Tala. En este entorno participan ejidatarios, población habitante, autoridades municipales, representantes gubernamentales, organizaciones civiles como Resistencia Civil por el Valle, empresas de producción, sector inmobiliario, propietarios de tierras cercanas y actores institucionales, principalmente el organismo rector del agua (p. ej., CONAGUA) y el equipo académico de ITESO. Su propósito común es atender la problemática de la escasez, calidad y gestión del agua, aunque cada actor se vincula desde intereses y responsabilidades distintas. La población busca garantizar el abasto de agua para uso doméstico, el gobierno debe coordinar acciones e infraestructura, y los sectores productivos e inmobiliarios dependen del recurso y generan impactos que requieren regulación.

La población de El Refugio es el elemento central de este proyecto, la localidad es parte del municipio de Tala y cuenta con 7,100 habitantes, el pueblo cuenta con un clima templado y grandes planicies. Al igual que el resto del municipio la agricultura es la principal fuente de ingreso, aunque en los últimos años ha tenido presencia de industria y ha tenido un aumento importante en actividades de comercio.

El Refugio no es un municipio independiente, dependen totalmente del gobierno de Tala, que al ser su localidad con más población después de la zona urbana de Tala, es un punto de mucho interés. El Refugio al ser una localidad tienen un representante llamado delegado que es el intermediario entre los habitantes de El Refugio y el gobierno municipal, actualmente quien ocupa el cargo de delegado es Juan Ruíz. Tala es liderado por el partido Movimiento Ciudadano, siendo este mayoritario en el estado de Jalisco.

La zona de trabajo es caracterizada por su gran presencia de ejidatarios, en este caso nos referimos al ejido de Tala, el cuál al igual que todos los ejidos está descrito en la Ley Agraria, indicando que poseen derechos ejidales permitiendo el disfrute de sus parcelas siguiendo un

reglamento establecido por la asamblea ejidal. El ejido de Tala se caracteriza por la producción de caña, siendo esta la principal actividad económica de la región.

Uno de los principales colaboradores en este proyecto es la organización Resistencia Civil por el Valle, este colectivo busca proteger el medio ambiente en la región de valles, abogando por el correcto uso y cuidado de recursos naturales como el agua, las tierras y la vegetación. Es liderado por José Lira, las actividades principales son la toma de concientización, reforestación, investigación y sobre todo toma de acción ante injusticias presentes en la región.

Tala, al ser una región altamente dedicada a la producción de caña, cuenta con su propio ingenio productor de azúcar, este ingenio (Ingenio de Tala SA de CV) está registrado como una sociedad anónima de capital variable y está ubicado en la carretera Guadalajara-Ameca km 46, CP 45300, es el principal comprador de caña. Cabe mencionar que se ha identificado que generan residuos de manejo especial gracias a la exploración y pruebas de laboratorio realizadas los desechos del ingenio realizadas por compañeros de este mismo PAP en conjunto con resistencia civil por el valle.

Otro actor importante en el desarrollo de este proyecto es el condominio Ruiseñores, este condominio, con aproximadamente 15,000 habitantes, está ubicado en la carretera Guadalajara Ameca, pocos kilómetros antes de llegar a Tala. El condominio es un gran punto de interés ya que se detectó por parte de resistencia civil y tras una visita de integrantes del equipo que descargan su drenaje sanitario en el río salado.

El gobierno del agua será otro actor a abordar, este está formado por 2 organismos dependientes del gobierno, la CONAGUA como cabeza federal y la OMAST ante el municipio de Tala. La OMAST (Organismo municipal del agua y saneamiento de Tala) es la encargada de regular el uso del agua en la región y sus principales alcances son atender el servicio básico habitacional en las comunidades del municipio, por su parte la CONAGUA (Comisión nacional del Agua) es la dependencia del gobierno que aborda todo lo relacionado con el agua en el país.

Este PAP ha desarrollado diferentes proyectos, uno de ellos el de monitoreo, el cual dio entrada a nuestro siguiente actor que es Perritos, apodado así por los miembros del PAP, su nombre oficial es Patitas Club Canino, es un negocio ubicado a orillas del río salado en carretera Guadalajara-Ameca km 13.5. Es un club en el que ofrecen servicios de entrenamiento, recreación y pensión para perros. Es un punto de interés ya que es un lugar de fácil acceso al río salado después de la descarga sanitaria de Ruiseñores, además por ahí pasa un antiguo acueducto que servía para trasladar agua a la localidad de El Refugio.

Finalmente, este PAP (Proyecto de Aplicación Profesional San Pedro Valencia: Renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos), es representado por los autores de este documento, conformado por 5 estudiantes (3 de ingeniería civil y 2 de ingeniería mecánica), en conjunto con un profesor (licenciado en psicología).

A continuación, presentamos una tabla resumen del apartado en dónde podemos ver los actores que conforman el proyecto, así como una breve descripción y su disposición percibida.

Tabla 1.

Actores involucrados

Actores	Descripción	Aspecto de la problemática con la que se vincula.	Disposición ante la intervención.
Ejidatarios	Los artículos 12 y 14 de la Ley Agraria corresponden a la definición de lo que son los ejidatarios en México, indicando que son aquellos que poseen derechos ejidales, permitiendo el disfrute de sus parcelas siguiendo un reglamento establecido por la asamblea ejidal. La región de Tala es gran productora de azúcar siendo el ejido un pilar importante de la economía de la región.	Usuarios del agua. Algunos integrantes desvían agua de manera clandestina.	Neutro

