INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Sustentabilidad y Desarrollo inclusivo

ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara

PAP 1P02

San Pedro De Valencia: Renovación Urbana, Saneamiento Ambiental Y Emprendimientos Turísticos

Análisis de Riesgo en la cuenca del Arroyo Salado

Programas educativos y Estudiantes

Lic. Desarrollo Inmobiliario Sustentable. Sandra Lizette Cabrera Bárcena

Lic. Administración de Empresas y Emprendimiento. Axel Israel Hernández Arcadia

Ing. Ambiental. Rafael Vallejo Salcido

Ing. Civil. Isaac Rodas Mondragón

Ing. Industrial Pedro Gael Rayas Muñoz

PROFESORES PAP:

Mtro. Héctor Morales Gil de la Torre, Mtra. Veyda Alcalá Camacho, Mtra. Andrea Carolina Levario Anchondo, Lic. Brenda Valdez García.

Asesores: Lic. Ana Ortiz, Lic. Ernesto Romero, Mtro. Bernardo González.

Tlaquepaque, Jalisco, junio 2025

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 6
1.2 Caracterización de la organización 8
1.3 Identificación de la(s) problemática(s) 9
1.4. Planeación de alternativa(s) 12
Tabla 2. Matriz de Problemáticas 12
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora 15
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos 17
1.7. Bibliografía y otros recursos 17
1.8. Anexos generales 18
2. Productos 19
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia 23
3.1 Sensibilización ante las realidades 24
3.2 Aprendizajes logrados 24

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

El Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) que estamos desarrollando se enfoca en la comunidad de Huaxtla (Ejido y Vertedero) y Arroyo Salado.

El objetivo central del proyecto es identificar las principales fuentes de contaminación por residuos industriales y urbanos en la región. Además, se busca evaluar la falta de aplicación de normativas ambientales vigentes y la ausencia de mecanismos comunitarios eficaces para la protección del río Salado, que atraviesa desde el Parque Huaxtla hasta la zona de El Refugio, área actualmente es resguardada por la Resistencia Civil por el Valle.

Respecto a la contaminación del agua, el proyecto indaga en las causas de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, tanto domésticas como industriales. Estas descargas contribuyen significativamente a la degradación del ecosistema acuático, provocando una disminución del oxígeno disuelto en el agua. Esta condición afecta gravemente a la fauna local, incluyendo peces, anfibios y diversos microorganismos, poniendo en riesgo la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la región.

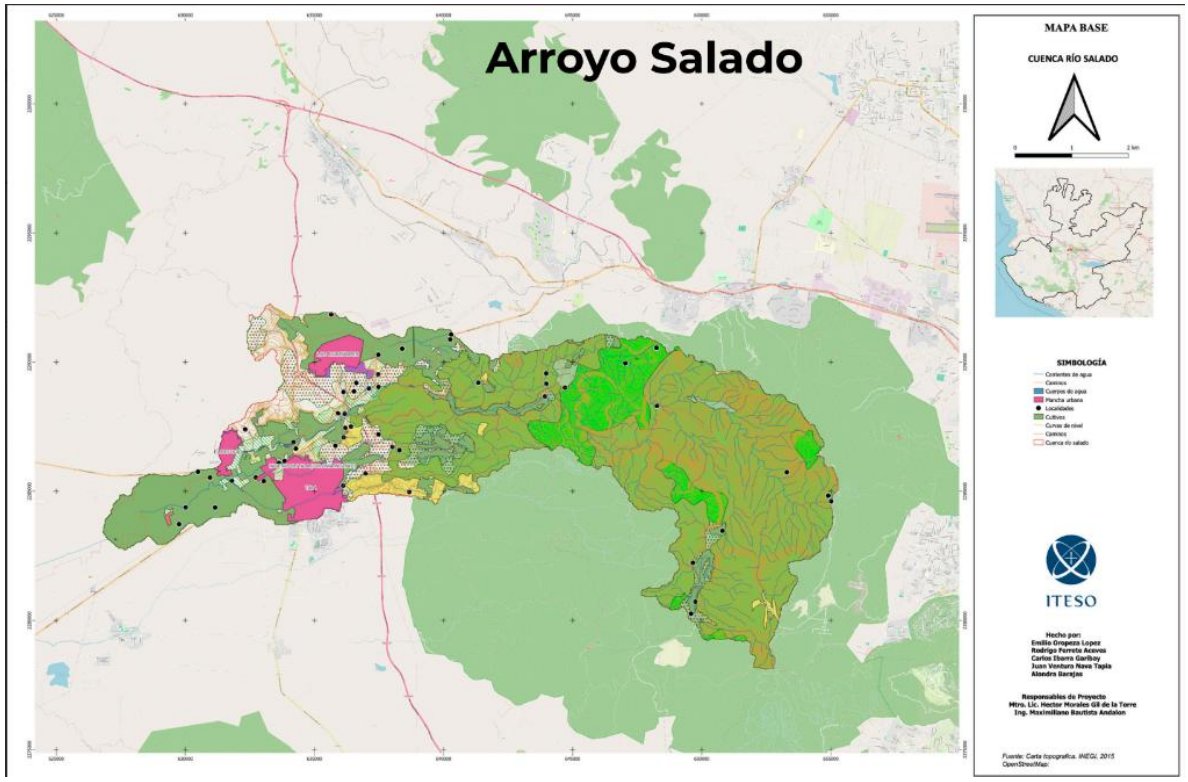
Con este diagnóstico, el PAP busca sentar las bases para implementar estrategias de mitigación ambiental, fomentar la participación comunitaria en la protección de los recursos hídricos y proponer modelos sostenibles de desarrollo turístico vinculados a la conservación ambiental.

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.

Objetivo:
Identificar las principales fuentes de contaminación por residuos industriales y urbanos en la región. Además, se busca evaluar la falta de aplicación de normativas ambientales vigentes y la ausencia de mecanismos comunitarios eficaces para la protección de los cuerpos de agua, en especial el río Salado —que recorre desde el punto 1 que es donde comienza el parque Huaxtla hasta las coordenadas del 4to punto que se sitúa a un costado de la carretera El Refugio - San Marcos; Resguardado por Resistencia Civil por el Valle.
Planeación e implementación de normativas ambientales.