Población/Habitantes	El Refugio es una localidad del municipio de Tala Jalisco, cuenta con aproximadamente 7,100 habitantes con una gran población joven. Geográficamente está ubicada a 1,300 msnm. y cuenta con un clima templado y tierras mayormente planas. La economía parte principalmente de la agricultura y en los últimos años ha tenido presencia de industria.	Principales afectados de escasez de agua para uso doméstico.	Positivo
Gobierno	El Refugio depende gubernamental del municipio de Tala, siendo su localidad de mayor población después de la zona urbana de Tala. Actualmente el municipio de Tala es liderado por el partido Movimiento Ciudadano.	Responsable de buscar acción para resolver problemáticas de falta de agua	Negativo
Representantes Gub.	El Refugio es representado ante el municipio por el delegado Francisco Javier, quien es el encargado de enlazar a la población de El Refugio con el presidente municipal de Tala (Juan Ruiz).	Responsables de informar al gobierno correspondiente sobre las necesidades de la comunidad de El Refugio.	Neutro
Resistencia Civil por el Valle	Movimiento social integrado por habitantes y colectivos de la región sur de Jalisco que busca la defensa del territorio, el agua y los recursos naturales del valle, promoviendo la participación ciudadana y la conciencia ambiental frente a proyectos o problemáticas que consideran un riesgo para la comunidad y el entorno.	Participan activamente con el fin de resolver el tema de la escasez de agua para uso doméstico,	Positivo
Ingenio de Tala	El ingenio de Tala es una asociación anónima de capital variable con ubicación en el municipio de Tala (CARRETERA Guadalajara - Ameca Km 46, C.P 45300, Col. Tala Centro, TALA, Jalisco). Se dedica a la producción de azúcar y es el comprador de caña en la región, activando así la economía principal del municipio, es categorizado como gran generador de residuos de manejo especial según la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.	Usuario mayoritario del agua. Desecho de linazas en compostas.	Negativo
Ruiseñores	Desarrollo habitacional ubicado en el municipio de Tala, Jalisco, conformado principalmente por viviendas de interés social y servicios básicos para la comunidad. En los últimos años ha presentado un crecimiento poblacional importante debido a su cercanía relativa con la Zona Metropolitana de Guadalajara y a la oferta de vivienda accesible. La zona cuenta con comercios, escuelas y vialidades de conexión hacia Tala y Guadalajara, consolidándose como una comunidad residencial en expansión dentro de la región Valles de Jalisco.	Descarga de agua residual a Río salado. Usuario del agua.	Negativo

Gobierno del Agua	La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es un organismo desconcentrado de la SEMARNAT, el cual tiene como función administrar y preservar las aguas del país con el objetivo de garantizar el uso sostenible de este recurso natural y sus bienes públicos inherentes.	Responsable de regular acciones que permitan abastecimiento de agua	Neutro
ITESO/PAP	Proyecto de Aplicación Profesional, dentro del programa de sustentabilidad socioambiental para el desarrollo inclusivo "San Pedro Valencia: Renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos", grupo conformado por cinco estudiantes (tres de ingeniería civil y dos de ingeniería mecánica) y un profesor (licenciado en psicología) al mando.	Proponer soluciones viables, tomando en cuenta el contexto de la región.	Positivo
Perritos	Patitas Club Canino es un negocio a la orilla del río Salado (CARRETERA Guadalajara - Ameca Km 13.5, C.P. 45300, Municipio de Tala, Jalisco), lugar que cuenta con zonas de entrenamiento, recreación y pensión para perros. Ofrecen servicios como escuela canina, actividades especializadas para razas específicas y programas de voluntariado.	Propietario de tierras aledañas a acueducto y río salado	Neutro

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

La limitada cantidad de agua para uso doméstico disponible en la comunidad de El Refugio, particularmente durante la temporada de sequías, se ha identificado como el problema principal, afectando directamente las necesidades básicas de la población del municipio de Tala. Esta situación es debido a la dependencia de una fuente de abastecimiento, en este caso en la extracción de agua de un pozo profundo, cuya cantidad de agua que se extrae no es suficiente para cubrir de manera continua la demanda de la población.

Sin embargo, el problema principal no solo se basa completamente del abastecimiento, también se presenta en la red para el suministro de agua. Este último carece de una capacidad operativa para una distribución eficiente del recurso, lo que se traduce en una reducción en la cantidad de agua disponible para todos los hogares, especialmente en periodos de alta demanda o bajo nivel del acuífero. Por otro lado, la capacidad de almacenamiento resulta limitada frente a las necesidades de la comunidad, lo que incrementa la vulnerabilidad ante temporadas de sequía. Bajo este contexto, el problema clave radica en que el acceso al agua

no es constante ni suficiente para garantizar las condiciones mínimas para una comunidad, generando afectaciones en las actividades cotidianas de la población. A continuación, se mencionan por categorías las causas y consecuencias que se identificaron:

Tabla 2.

Árbol de problemas

Categorías	Gestión de Residuos	Gestión Hídrica	Agricultura	Política	Ambiente
Consecuencias	Los residuos de Ruiseñores agregan coliformes al agua que al ingresar en el organismo de personas y animales causan daños a la salud.	Entorpecimiento del manutención e innovación de la red de agua.	Se reduce la cantidad de suministro de agua.	Tejido social fracturado y desorganizado entre los responsables del patronato y la comunidad y grupos activistas del Refugio entorpecen proyectos de mantenimiento e innovación de la gestión hídrica.	Alteraciones en el equilibrio natural y la biodiversidad
		El almacenamiento se encuentra al 34% de lo requerido para abastecer a la comunidad por 1 día en temporada de sequía.			
	Los residuos del ingenio provocan eutrofización, lo que disminuye el oxígeno disuelto y afecta a la biodiversidad.	El almacenamiento de agua se encuentra el límite en el supuesto de que se contara con el suministro necesario de agua.	Falta de registro de agua extraída en la región dificulta la gestión y planeación del uso de agua y obras públicas.	Retraso y cancelación de proyectos existentes e iniciativas locales.	Sequía del Manantial en temporada de sequías (de Abril a junio)
	Afectaciones a la salud	Se carece de fuentes de abastecimiento para 7000 habitantes.		Dificultades en obtener concesiones y presupuestos para proyectos de mantenimiento e innovación de la gestión hídrica del Refugio.	

Problema Central	La comunidad de El Refugio presenta dificultades para garantizar un acceso suficiente y continuo al agua para las necesidades básicas del hogar en temporada de sequías.				
Causas	Aguas Residuales de una población de 16,000 habitantes en Ruiseñores	Falta de información específica, precisa, comprobable en el mapa de red de agua.	Tomas clandestinas para el riego de parcelas de caña.	Transición administrativa y política de las actividades del patronato después de una elección.	El río salado cuenta con una temperatura entre 26° y 30° centígrados, elevada para un río no tropical, permitiendo que se desarrollen organismos
		Fugas constantes, obstrucciones y un sistema de válvulas que colapsa la presión en horarios pico.			
		Necesidad de 100 L de agua por habitante por día en promedio, teniendo 7,100 habitantes (710,000 L diarios)			
	Ingenio de Tala vierte vinazas y sustancias orgánicas al río salado	Almacenamiento en dos tanques de 120,000 L		Dificultades en la recaudación de presupuesto entre los habitantes de El Refugio con el Patronato de Agua para el mantenimiento e innovación de la gestión hídrica.	Presencia de sustancias orgánicas contaminantes y falta de oxígeno en el río
		Se cuenta únicamente con un pozo a profundidad que se alimenta de un manantial el cual experimenta periodos de secas en los meses [ESPECIFICAR].		Diferencias en ideología, prioridades y lealtades entre Gobierno municipal y estatal bajo administración de Movimiento Ciudadano y el Gobierno federal bajo administración de MORENA	

1.4. Planeación de alternativa(s)

Tras la revisión de los actores y problemáticas, planteamos una cadena de alternativas que busca atender las necesidades presentadas, de forma que generamos un plan de acciones para mejorar el acceso y el uso del agua en la comunidad.

Tabla 3.

Cadena causal de alternativas

Necesidad	Actividades	Resultados	Usos de los Resultados/Outcome	Beneficios/Resultados	Objetivo
Escasez de agua de uso doméstico en temporada de secas (MESES) para la población del Refugio	Redirección del Río	Perfil de Altimetría. Mapa de Ruta ideal. Reporte Técnico de terreno natural. Puntos de interés para registros.	Diseño de un proyecto ejecutivo que justifique la petición de una concesión de uso de agua a CONAGUA.	Negociación mediante evidencias técnicas y científicas que sustentan la viabilidad y pertinencia del proyecto. Mayor abastecimiento de agua. Reactivación económica.	Proponer una solución integral para la redirección del agua del río hacia el acueducto, considerando la energía de llegada, la ruta óptima de traslado, el método de extracción y confinamiento, y la viabilidad económica del proyecto
	Tanque de Retención	Estudio de Mecanica de Suelos.	Diseño estructural del tanque.	Contar con un espacio definido y su mecanica de suelos para continuar con el diseño del tanque. Incremento del abastecimiento a la red.	Evaluar el tipo de tanque de retención más conveniente para el sistema, corroborando la demanda de agua y las condiciones de diseño y localización.

	Mapeo de Red Hidráulica	Plano de red hidráulica corregido y con información verídica y confiable.	Determinar si la presión existente es buena o proponer un nuevo acomodo en las llaves en busca de una estrategia para subir la presión del agua por sectores. Tomar decisiones informadas para la gestión hídrica.	Conocer las presiones teóricas a lo largo de la red hidráulica. Eficientizar el suministro y almacenamiento de la red.	Evaluar el estado y desempeño de la red hidráulica existente mediante la comparación de datos en sitio, el análisis de la calidad de la infraestructura y la definición del diseño y acciones de mantenimiento y mejora necesarias.
Tratamiento del agua residual de la comunidad del Refugio	Diseño de Humedal	Propuesta de espacio idóneo para el humedal. Reporte de mecánica de suelos. Diseño de proyecto de Humedal.	Diseño de plano constructivo y catálogo de conceptos. Solicitar presupuesto y apoyo municipal.	Contar con una propuesta concreta y sentar los primeros pasos para el diseño y presupuestos. A largo plazo, contar con un proceso de tratamiento del agua contaminada del Río Salado.	Comprender la viabilidad y función del humedal proyectado mediante la exploración del área, la identificación de su uso potencial y el análisis de su factibilidad, tiempos de ejecución y costos asociados.
Actividades	Objetivo General	Subobjetivo 1	Subobjetivo 2	Subobjetivo 3	Subobjetivo 4
Redirección del Río	Proponer una solución integral para la redirección del agua del río hacia el acueducto, considerando la energía de llegada, la ruta óptima de traslado, el método de extracción y confinamiento, y la viabilidad económica del proyecto	Estimar energía de llegada del agua al acueducto debido a la altimetría del terreno	Establecer una ruta viable para el traslado de agua del río al acueducto	Seleccionar método de extracción y confinamiento del agua en el traslado	Verificar viabilidad económica del proyecto

Tanque de Retención	Evaluar el tipo de tanque de retención más conveniente para el sistema, corroborando la demanda de agua y las condiciones de diseño y localización.	Comparar datos de cantidad de agua requerida	Evaluar geometría y capacidad de tanque	Concluir ubicación y dimensiones del tanque	Recomendar tipo de tanque de retención (elevado/cisterna)
Mapeo de Red Hidraulica	Evaluar el estado y desempeño de la red hidráulica existente mediante la comparación de datos en sitio, el análisis de la calidad de la infraestructura y la definición del diseño y acciones de mantenimiento y mejora necesarias.	Comparar datos obtenidos en sitio	Evaluar calidad de infraestructura	Concluir diseño de red de agua	Recomendar mantenimiento y mejoras de red
Humedal	Comprender la viabilidad y función del humedal proyectado mediante la exploración del área, la identificación de su uso potencial y el análisis de su factibilidad, tiempos de ejecución y costos asociados.	Explorar zona de proyección de humedal	Identificar uso de humedal	Examinar viabilidad de proyecto	Estimar tiempo de ejecución y costo de obra

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Después de la primera visita al Refugio y ver las situaciones que deben ser atendidas nos dedicamos a analizar los problemas identificados y sus posibles soluciones.

1.5.1 Tanque elevado de Geomembrana:

Ante la necesidad de almacenar agua en la comunidad del Refugio se propone un tanque elevado revestido con geomembrana de Polietileno. Esta propuesta surge como una alternativa técnica y económicamente superior a comparación de una estructura tradicional de concreto. El objetivo principal es garantizar la seguridad hídrica de la comunidad del Refugio, optimizando los recursos financieros disponibles.