Localización:



Primer punto de Monitoreo
Parque Huaxtla 20.6910268°N, -103.6543907°O

Dirección unnamed road, 45368 Región Valles, J

Obtener Coordenadas GPS

GD (grados decimales)*

Latitud 20.6910268

Longitud -103.6543907

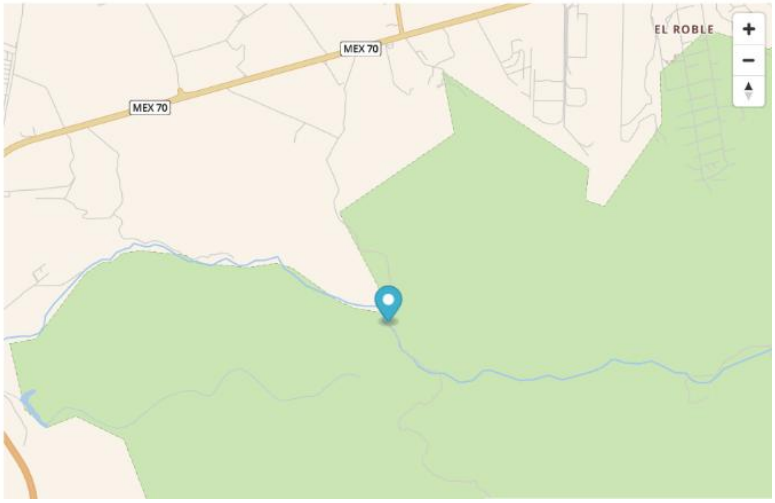
Obtener Dirección

GMS (grados, minutos, segundos)*

Latitud N S 20 ° 41 ' 27.696 "

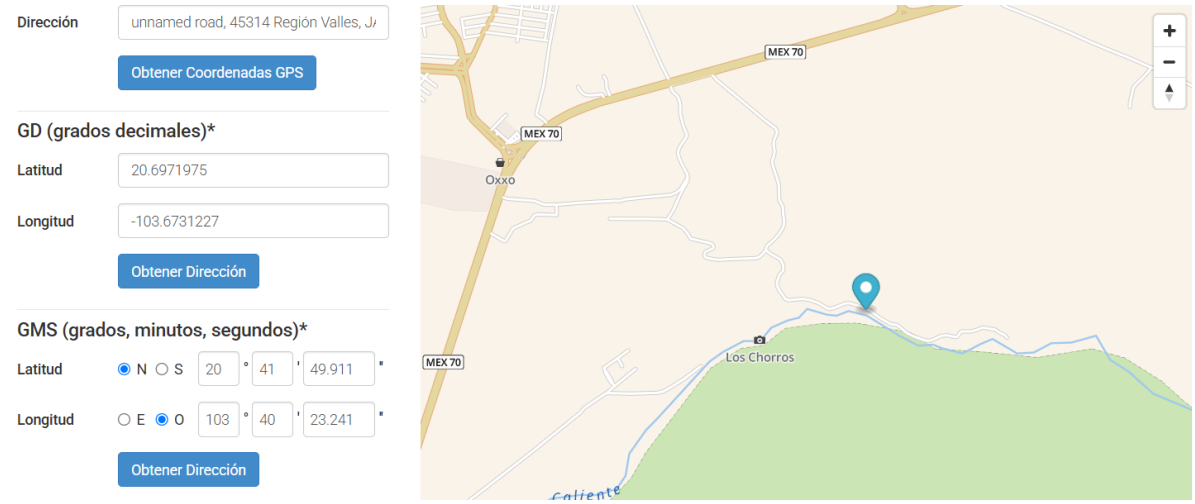
Longitud E O 103 ° 39 ' 15.806 "

Obtener Dirección



Segundo Punto de Monitoreo

Basurero de Huaxtla 20.6971975°N, -103.6731227°O



Tercer Punto De Monitoreo

Perritos 20.676958°N, -103.710053°O

Dirección unnamed road, 45300 Tala, JAL, Méxic

Obtener Coordenadas GPS

GD (grados decimales)*

Latitud 20.676958

Longitud -103.710053

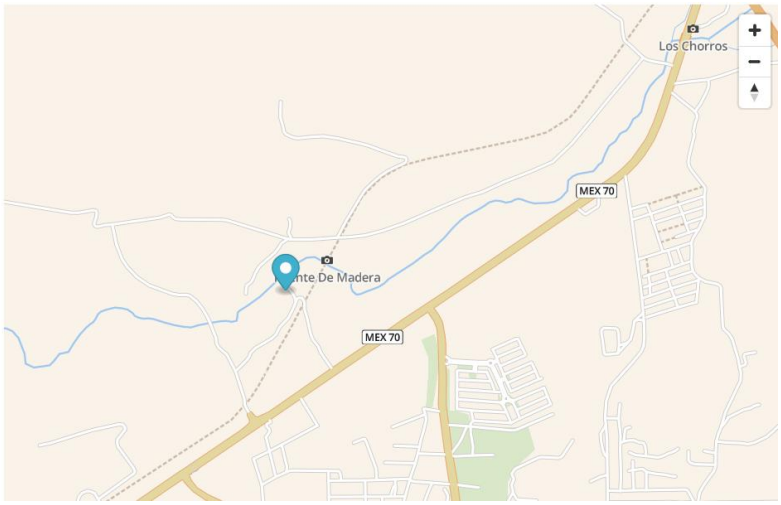
Obtener Dirección

GMS (grados, minutos, segundos)*

Latitud N S 20 ° 40 ' 37.049 "

Longitud E O 103 ° 42 ' 36.19 "

Obtener Dirección



Cuarto Punto de Monitoreo

Río Salado El Refugio 20.667606°N, -103.732991°O

Dirección unnamed road, 45310 Región Valles, J

Obtener Coordenadas GPS

GD (grados decimales)*

Latitud 20.667606

Longitud -103.732991

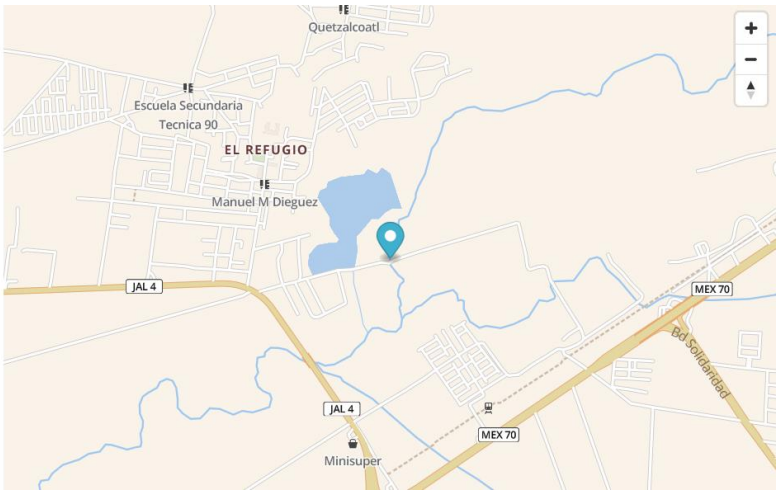
Obtener Dirección

GMS (grados, minutos, segundos)*

Latitud N S 20 ° 40 ' 3.382 "

Longitud E O 103 ° 43 ' 58.767 "

Obtener Dirección



Fuentes de contaminación:

- Vertedero de Huaxtla: carr. Ameca a, km 22.5, 45368 Huaxtla, Jal. (20.699465 ° N, -103.6543907°O)
- Residuos de Grupo GAM ("El Ingenio") (vinaza y bagazo de caña).
- Descargas de aguas residuales sin tratamiento (domésticas e industriales).
- Residuos de manejo especial de la Zona Metropolitana (empresas no identificadas).
- Plantacion masiva monocultivo de Agave.
- Residuos sólidos urbanos.