El uso de geomembrana reduce considerablemente los costos de inversión inicial a comparación de un almacenamiento de concreto ya que no requiere de grandes cantidades de acero de refuerzo ni agregados como el cemento, cuyo costo de transporte y aplicación en zonas de difícil acceso suele ser costoso.

A diferencia de estructuras rígidas la geomembrana posee una alta flexibilidad que le permite adaptarse a los asentamientos naturales del terreno que sería muy favorable para la localización donde se planea construir, así mismo a posibles movimientos sísmicos eliminando los problemas de posibles fracturas o grietas.

En cuestión de tiempo de instalación se reduce considerablemente, mientras que un tanque de concreto requiere periodos de fraguado y cimbrado, por lo que el estanque de geomembrana puede ser instalado en un plazo corto de tiempo permitiendo un acceso más rápido al pueblo sobre el agua.

También es importante considerar que, a diferencia del concreto la geomembrana está expuesta a cortes por vandalismo mismo de la gente. Por otro lado, la presencia de un terreno tipo III puede elevar el cosco de horas de maquinaria y requiere una limpieza para evitar que el tanque de geomembrana sufra daños por punzonamiento.

Aunque las geomembranas de HDPE son contra radiación, una exposición prolongada y extrema sin agua puede acelerar el deterioro del material, por lo que es recomendable mantener niveles mínimos de almacenamiento.

Por último, debido a su diseño el mantenimiento para la limpieza debe realizarse con precaución y equipo especializado, debido a que se puede dañar el revestimiento con herramientas no adecuadas.

Para alcanzar la capacidad proyectada de 200,000 litros se recomienda el uso de una geomembrana de 1.0 mm a 1.5 mm de espesor, protegida por una capa inferior de geotextil no tejido para prevenir cortes por irregularidades del suelo ya que ofrece una buena resistencia al daño y excelentes propiedades de filtración.

Para dicha propuesta en la comunidad del Refugio se preparó un desglose estimado de costos para un estanque de 200,000 litros, este presupuesto se cotizo con Zarate Maquinaria ubicados en Peribán de Ramos Michoacán lo cual nos ayudará para demostrar que la opción de geomembranas es mucho más viable también mencionar que se hace dicha cotización para tener una idea de los precios que se pueden manejar, considerando que pueden ser mayores o menores en el estado de Jalisco.

Tabla 4.

Cotización de tanque elevado de geomembrana

Concepto	Cant.	Unid.	Unitario	Total
Maquinaria y Movimiento de Tierras				
Renta de Retroexcavadora	12	hr	\$1,150.00	\$13,800.00
Flete de Maquinaria	1	N/A	\$3,500.00	\$3,500.00
Materiales e Instalación técnica				
Geomembrana HDPE 1.0mm	250	m ²	\$160.00	\$40,000.00
Geotextil no Tejido 150g	250	m ²	\$17.00	\$4,250.00
Malla Electrosoldada Reforzada	45	m	\$450.00	\$20,250.00
Postes, Herrajes y Tensores	1	N/A	\$8,000.00	\$8,000.00

Mano de Obra	1	N/A	\$10,000.00	\$10,000.00
			Subtotal	\$99,800.00
			IVA (16%)	\$15,968.00
			Valor Final	\$115,768.00

Nota: Esta tabla muestra un costo estimado que supondría el proyecto

Figura 1.

Tanque elevado de geomembrana



1.5.2 Suministro de agua proveniente del río Salado:

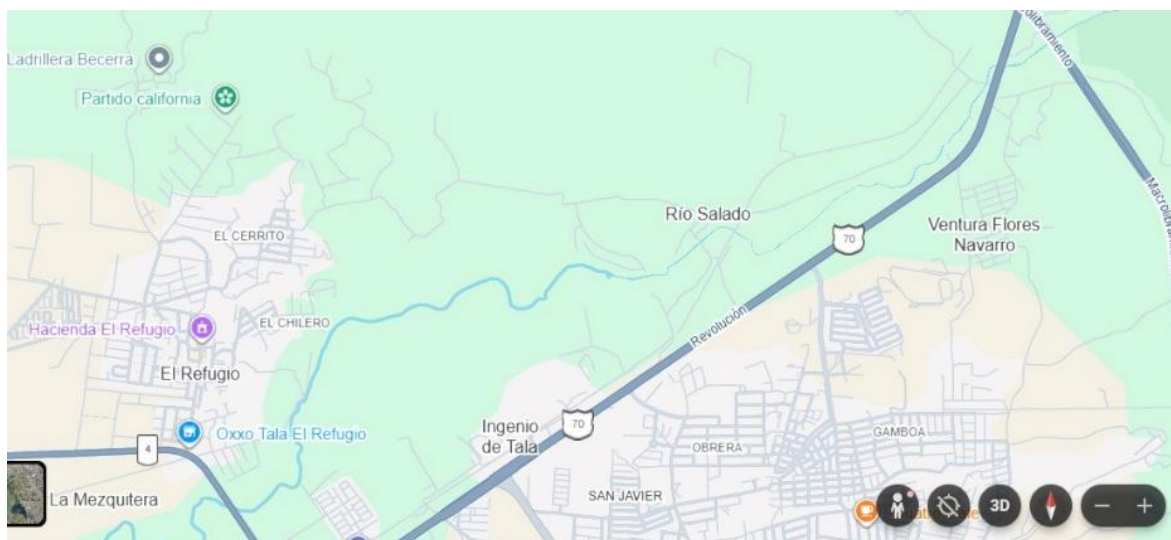
Para fortalecer de abastecimiento de agua que entra al sistema hídrico de la localidad, se explora la posibilidad de aprovechar parte del caudal del río Salado.

La base para contemplar esta propuesta considera aspectos como accesibilidad, ubicación del río respecto a la comunidad, presencia de infraestructura existente (como el antiguo acueducto identificado en la zona) y condiciones generales del terreno (altitudes en diferentes puntos). Para esto se pueden hacer uso de herramientas como observación directa, registros fotográficos y apoyo en dispositivos con capacidad de registrar altitudes. Además, el uso de imágenes satelitales es de gran ayuda ya que se pueden localizar fácilmente los puntos de interés, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

Ubicación del Río Salado que pasa a un lado de El Refugio, Jalisco.