Tiempo:

Durante el ciclo de verano ITESO que abarca del 26 de mayo al 19 de julio, el proyecto se enfoca en dar continuidad al análisis de la contaminación de los ríos en la zona del Arroyo Salado, trabajando con actores clave como comunidades afectadas (El Refugio, Huaxtla y Tala), colectivos ambientales (Resistencia Civil por el Valle) y miembros del PAP. Mediante un enfoque participativo, se priorizó el saneamiento ambiental con diagnósticos in situ, identificación de fuentes de contaminación y propuestas de mitigación, siempre en diálogo con los habitantes. El objetivo fue sentar bases para ubicar las áreas más contaminadas de los ríos, asimismo quien, y con que esta contaminando los ríos, fortaleciendo la colaboración entre la universidad y los movimientos sociales, con miras a escalar acciones futuras.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

El proyecto busca intervenir en la contaminación del Río Salado mediante un enfoque de Investigación-Acción Participativa (IAP), integrando diagnóstico técnico y participación comunitaria. Se prioriza el saneamiento ambiental con estrategias como la Gestión Integral de Residuos (GIRSU) —reducción de lixiviados en vertederos clandestinos— y el fomento de una economía circular (compostaje comunitario, aprovechamiento de biogás). Se analizan tecnologías adaptables (ej. unidades de tratamiento de orgánicos) y buenas prácticas internacionales (como los modelos de Vancouver y Malmö). La urbanización desordenada se aborda con diagnósticos territoriales para identificar focos críticos de contaminación y deficiencias en infraestructura, mientras la gobernanza local y la justicia ambiental guían la acción colectiva, asegurando que las comunidades vulnerables no carguen con los impactos. El objetivo es generar soluciones sostenibles, desde compostas piloto hasta vigilancia ciudadana, siempre con la participación activa de los actores locales.

Análisis 80/20 o de Pareto aplicado al Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) en Huaxtla, Arroyo Salado y microcuencas interrelacionadas.

El Método Pareto nos ayudará a priorizar las fuentes de contaminación más críticas que afectan al Río Salado y su entorno, permitiendo enfocar esfuerzos en las causas que generan el mayor impacto ambiental.

Paso 1: Identificación y clasificación de las fuentes de contaminación

A partir de la información proporcionada, las principales fuentes de contaminación son:

- Vertedero ilegal (basura de 3 municipios + Fraccionamiento Ruiseñores).
- Descargas de aguas residuales sin tratamiento (domésticas e industriales).
- Residuos de Grupo GAM ("El Ingenio") (vinaza y bagazo de caña).
- Falta de aplicación de normativas ambientales.
- Ausencia de mecanismos comunitarios de protección.
- Plantacion masiva monocultivo de Agave.

Paso 2: Asignación de impacto (criterios: magnitud, frecuencia y afectación ecológica)

Para este análisis, usaremos una escala cualitativa (1-5) en tres dimensiones:

- Magnitud (volumen de contaminantes).
- Frecuencia (continuidad del daño).
- Afectación ecológica (daño a biodiversidad y agua).

Fuente de Contaminación	Magnitud(1-5)	Frecuencia(1-5)	Afectación Ecológica(1-5)	Total Ponderado
Vertedero ilegal	5	5	4	14
Descargas de aguas residuales	4	5	5	14
Residuos de Grupo GAM (vinaza)	4	4	4	12
Falta de aplicación de normativas	3	3	3	9
Ausencia de mecanismos comunitarios	2	2	2	6

Paso 3: Ordenar de mayor a menor impacto y calcular % acumulado

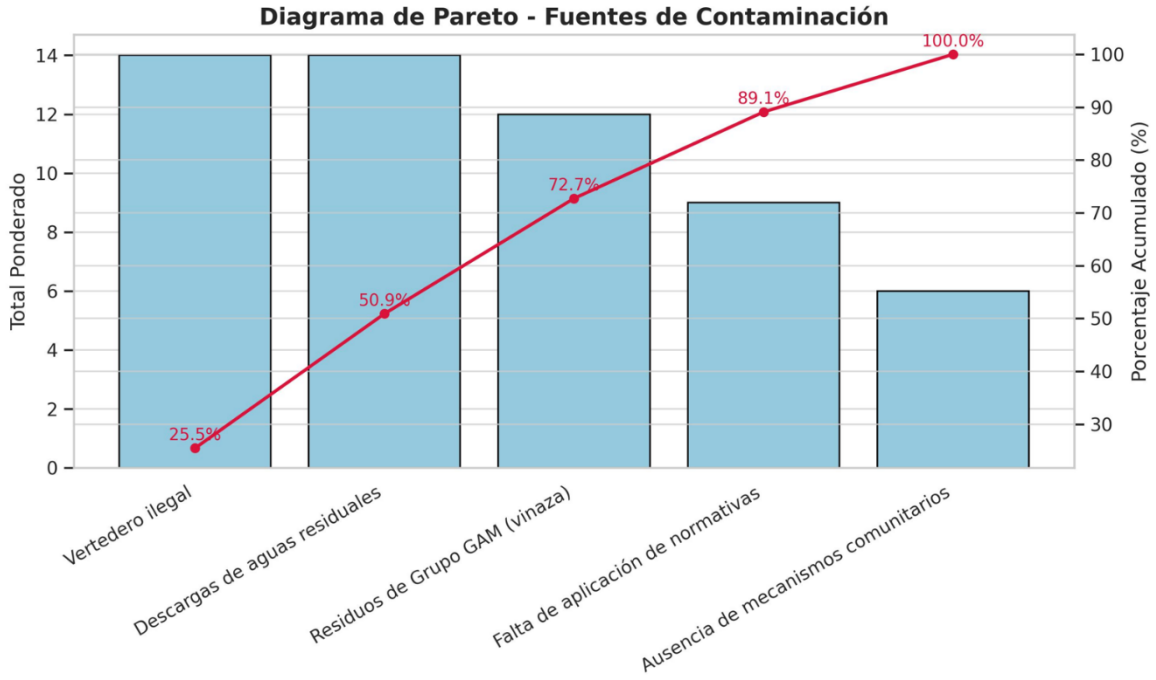


Diagrama de Pareto

El análisis de Pareto evidencia que el 72% del impacto total proviene de tres fuentes principales: vertederos ilegales, descargas de aguas residuales y residuos industriales de vinaza, lo cual sugiere priorización en acciones de mitigación.

1.2 Caracterización de la organización

En la comunidad de El Refugio, el colectivo de Resistencia Civil por el valle defiende el buen vivir de las personas que conforman su comunidad y de la biodiversidad de las zonas a las que protegen.

La organización funciona mediante estudios del agua y del suelo para monitorearlos con el objetivo de mejorar la calidad y gestionar el agua y garantizar el consumo de agua potable o un consumo de al menos 100L por habitante. Por lo que el resultado de sus indagaciones y experiencia los capacito para poder tomar acciones ante los diferentes problemas o retos que pudieran presentarse en la zona.

Describir 2 roles de la organización.

José (Pepe) Lira: Líder de este movimiento, ha sido la espina dorsal de la organización aliándose con toda una serie de comitivas creando sinergia entre todas las organizaciones de la sociedad civil creando una conciencia a largo plazo entorno a las dinámicas de cuidado del agua y el ecosistema.

Rayas: Mano derecha de pepe, es quien ha llevado toda la agenda jurídica, organizacional y administrativa detrás de la organización, siendo pieza clave en la proyección de expectativas

y planes de trabajo, permitiendo a resistencia civil por el valle persistir y subsistir como una organización robusta y presente en la agenda pública municipal.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Se pudieron identificar varias problemáticas que afectan al Arroyo Salado en las cuales las más impactantes son las siguientes:

- Vertedero ilegal que actualmente sigue en función a pesar de que ha sido reportado a las autoridades correspondientes y ha sido clausurado en repetidas ocasiones, ya que, viola la NOM-083-SERMANAT-2003, al no seguir las especificaciones y restricciones, de protección y seguridad ambiental establecidas en la norma.
    - El vertedero se encuentra ubicado a menos de 500 mts de una zona protegida y/o del cuerpo de agua.
    - Se desecha la basura de 3 municipios (el Arenal, Tequila y Amatitan), al igual de un desarrollo horizontal “Fraccionamiento Ruiseñores”, que contiene aproximadamente 10 mil unidades.
    - Por la permeabilidad del suelo, en temporada de lluvias los lixiviados viajan con más facilidad al cuerpo de agua a través del subsuelo.
- Plantación masiva monocultivo de Agave. A indicarse su presencia y crecimiento en el mapa desplegado a base de SIG con ayuda de Google Earth Engine.
- La actividad agroindustrial de “El Ingenio” al desechar al rio los residuos de vinaza y bagazo, que son resultantes de los productos de alcohol y de la azúcar de caña.
- Futuros problemas de salud a la población por riego de cosechas con el agua del Río Salado.
- Sistema de alcantarillado deficiente por su la antigüedad (obsolescencia), lo que permite fácilmente fugas que ocasionan el desaprovechamiento.
- Vinazas:

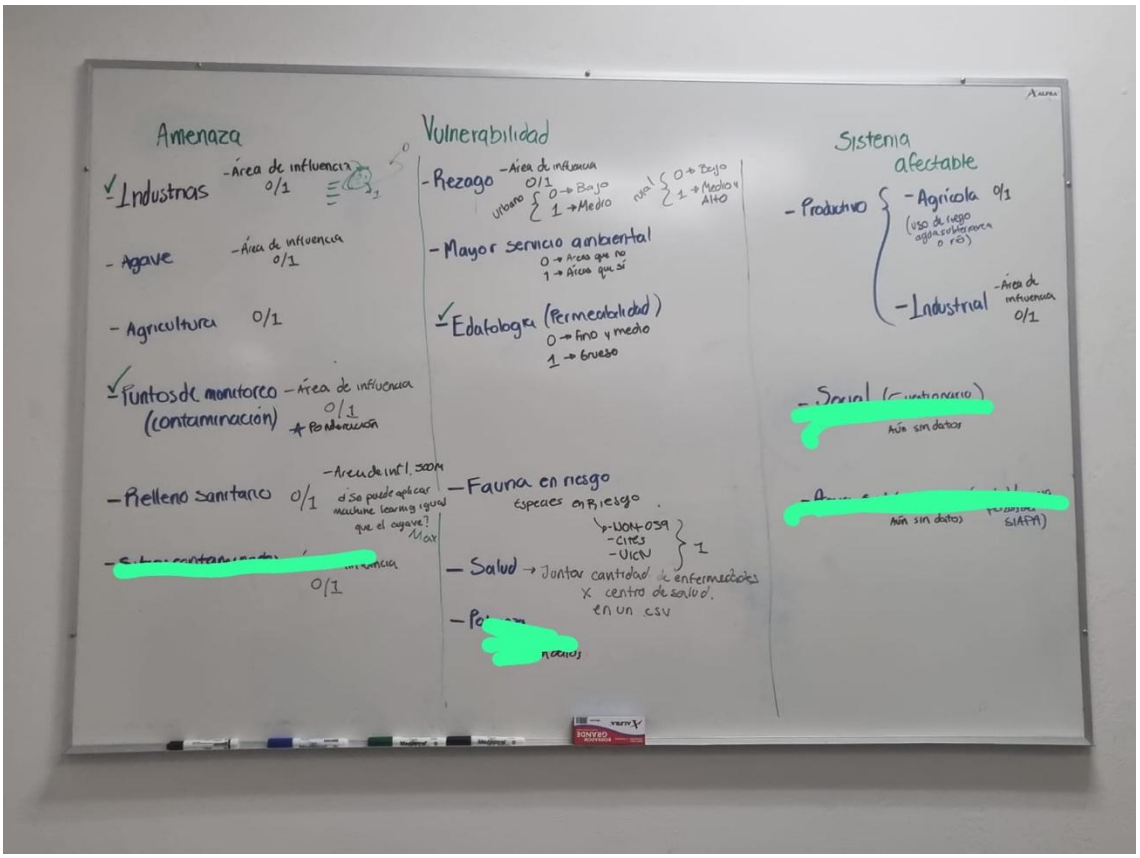


Figura No. 1 Matriz para el Análisis multicriterio

Análisis Multicriterio

Herramienta metodológica utilizada para tomar decisiones complejas que involucran múltiples factores o criterios, frecuentemente con distintas unidades, escalas o niveles de importancia. En el contexto ambiental, el AMC permite evaluar, comparar y jerarquizar diversas alternativas, amenazas o zonas de intervención considerando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, integrando variables ecológicas, sociales, económicas y técnicas. Su objetivo es apoyar la toma de decisiones informadas, transparentes y justificadas, especialmente cuando existen múltiples actores o intereses en juego.

Amenazas

Factores o actividades que pueden generar impactos negativos directos o indirectos sobre el río, afectando su calidad ambiental y los servicios ecosistémicos que brinda.

- **Industrias:** Conjuntos productivos que vierten residuos líquidos o emisiones al ambiente, siendo potenciales fuentes de contaminación por metales pesados, compuestos químicos y aguas residuales sin tratamiento.
- **Agave:** Cultivo intensivo asociado a la producción de tequila o mezcal, que implica el uso de agroquímicos y puede generar vinazas, residuos altamente contaminantes si no se manejan adecuadamente.
- **Agricultura:** Prácticas agrícolas que, mediante el uso de fertilizantes, pesticidas y riego intensivo, pueden provocar escurrimientos hacia el río, generando eutrofización o contaminación por plaguicidas.
- **Puntos de monitoreo:** Sitios establecidos para registrar la calidad del agua; su distribución o ausencia puede revelar brechas en la vigilancia ambiental y zonas potencialmente más expuestas a contaminación.
- **Relleno Sanitario:** Sitio de disposición final de residuos sólidos que, si no está bien manejado, puede generar lixiviados que se filtren hacia cuerpos de agua cercanos, contaminando el río con compuestos tóxicos.
-

Vulnerabilidad

Factores que determinan la capacidad de una comunidad o ecosistema para resistir, adaptarse o recuperarse ante impactos de contaminación en el río.

- **Rezago social:** Nivel de atraso en condiciones de vida (educación, salud, servicios) de comunidades cercanas al río, lo que limita su capacidad de respuesta ante problemáticas ambientales.
- **Mayor servicio ambiental:** Áreas que proporcionan importantes funciones ecológicas (como filtración de agua, biodiversidad o captura de carbono), y cuya alteración comprometería no solo el ambiente local sino también regional.
- **Edafología:** Condiciones del suelo (textura, permeabilidad, capacidad de retención), que pueden facilitar o dificultar la filtración de contaminantes hacia el subsuelo y cuerpos de agua.
- **Fauna en Riesgo:** Presencia de especies silvestres vulnerables o en peligro de extinción que dependen del ecosistema acuático o ribereño, cuya supervivencia está amenazada por la degradación del hábitat.
- **Salud:** Riesgo a la salud humana derivado de la exposición a contaminantes en el agua del río, como enfermedades gastrointestinales, dermatológicas o crónicas.