6.4 Propuestas para el sistema de bombeo del humedal:



Nota. Imagen satelital recuperada de Google Earth (Google, 2026)

Con lo anterior, se puede obtener un posible punto de desviación, vías apropiadas para la conducción y almacenamiento del agua proveniente del río Salado. Con variedad de rutas

posibles dentro de la zona, un sistema de almacenaje suficiente y con una red de agua en buenas condiciones que tengan la capacidad de abastecer a toda la comunidad, el río Salado se presenta como una fuente potencial de apoyo al suministro de agua.

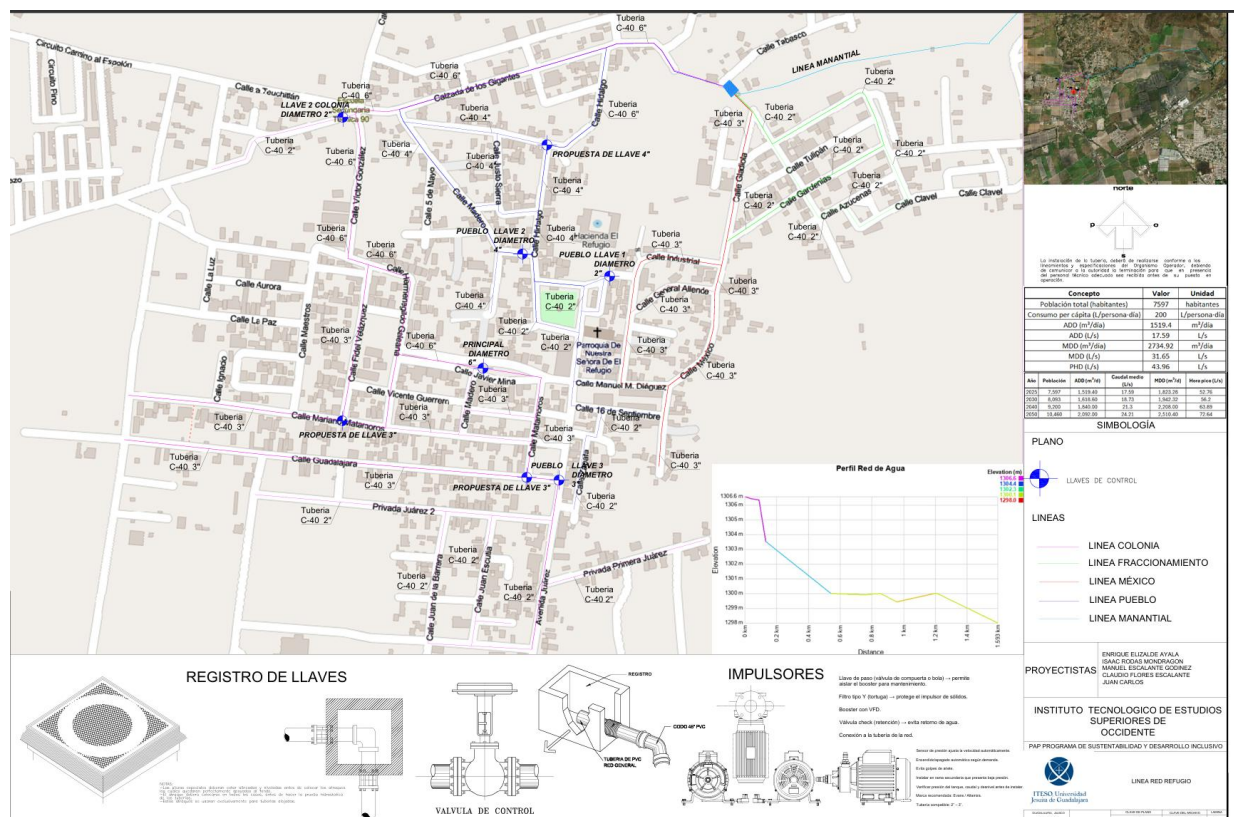
1.5.3 Revisión de plano técnico red de agua (PAP otoño 2025 Red de agua):

Dentro de las visitas realizadas a la localidad de El refugio, se llevó a cabo una tarea de reconocimiento dentro de un pequeño segmento de la red de distribución de agua, con el objetivo de comparar la información recabada del semestre pasado con las condiciones reales. Se localizo una llave de control que no estaba registrada dentro de la Figura 3, el cual es el plano de la red hidráulica existente.

Al principio tratamos este hallazgo como una omisión de las personas involucradas en la elaboración del plano. Sin embargo, al ser un tramo muy corto, se sospecha que puedan existir más omisiones en la red.

Figura 3.

Plano técnico red de agua El Refugio



Nota. Tomado de PAP IP02: San Pedro Valencia: Renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos (p. 14), por ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara, 2025.

La falta de información precisa sobre la red hidráulica dificulta la comprensión sobre el funcionamiento del sistema de distribución de agua y limita la capacidad para proponer mejoras adecuadas. Además, este tipo de omisiones puede generar problemas durante labores de mantenimiento, reparación o distribución del agua, ya que no se cuenta con un registro confiable de todos los componentes que integran la red.

A partir de estas observaciones, se considera importante programar diversos recorridos, para así realizar revisiones más detalladas en distintos puntos de la comunidad. Esto se hace con el fin de actualizar el plano hidráulico y generar un registro más completo de la infraestructura existente. Esto permitiría tener una mejor comprensión del estado real de la red y facilitar futuras propuestas de mejora para el abastecimiento y distribución del agua en El Refugio.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

1.6.1 Tanque elevado de Geomembrana:

Se logró definir una solución técnica que cumple con el objetivo principal para la comunidad del Refugio. Los resultados obtenidos nos demuestran que se validó que el uso de geomembrana de HDPE reduce drásticamente la inversión inicial, así mismo el diseño asegura la capacidad proyectada de 200,000L suficientes para las necesidades de la comunidad, utilizando un espesor en la geomembrana de 1.0 mm a 1.5mm. Por otro lado, la solución propuesta ofrece una ventaja competitiva en terrenos con asentamientos o actividad sísmica gracias a su flexibilidad mecánica.