Sistema Afectable

Sectores o actividades que pueden sufrir impactos económicos, sociales o ecológicos por el deterioro ambiental del río.

- **Productivo:**
  - Actividades económicas que dependen directa o indirectamente del río y sus recursos.

- **Agrícola:** Cultivos que usan agua del río para riego, y que pueden verse afectados por la contaminación del agua o restricciones en su uso debido a normativas ambientales.
- **Industrial:** Empresas que requieren agua del río para procesos productivos o como insumo, y que podrían enfrentar afectaciones económicas por escasez, mala calidad del agua o conflictos socioambientales.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Tabla 2. Matriz de Problemáticas			
PROBLEMÁTICA GENERAL	*Encontrar las principales afectaciones y soluciones relacionadas con la contaminación del arroyo Salado - originada por vertederos clandestinos, lixiviados, sistemas de drenaje obsoletos, uso de agroquímicos en las plantaciones de agave y una gestión inadecuada de residuos - que está deteriorando el ecosistema y afectando la salud de las comunidades cercanas, situación que se ve agravada por la falta de infraestructura sostenible y de una coordinación efectiva entre los actores involucrados*		
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	*Fortalecer los procesos comunitarios del Río Salado en la prevención y mitigación de la contaminación, combinando conocimiento local con estrategias de saneamiento ambiental y participación organizada.*		
OUTPUT	*Una vez que alcanzaste el objetivo y definiste la forma en que podría usarse, deberás tener claro el impacto que quieres lograr, puedes considerar estas preguntas:* *¿Cuál es el cambio que quiero lograr?* *¿Quiénes están involucrados?* *Impulsar la mejora de la calidad de vida de las comunidades aledañas al Río Salado mediante la implementación de prácticas de*		

		conservación ambiental, logrando: *Reducción de enfermedades relacionadas con la contaminación hídrica* *Fortalecimiento de la participación comunitaria en el cuidado de su entorno* *Establecimiento de sistemas sostenibles de manejo de residuos"* *---* *Empoderar a las comunidades del Río Salado para que, a través de la conservación ambiental activa, reduzcan la contaminación por residuos, mejorando su salud y creando modelos replicables de gestión comunitaria del agua.*		
	OUTCOME	*Para construir el outcome o uso, considera las siguientes preguntas: ¿Quién lo usa?* *¿Cómo lo usa?* *Sistema de monitoreo y acción comunitaria implementado por los habitantes de las zonas ribereñas del Arroyo Salado (como El Refugio) y el Rio San de San pedro Valencia (como San Pedro Valencia), que permite:* *Identificar y reportar fuentes de contaminación (industrias, vertederos, municipios)* *Reducir las descargas ilegales de residuos. Asimismo, generar evidencia técnica para exigir el*		

		compromiso a autoridades y empresas.		
	OBJETIVO ESPECÍFICO	*Evaluar la calidad del agua y principales fuentes de contaminación en el Arroyo Salado y Río San Pedro, para implementar soluciones focalizadas con las comunidades aledañas al Arroyo Salado y al Rio San Pedro Valencia.*		
		RESULTADO 1	**RESULTADO 2**	**RESULTADO N**
LUGAR EN EL QUE SE REALIZA		*¿En qué territorio se desarrolla el proyecto?* *Rio Salado* *Con muestreos en:* Parque Huaxtla (20.6910268°N, -103.6543907°O), Basurero de Huaxtla (20.6971975°N, -103.6731227°O), Perritos (20.676958°N, -103.710053°O) y Río Salado El Refugio (20.667606°N, -103.732991°O)		
DESTINATARIOS FINALES		*¿A quiénes beneficiará el proyecto?* *Comunidades y alrededores del Rio salado (Sector Privado / Sector Publico) tales como El Refugio, Hauxtla, El Arenal, Tequila, Tala,*		
DESTINATARIOS DIRECTOS		*¿Quiénes son los receptores del proyecto?* *Comunidad de El Refugio (Resistencia Civil por el Valle) y Huaxtla*		
ORGANIZACIONES ALIADAS		*¿Qué grupos u organizaciones pueden facilitar información o colaborar en el proyecto una vez que se ejecute? ITESO, Resistencia civil por el valle (comunidad del Refugio), Autoridades Federativas (SERMARNAT) Movimientos de Resistencia, Colectivos y comunidades activas;* *Juanacatlán, Santa Cruz de las Flores, Colectivo Tonalá, Ixtlán, Huaxtla, Zapopan, Ceiba (Barranca de Huentitán/Río Santiago).*		

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

El desarrollo de la propuesta de mejora se realizó siguiendo el plan de trabajo establecido, avanzando de forma cronológica y realizando ajustes conforme surgieron necesidades específicas. Inicialmente, se llevó a cabo la recolección de información documental a partir de fuentes oficiales del INEGI, enfocándose en datos topográficos, hidrológicos y socioeconómicos, con el objetivo de lograr la recuperación y conservación de ecosistemas hídricos.

A continuación, se utilizó el software Antares para intentar extraer información más específica de la cuenca, aunque se encontraron limitaciones en el detalle de los datos disponibles. Ante esta situación, se decidió reforzar la generación de mapas mediante QGIS, integrando capas temáticas de uso de suelo, vegetación, tipos de suelo, densidad poblacional, niveles educativos, servicios de salud, vivienda y actividades económicas, como agricultura e invernaderos.

Para complementar el análisis y abordar los riesgos de contaminación identificados en la imagen proporcionada (como áreas agrícolas, sitios contaminados y la calidad del agua), se implementó un **análisis geoestadístico multicriterio**. Este enfoque permitió evaluar de manera integral los factores de amenaza y vulnerabilidad descritos, utilizando las siguientes herramientas y técnicas:

1. **Recolección y Procesamiento de Datos**:
    - Se recopilaron datos geoespaciales de calidad del agua, usos de suelo y zonas vulnerables (ej. áreas agrícolas con riesgo de contaminación por agroquímicos).
    - Se utilizaron imágenes satelitales y bases de datos públicas (Google Earth Engine, INEGI) para obtener información actualizada.
2. **Modelado Geoestadístico**:
    - Se aplicaron técnicas de interpolación (Kriging, IDW) para estimar la distribución espacial de contaminantes en el agua y el suelo.
    - Se generaron mapas de riesgo mediante la superposición de capas en QGIS, considerando:
        - **Amenazas**: Zonas con alta intensidad de contaminación (ej. cercanía a vertederos o áreas agrícolas).
        - **Vulnerabilidad**: Permeabilidad del suelo, presencia de acuíferos y factores socioeconómicos (ej. comunidades sin acceso a agua potable).
3. **Indicadores Multicriterio**:
    - Se asignaron pesos a cada criterio (ej. calidad del agua, densidad poblacional) mediante procesos de jerarquización (método AHP).

    - Se creó un índice de riesgo integrado que combinó amenazas y vulnerabilidades, destacando zonas prioritarias para intervención.
4. **Validación y Ajustes**:
    - Los resultados se contrastaron con mediciones in situ (ej. monitoreo de calidad del agua en el río Salado).
    - Se ajustaron los modelos para reflejar condiciones locales, como la presencia de suelos permeables o áreas con cambios de uso de suelo (ej. expansión agrícola).

Herramientas y Productos Generados

- **Mapas temáticos**: Riesgo de contaminación, vulnerabilidad hídrica y zonificación de áreas críticas.
- **Tablas de datos**: Valores de calidad del agua, índices de riesgo y ponderaciones multicriterio.
- **Gráficos**: Diagramas de correlación entre variables ambientales y socioeconómicas.

Resultados y Adaptaciones

Los resultados del análisis geoestadístico multicriterio permitieron:

- Identificar puntos críticos de contaminación (ej. cercanía a vertederos o zonas agrícolas con alto uso de agroquímicos).
- Priorizar acciones de biorremediación en áreas con alta vulnerabilidad y exposición a amenazas.
- Complementar la caracterización hidrológica inicial con un enfoque espacialmente explícito, mejorando la precisión del diagnóstico.

No existieron restricciones de confidencialidad, ya que los datos provinieron de fuentes públicas. Los ajustes al plan inicial incluyeron la incorporación de técnicas geoestadísticas

La integración del análisis geoestadístico multicriterio fortaleció la base técnica del proyecto, proporcionando una metodología reproducible para evaluar riesgos ambientales. Los resultados obtenidos sustentan la estrategia de conservación y serán clave para la implementación de medidas correctivas en los arroyos San Antonio y Salado

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

El nivel de alcance de los resultados obtenidos es consistente con el objetivo principal planteado al inicio del proyecto: caracterizar las condiciones físicas, sociales y económicas de las cuencas del arroyo Salado. La recolección sistemática de datos, el procesamiento de información y la generación de mapas temáticos permitieron construir una base sólida de conocimiento, esencial para futuros análisis e intervenciones.

Este análisis se realizó a partir de variables como: uso del suelo, edafología y permeabilidad, salud, agricultura, industria, vertederos y área total de la cuenca, sin considerar propiedades geométricas del canal como sección transversal, pendiente o rugosidad. Por lo tanto, los valores de caudal obtenidos deben considerarse como teóricos, útiles para estimar órdenes de magnitud y tomar decisiones preliminares, pero no como representaciones exactas del comportamiento hidráulico por tramo.

Un aprendizaje clave que asegura la posibilidad de replicar o transferir este proceso a otros contextos es el dominio de herramientas como QGIS y Google Earth Engine para el tratamiento de información geoespacial, así como la capacidad de combinar fuentes de datos públicas con criterios hidrológicos y análisis multiescalares.

Otro elemento fundamental fue el uso de la metodología de cadena de impactos, que permitió mantener el enfoque estratégico a lo largo del desarrollo. Para que este proyecto pueda gestionarse de manera continua y autónoma desde la comunidad, será necesario fortalecer la capacitación de actores locales en el manejo de herramientas SIG y en la interpretación básica de datos hidrológicos y sociales. También deberá completarse el levantamiento topográfico pendiente, lo cual brindará la precisión necesaria para realizar cálculos hidráulicos por tramo, y para el diseño específico de soluciones estructurales o de biorremediación.

En conclusión, los aprendizajes adquiridos en el manejo de datos espaciales, la completa elaboración del análisis de riesgo de contaminación es un elemento que no solo aseguran la continuidad de este proyecto, sino que sientan las bases para su mejora y aplicación en futuros escenarios de intervención socioambiental.

1.7. Bibliografía y otros recursos

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2000). *Estudio hidrológico del estado de Jalisco* (ISBN 970-13-2057-3). Impreso en México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825221751/702825221751_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Conjunto de datos vectoriales de hidrología superficial escala 1:50 000, serie III. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463831113

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, Serie VI. INEGI. https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017).

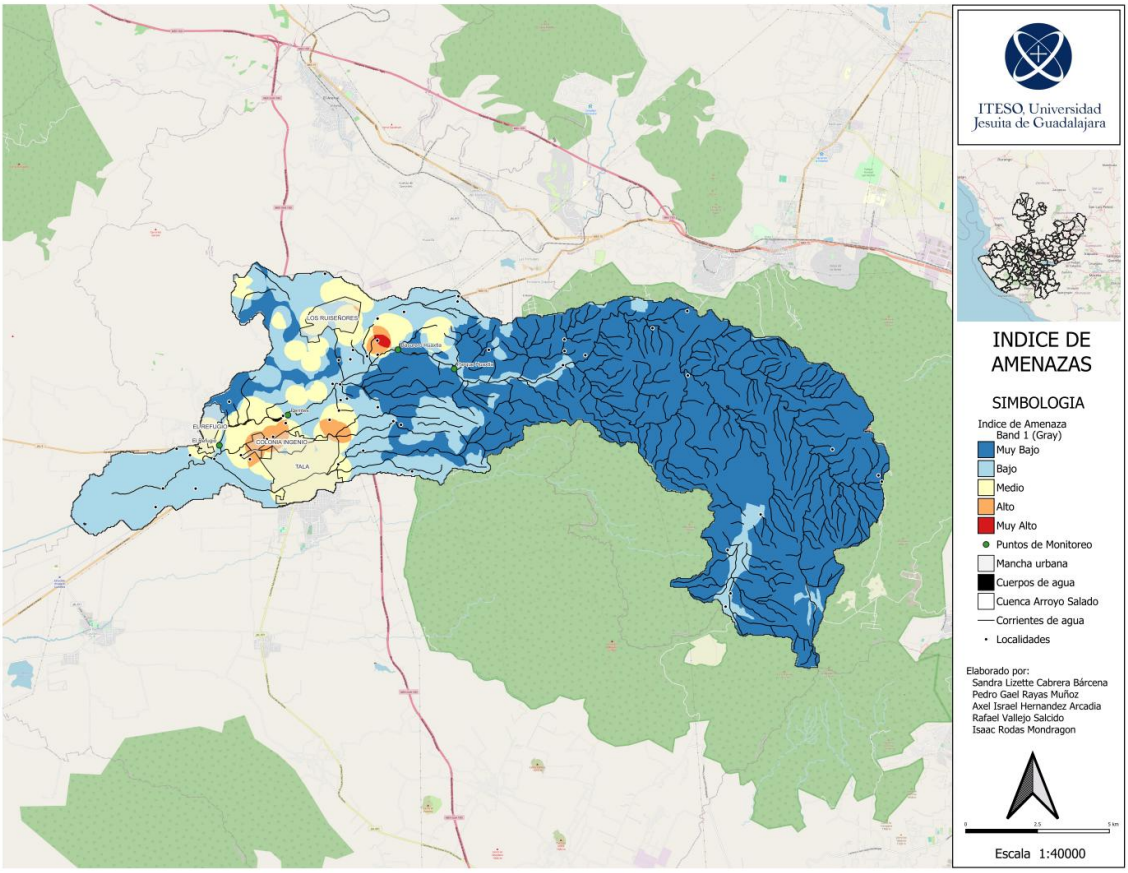
QGIS Development Team. (2024). QGIS Geographic Information System [Software]. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org