Para que esta propuesta tenga continuidad es importante considerar que no solo basta con el revestimiento, es obligatorio la instalación de un geotextil no tejido, ya que este cumple una función que previene el punzonamiento provocado por las irregularidades del suelo, también tomar en cuenta el uso de empresas estratégicas en la región, para así tener un presupuesto más confiable y sea viable el proyecto ya que es importante que se entienda las condiciones rurales de la comunidad.

Para que la propuesta del tanque elevado de geomembrana tenga continuidad depende de la protección física de este, ya que la autogestión solo es posible si la comunidad comprende que el ahorro en la construcción debe reinvertirse en protocolos de limpieza y en mantener niveles críticos del almacenamiento para preservar la vida útil del polímero.

El equipo que dé continuidad al proyecto en futuros semestres deberá seguir los siguientes pasos:

Para garantizar que el tanque de 200,000L no sufra asentamientos que estiren o rompan la geomembrana, se debe realizar un estudio de mecánica de suelo por lo que es importante delimitar el área exacta para asegurar que la pendiente natural no comprometa la estabilidad

del tanque de almacenamiento, así como también realizar pruebas de compactación si se planea nivelar el terreno con material de banco para que el desplante sea uniforme.

Realizar una propuesta formal a la comunidad con un presupuesto de alguna empresa que pueda realizar el trabajo por lo que es importante desglosar el costo de materiales, mano de obra y el uso de maquinaria.

1.6.2 Suministro de agua proveniente del río Salado:

Durante una visita programada, entendimos que el río Salado (Figura 4) podría representar una fuente potencial de apoyo para el abastecimiento de agua en la comunidad de El Refugio. A partir de los recorridos de campo, el análisis de la ubicación del río, la presencia del antiguo acueducto (Figura 5) y las diferencias de altitud observadas en distintos puntos, se logró aterrizar una idea general sobre la posible viabilidad del proyecto.

Figura 4.

Visita al punto de desviación en la zona de El Refugio, Jalisco



Nota. Coordenadas 20°41'12.46"N 103°41'36.90"W, recuperadas de Google Earth (Google, 2026).

Figura 5.

Visita al acueducto en la zona de El Refugio, Jalisco



Nota. Coordenadas 20°40'43.55"N 103°43'23.79"W, recuperadas de Google Earth (Google, 2026)

Sin embargo, los recursos generados hasta este momento no son suficientes para considerar la propuesta como una solución definitiva, ya que aún es necesario desarrollar estudios más detallados que permitan conocer la factibilidad real del aprovechamiento del agua proveniente del río. Entre los aspectos más importantes a revisar se encuentra la calidad del agua, la cantidad de caudal disponible en distintas temporadas del año y la capacidad que tendría el sistema para integrarse a la red hidráulica existente.

Para ello es importante continuar con recorridos de campo, levantamientos de información y análisis topográficos más detallados, ya que esto permitiría definir de mejor manera posibles rutas de conducción, costos aproximados y requerimientos técnicos.

Por último, los puntos más importantes para dar continuidad a esta propuesta es revisar la parte legal y administrativa del proyecto. Debido a que el río Salado es un cuerpo de agua regulado a nivel federal, cualquier posible extracción, conducción o aprovechamiento del recurso tendría que ser evaluado y autorizado por la Comisión Nacional del Agua

(CONAGUA). Por ello, futuros equipos deberán investigar los permisos necesarios, las restricciones existentes y los lineamientos que podrían condicionar el desarrollo del proyecto. La continuidad de este trabajo podría ayudar a determinar si el río Salado puede convertirse en una alternativa complementaria para mejorar el abastecimiento de agua en la comunidad de El Refugio.

1.6.3 Revisión de plano técnico red de agua (PAP otoño 2025 Red de agua):

La revisión realizada sobre el plano técnico de la red de agua permitió identificar diversas inconsistencias entre la información registrada y las condiciones reales observadas dentro de la localidad. Durante un recorrido realizado en distintas calles de El Refugio, se localizó una llave de control que no estaba señalada dentro del plano hidráulico existente, lo cual evidenció posibles omisiones en el registro de la infraestructura.

Este hallazgo permitió comprender que el plano actual probablemente no representa de manera completa el estado real de la red de distribución de agua.

La continuidad de este trabajo será importante para mejorar el conocimiento sobre la estructura y funcionamiento de la red hidráulica de la comunidad. Contar con un plano verificado facilitará futuras labores de mantenimiento, detección de fugas y propuestas de mejora para la distribución del agua. Además, disponer de información más precisa ayudaría a evitar problemas durante reparaciones o intervenciones dentro del sistema.

Por ello, se considera necesario que futuros equipos continúen realizando recorridos detallados en diferentes sectores de la localidad, registrando los elementos encontrados y actualizando constantemente el plano técnico de la red. Este proceso permitiría construir un registro más confiable de la infraestructura hidráulica existente y generar una base más sólida para futuros proyectos relacionados con el abastecimiento y distribución de agua en El Refugio.

1.6.4 Propuestas para el sistema de bombeo del humedal:

Como parte complementaria de las actividades realizadas dentro del PAP, se desarrolló una propuesta preliminar de sistemas de bombeo para un humedal artificial destinado al tratamiento de aguas residuales en la localidad de Amacueca, Jalisco. A diferencia de las demás propuestas presentadas en este documento, este proyecto no está relacionado con El Refugio, sino con el tratamiento y conducción de agua residual dentro de un sistema de humedal artificial. Uno de los principales requisitos planteados para este proyecto fue evitar el uso de energía eléctrica proveniente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Debido a ello, las propuestas desarrolladas se enfocaron en alternativas que pudieran operar de manera autónoma, utilizando energía hidráulica o energía solar como fuente principal de funcionamiento.