1.8. Anexos generales

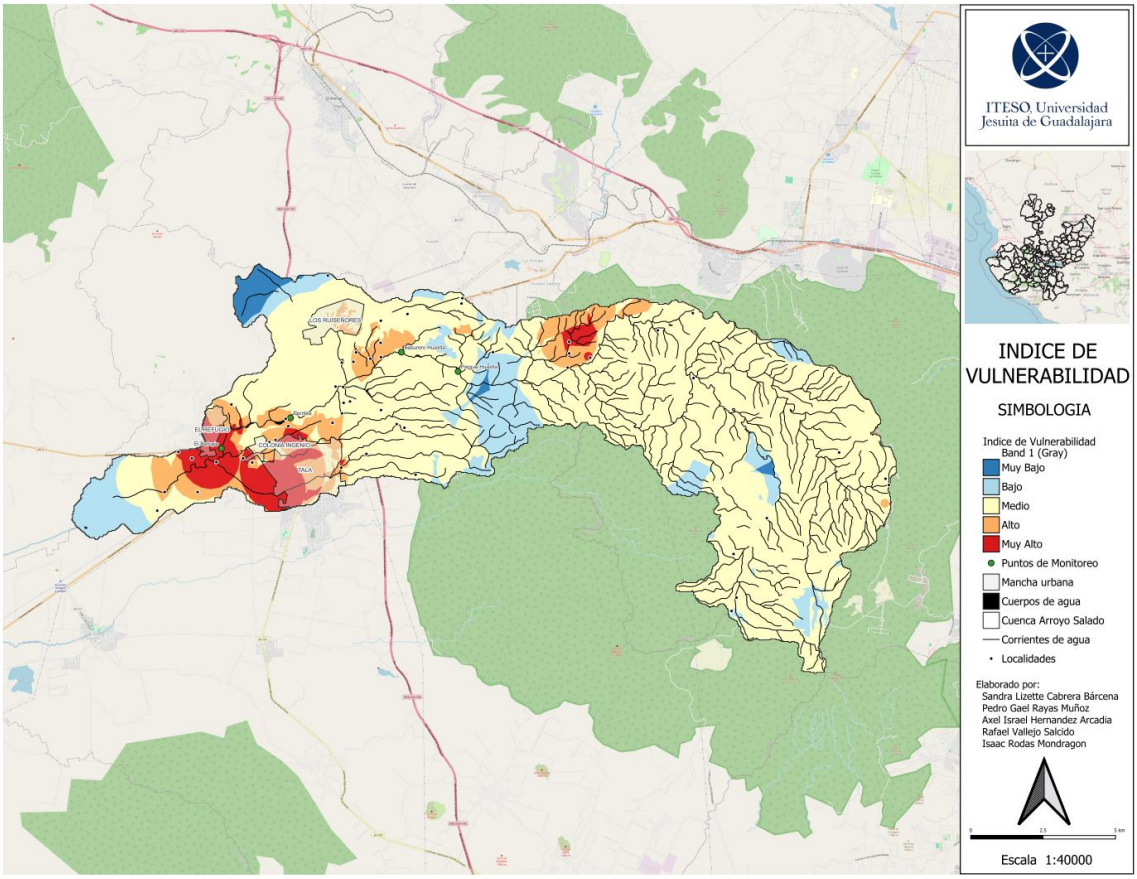
https://iteso01-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pedro_rayas_iteso_mx/EhiwOLlWDP9Node7TVZdNswBdWp3euD_aA9NpJiv29xt5g?e=01D8kW