Dentro de las alternativas consideradas se encuentra el uso de una bomba de ariete hidráulico, la cual aprovecha la energía generada por el movimiento del agua para impulsar parte del caudal hacia un nivel superior sin necesidad de energía eléctrica externa. Esta propuesta destaca por su bajo costo operativo, mantenimiento reducido y posibilidad de fabricación local. Sin embargo, su funcionamiento depende de ciertas condiciones hidráulicas mínimas, como diferencias de altura y disponibilidad continua de caudal, además de que parte del agua utilizada durante el proceso es expulsada nuevamente al sistema.

También se analizaron propuestas basadas en bombas centrífugas impulsadas mediante energía eléctrica generada por paneles solares. La primera opción corresponde a un sistema solar directo, en donde los paneles solares alimentan la bomba únicamente durante las horas con radiación solar suficiente. Esta alternativa permite reducir costos de operación y facilita la automatización del sistema, aunque presenta la limitación de no poder operar durante la noche. Por otro lado, se contempló un sistema solar con almacenamiento de energía mediante baterías, lo que permitiría mantener el funcionamiento de la bomba incluso fuera de las horas de sol. Aunque esta opción ofrece mayor continuidad operativa, también representa un incremento considerable en los costos debido al uso de baterías y equipos adicionales de almacenamiento energético.

A partir de la revisión de estas alternativas, se logró generar una base inicial para futuros análisis relacionados con el sistema hidráulico del humedal artificial. Sin embargo, para dar continuidad al proyecto será necesario definir con mayor precisión las necesidades reales de caudal, altura de bombeo, tiempos de operación y características específicas del humedal. Esto permitirá seleccionar la alternativa más adecuada considerando aspectos técnicos, económicos y de mantenimiento a largo plazo.

1.7. Bibliografía y otros recursos

Challenge validation. (s. f.). <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/acuacultura-tanque-circular-de-geomembrana>

Geotextil no tejido - GMIA. (2025, 14 marzo). GMIA. https://gmia.mx/producto/geotextil-no-tejido/?_gl=1*_yrlsbf*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=CjwKCAjwzevPBhBaEiwAplAxvgUQDYVIW2TPuW13i2UkfMjXVwnkjJYEEH8nqhhNkst67jSurceigBoCI_sQAvD_BwE&gbraid=0AAAAA_GX6LivDqpH-JJm0XfphsTY2DWzU

Solmax. (s. f.). *GSE HD*. Solmax. <https://www.solmax.com/latam/es/products/gse/gse-hd?tab=Resources>

MANUAL PARA LA REALIZACIÓN DE AFOROS DE CAUDAL EN FUENTES SUPERFICIALES DE AGUA. (2019). ÁREA METROPOLITANA VALLE DE ABURRÁ. Recuperado 6 de mayo de 2026, de <https://www.metropol.gov.co/area/Documents/transparencia/M-GAA-RR-03%20Manual%20para%20la%20realizaci%C3%B3n%20aforos%20caudal%20fuentes%20superficiales.pdf>

- Sepúlveda, A. L. F., Granados, C. A. B., & Molina, J. C. (2023). Análisis de sectorización hidráulica en redes de distribución de agua implementando Epanet e iDistritos. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 21(2), 61-67.
- Martinez, M. F. & Cardozo, J. L. (2020). Metodología para la estructuración de un catastro de redes de acueducto y alcantarillado en un Software SIG para el Barrio Guacamayas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/27984>
- Correa Perdomo, A. (2022). *Prácticas de topografía. Guías didácticas* (Primera edición). Ediciones Unisalle.
- Diccionario RAING. (s. f.-b). <https://diccionario.raing.es/es/lema/perfil-hidr%C3%A1ulico?utm>
- Google. (2026). Zona de El Refugio y Río Salado, Jalisco, México [Google Earth]. Recuperado el 14 de mayo de 2026, de <https://earth.google.com/>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. (2025). *PAP IP02: San Pedro Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos* [Proyecto de aplicación profesional]. ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara.

1.8. Anexos generales

2. Productos

2.1 Tanque elevado de Geomembrana:

<file:///C:/Users/hecto/OneDrive%20-%20ITESO/ITESO/Semestre%2010/PAP/ENTREGABLES%20PROYECTO/Tanque%20elevado%20de%20geomembrana%20COTIZACI%C3%93N.pdf>

2.2 Suministro de agua proveniente del rio Salado:

Adjunto archivo kml

2.3 Revisión de plano técnico red de agua (PAP otoño 2025 Red de agua):

<file:///C:/Users/hecto/OneDrive%20-%20ITESO/ITESO/Semestre%2010/PAP/ENTREGABLES%20PROYECTO/Plano%20Red%20de%20Agua%20El%20Refugio%20ACTUAL.pdf>

2.4 Propuestas para el sistema de bombeo del humedal:

<file:///C:/Users/hecto/OneDrive%20-%20ITESO/ITESO/Semestre%2010/PAP/ENTREGABLES%20PROYECTO/Sistema%20de%20bombeo%20PROPUESTAS.pdf>

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

Además de documentar la experiencia y dar cuenta de los productos y resultados a los que se llegó en el PAP, el RPAP también tiene como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Roberto Orozco: A lo largo de este proyecto en la comunidad del Refugio mi posicionamiento ético paso de una visión técnica a una conciencia social profunda, donde inicialmente mi razonamiento como estudiante de ingeniería Mecánica me inclinaba hacia estructuras tradicionales de concreto, pero la realidad de los recursos limitados y la falta de apoyo del gobierno me obligó a priorizar una solución de geomembrana de HDPE para garantizar la seguridad hídrica sin imponer una carga financiera inviable. Hubo actividades en las que descubrí habilidades que no sabía que tenía, como la disposición para acompañar procesos y la iniciativa para involucrarme cuando el equipo lo necesitaba. Estas emociones me mostraron tanto mis fortalezas como mis áreas de oportunidad, especialmente la necesidad de comunicarme mejor, confiar más en mis aportes y no quedarme en segundo plano cuando puedo sumar algo importante.

Omar Martínez: Durante todo este tiempo en la participación de PAP me permitió comprender que las problemáticas relacionadas con el agua no pueden abordarse únicamente desde un enfoque técnico. A través de las visitas y actividades realizadas, fue posible identificar la vital importancia de considerar también aspectos sociales, ambientales y comunitarios para desarrollar propuestas más adecuadas a las necesidades reales de la población. Además, esta experiencia permitió reconocer el valor del trabajo interdisciplinario, ya que la colaboración entre distintas áreas de conocimiento ayuda a generar soluciones más completas y mejor adaptadas al contexto de cada comunidad. Esto

permitió desarrollar una visión más amplia sobre el impacto social que puede tener la ingeniería cuando se trabaja de manera conjunta con otros sectores y actores involucrados.

3.2 Aprendizajes logrados

Antonio López: En conclusión, mi participación en el PAP representó una experiencia de aprendizaje que fortalecen mis conocimientos profesionales tanto como mi desarrollo personal. A través de esta experiencia comprendí que el trabajo con comunidades requiere no solo aplicar conocimientos técnicos, si no también empatía con las personas que al final de cuentas es mi municipio, pero estando tan cerca no sabemos de las carencias que pueden llegar a tener por lo que es fundamental acercarse, escuchar y trabajar de manera colaborativa para generar soluciones con un impacto positivo e innovador.

Al igual me llevo de aprendizaje de que como ingeniero civil debe ser capaz de adaptarse a distintos contextos y tareas y llevar a cabo la mejor solución posible tomando en cuenta los aspectos sociales y económicos, por lo cual con todo esto que con lleva a reafirmar mi interés por ejercer como profesional con mayor responsabilidad, compromiso y sensibilidad hacia las problemáticas que existen y practicar todas estas ideas en todos los lugares.

Roberto Orozco: Durante mi participación en el PAP para la comunidad de El Refugio, logré integrar mis competencias disciplinares en Ingeniería Mecánica con una visión profundamente humana y social. El mayor reto profesional fue adaptar el diseño técnico de un tanque de 200,000 litros a las limitaciones económicas y geográficas del sitio. En el proceso reconocí barreras sociales y culturales que se hicieron evidentes al interactuar con la comunidad por lo que aprendí a observar, preguntar, escuchar y aceptar que no siempre debo tener la respuesta correcta, sino la disposición de construir soluciones con otros. Mi aporte dentro del proyecto se dio a través de mi constancia, mi responsabilidad y mi capacidad de trabajar en equipo, lo cual ayudo a que las actividades avanzaran de una manera fluida.

Del trabajo colaborativo e interdisciplinario aprendí que cada persona tiene una forma distinta de ver los problemas y que la suma de perspectivas siempre aporta al resultado, así como también aprendí que el trabajo comunitario requiere empatía, flexibilidad y un entendimiento de que uno no llega a enseñar, sino a construir junto con la comunidad.

Además, algo que marcó mi experiencia fue lo divertido que resultó ser parte del proyecto, el ambiente laboral, la cercanía con mis compañeros. De esta experiencia me llevo aprendizajes que quiero mantener en mi vida personal, académica y profesional, la importancia de la sensibilidad social, la capacidad de escuchar antes de actuar, la responsabilidad de aportar algo significativo a los espacios donde participo y la idea de que el trabajo con otros siempre nos transforma, incluso cuando no lo esperamos.

Omar Martínez: En el desarrollo del PAP he ido fortaleciendo y aprendiendo conocimientos técnicos relacionados con sistemas hidráulicos, almacenamiento de agua y propuestas de infraestructura y como se podrían aplicar en situaciones reales dentro de las comunidades. Asimismo, desarrolle habilidades de trabajo en equipo, análisis de problemas y adaptación de propuestas conforme a las necesidades del proyecto.

Uno de los principales aprendizajes fue entender la importancia del trabajo colaborativo entre distintas disciplinas, ya que este tipo de proyectos requieren integrar conocimientos técnicos, sociales y ambientales para lograr soluciones más viables y sostenibles. La experiencia permitió comprender que el trabajo conjunto entre diferentes áreas de conocimiento enriquece los proyectos y mejora el impacto que pueden generar en las comunidades.

Héctor Serrano: Como reflexión general de lo que fue nuestro proyecto, me parece que logramos generar una contextualización de las problemáticas y sentamos buenas bases para una futura planeación de soluciones y toma de acción. Si bien en la parte de productos no logramos los objetivos para este proyecto (principalmente proponer una ruta para obtener agua del río), esto debido al cambio de proyecto al humedal de Amacueca (en dónde tenemos entregables más elaborados), me parece que logramos trazar un camino de inicio para nuestros compañeros que retomen este joven proyecto.

Respecto a aprendizajes, siento que desarrollé mi manera de captar la información y determinar soluciones reales para las problemáticas presentes, me parece que muchas veces estamos acostumbrados a “parchar” en lugar de resolver, con lo planteado siento que en un futuro podré profundizar más en las situaciones que se me puedan presentar y podré identificar las herramientas y prácticas necesarias para llegar a una solución óptima y que realmente resuelva una problemática central.

Manuel Escalante: Al entregar este proyecto, me quedo satisfecho con las bases que dejamos para los siguientes grupos que continúen los trabajos de la red de agua para la comunidad de El Refugio, Jalisco. Considero que la identificación y análisis de las causas, así como la correcta definición de los problemas que orienten la generación de soluciones para la población, son fundamentales para darle continuidad al proyecto, y pienso que este documento logra establecerlas de buena manera. Aunque nos hubiera gustado dar un mayor seguimiento y entregar más avances, surgió el proyecto del humedal en Amacueca, el cual requería atención inmediata.

En cuanto a los aprendizajes obtenidos, me llevo diversos conocimientos técnicos que tenía tiempo sin revisar durante la carrera, como las pruebas de mecánica de suelos y el diseño de humedales. Además, considero que fortalecí habilidades sociales, de redacción y de presentación de productos técnicos, las cuales serán importantes para mi desarrollo profesional como ingeniero civil.

Por último, quiero agradecer al equipo de asesores y profesores del PAP San Pedro Valencia por su disposición, atención y apoyo a lo largo de este proceso. También agradezco la oportunidad de haber formado parte de este equipo y de contribuir en proyectos que buscan apoyar a las comunidades de la Zona Valles y la Zona Metropolitana de Guadalajara. Considero que esta experiencia no solo fortaleció mi formación profesional, sino también mi compromiso social.