Figura No. 1 Matriz para el Análisis multicriterio 10

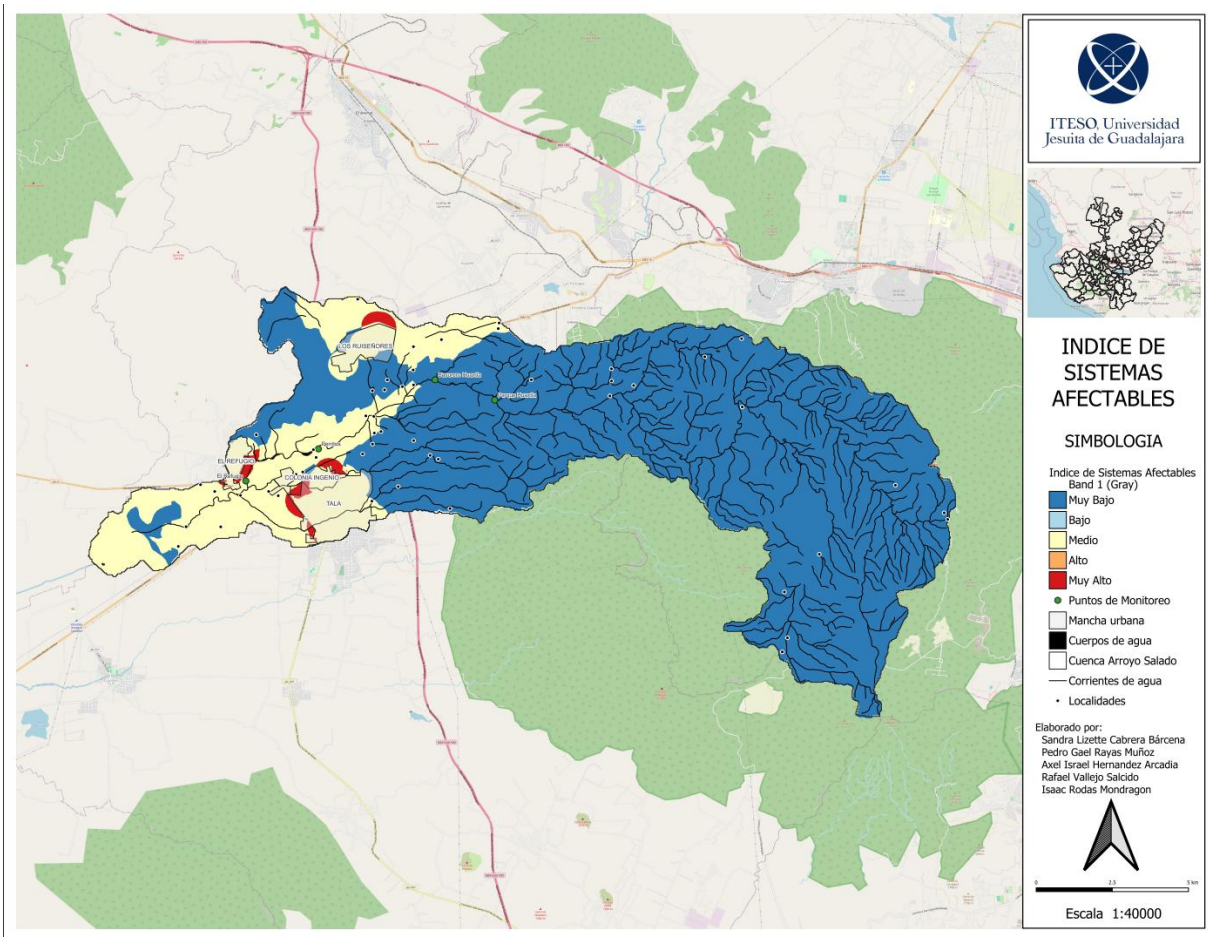
2. Productos



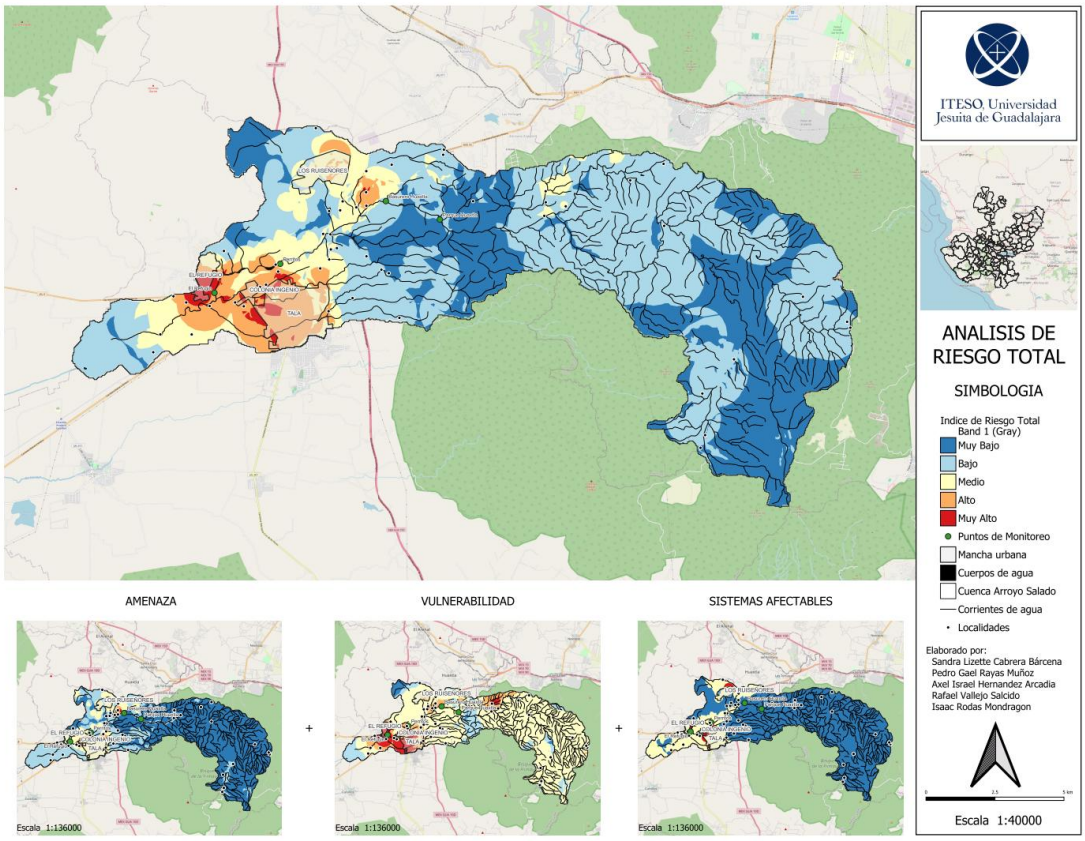
Amenaza	Puntaje	Suma de Ha	Porcentaje
Muy Bajo	0	10154.218	62%
Bajo	1	4018.807	25%
Medio	2	1825.358	11%
Alto	3	266.564	2%
Muy Alto	4	18.046	0%
	Total general	**16282.993**	100%



Vulnerabilidad	Puntaje	Suma de Ha	Porcentaje
Muy Bajo	0	125.645	0.08%
Bajo	1 | 2	19667.042	12.03%
Medio	3 | 4	121485.123	74.33%
Alto	5 | 6	19935.694	12.20%
Muy Alto	7	2234.521	1.37%
	Total general	**163448.025**	100.00%



Sistema Afectable	Puntaje	Suma de Ha	Porcentaje
Bajo	0	128820.689	78.81%
Medio	1	33217.921	20.32%
Alto	2	1735.415	1.06%
	Total general	**163448.025**	100.00%



Indice	Puntaje	Suma de Ha	Porcentaje
Muy Bajo	1	810.061	0.50%
Bajo	2 | 4	114943.12	70.66%
Medio	5 | 7	33079.446	20.34%
Alto	8 | 10	13570.84	8.34%

Muy Alto	11	267.899	0.16%
	Total general	**162671.366**	100.00%

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.

A lo largo del desarrollo del Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) en las comunidades de Huaxtla y Arroyo Salado, la experiencia representó no solo una oportunidad de intervención social y ambiental, sino también un espacio profundamente formativo desde una perspectiva crítica y ética. La colaboración activa con la comunidad, organizaciones como la Resistencia Civil por el Valle, y la aplicación de metodologías como la Investigación-Acción Participativa (IAP) nos permitió comprender de manera integral la complejidad del saneamiento ambiental y la renovación urbana en contextos afectados por la negligencia institucional, el crecimiento urbano desordenado y prácticas agroindustriales contaminantes. Desde una postura ética, este proyecto evidenció la necesidad de fortalecer la justicia ambiental y la corresponsabilidad social, reconociendo que las comunidades no deben ser receptores pasivos de políticas sino actores clave en la transformación de su entorno. Como equipo, logramos desarrollar diagnósticos geoespaciales, propuestas de mejora basadas en datos oficiales y estrategias sustentadas en economía circular, logrando productos concretos como el mapeo de zonas críticas, una evaluación normativa y propuestas de mitigación con enfoque territorial. Más allá de los resultados técnicos, este PAP nos deja como aprendizaje el valor de la escucha activa, la empatía profesional y el compromiso ético con la sustentabilidad, cualidades que resultan esenciales para cualquier agente de cambio que desee emprender con responsabilidad social y ambiental.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Fue una experiencia agradable el poder participar en una problemática en la cual varias personas, comunidades y colectivos pueden ser beneficiados una vez que se pueda resolver el problema que enfrenta el Arroyo Salado. Sin embargo, también fue una experiencia de mucha incertidumbre en la cual varias veces nos sentimos perdidos ya que no sabíamos como poder atacar o impulsar la resolución de las problemáticas de constante contaminación que se están enfrentando en el municipio de Tala. Ya que hasta el momento nuestra participación ha sido más técnica que social, no consideramos que tengamos alguna implicación ética para la cual debamos de pensar o tomar alguna acción en la que nuestra ética profesional y personal se pueda ver afectada o dividida.

3.2 Aprendizajes logrados

Al ser conscientes de la magnitud de nuestro proyecto pudimos rescatar algunos aprendizajes que habíamos olvidado a lo largo del tiempo y como estas herramientas (INEGI, Google Earth, Google Earth Engine, CONEVAL, CONABIO, Qgis, etc.) pueden ser de ayuda para poder realizar a posicionar un resultado final o de partida para el proyecto. También al acompañar al equipo de monitoreo aprendimos sobre como la calidad y de como esta puede ir disminuyendo o incrementando, dependiendo con que se cruce el cuerpo de agua. Al igual que pudimos comprender las limitaciones u obstáculos que pueden llegar a surgir en un proyecto de esta magnitud.