

**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 manejo, mejoramiento y difusión de herramientas para la Gestión**

**Integrada de los Recursos Hídricos**



**ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara**

**PAP IP02: “San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos**

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

Ing. Ambiental Zurishadai Díaz Milanés

Ing. Civil José Omar Luna Inzunza

Arq. Andrés Ortiz Covarrubias

Ing. Rodrigo Ochoa Arámbula

Arq. Natalia De Labra Vivian

Arq. Meuri Javier Mier García

Profesor PAP:

MTRO. Héctor Morales Gil de la Torre

MTRA. Jesica Nalleli de la Torre Herrera

MTRO. Andrés Zuloaga

ARQ. Andrea Carolina Levario Anchondo

Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2021

## ÍNDICE

REPORTE PAP .....	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional .....	2
Resumen .....	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	1
Fases metodológicas .....	1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto .....	3
1.2 Caracterización de la organización .....	6
1.3 Identificación de las problemáticas .....	7
1.4. Planeación de alternativas .....	8
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora .....	9
1.5.1 Anteproyecto .....	10
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos .....	11
1.6.1 Validación de etapas de tratamiento .....	12
1.6.2 Proyección de población.....	13
1.6.3 Anteproyecto del humedal.....	13
1.7. Bibliografía y otros recursos.....	16
1.8. Anexos generales .....	17
2. Productos .....	25
Producto 1: 2.1 Validación de etapas de tratamiento .....	25
Producto 2: 2.2 Proyección de población .....	25
Producto 3: 2.3 Anteproyecto del humedal .....	26
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	28
3.1 Sensibilización ante las realidades .....	28
3.2 Aprendizajes logrados .....	29

# 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

En el presente proyecto realizado en el periodo de verano 2021 por parte del Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos perteneciente al Programa de Manejo y Mejoramiento Hidráulico dentro del Valle de Mazatepec en donde se buscó continuar con los trabajos de mejora en la gestión y uso del recurso del agua, trabajos que comenzaron en 2018 en el dialogo con pobladores de la región y que continuo con la propuesta de un humedal artificial para sanear el rio de los contaminantes presentes, así como la implementación de humedales artificiales a escala casa habitación para que las personas lo implementaran en sus viviendas para darle un tratamiento a las aguas negras antes de llegar al río. El presente proyecto buscó dar seguimiento en el diseño de humedales artificiales de flujo subsuperficial en terreno ejidales que serán donados para la construcción de los mismos.

El pueblo de Ahuisculco desde hace ya varios años presenta contaminación en el río Ahuisculco dañando el bienestar de los pobladores y deteriorando el ecosistema que le rodea, por lo que con la colaboración de distintos agentes en Ahuisculco y el PAP San Pedro de Valencia se busca que con la construcción de un humedal artificial de flujo subsuperficial en uno de los puntos cercanos al rio se logre reducir las concentraciones de contaminantes.

Los principales objetivos para el ciclo de verano fueron la zonificación de las etapas de tratamiento del humedal, la revisión de las propuestas del tren de proceso para la reducción de contaminantes en relación a la norma y el área dispuesta para la construcción, así como se buscó la identificación de los detalles del terreno para su deshierbe, nivelación y construcción de los módulos de tratamiento.

**Los resultados obtenidos fueron...**

## 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.

### Fases metodológicas

#### *Reconocimiento del sitio y la problemática*

Lo primero que se realizó fue hacer una visita de campo el miércoles 26 de mayo del 2021 a San Isidro Mazatepec para conocer la plaza central y un poco de su historia, así como el trabajo que se ha hecho en el centro de acopio de residuos con ayuda de la organización de los jóvenes, seguimos el recorrido a Ahuisculco en donde se analizó la situación y se platicó con integrantes del colectivo Selva Negra en donde se nos contextualizó en la problemática de la zona por la defensa del agua y los planes a futuro que se tienen en conjunto con los participantes del PAP.

Se realizó un árbol de problemas (Anexo 1) con tres situaciones de la localidad basándonos en la información proporcionada por los profesores, así como la plática con los pobladores e integrantes de las asociaciones con las que se colabora, en donde se identificó que el problema central giraba en torno a la contaminación del río Ahuisculco que suministra a la población por las descargas residuales sin tratar de las casas habitación cercanas, así como la infiltración de fertilizantes y pesticidas que se utilizan en la zona.

#### *Revisión de proyectos anteriores*

Después de una revisión de los proyectos pasados del PAP se identificaron las propuestas y compromisos a los que se les dará continuidad en donde se tiene una propuesta de un humedal subsuperficial para casa habitación para el tratamiento de las aguas residuales, en donde se

tiene un manual de operación y manual de mantenimiento para estos y solo falta entregarlos a los responsables o personas interesadas en su implementación. Anteriormente se trabajó en una propuesta de difusión en relación a la educación ambiental del cuidado del agua y la importancia de los humedales para el tratamiento de esta. Con los ejidatarios que cuentan con terrenos cercano en la zona se acordó la construcción de dos humedales de flujo subsuperficial comunitarios ubicados en dos puntos de inicio y fin cercanos al pueblo de Ahuisculco, ya que se encontró la presencia de contaminantes en ambas locaciones, por lo que ya se cuenta con la aprobación de los ejidatarios para la construcción de estos en esos terrenos.

Los actores sociales involucrados son la localidad principalmente son los pobladores, ejidatarios de los terrenos cercanos al río que son parte clave para la toma de decisiones en cuanto al diseño según sus necesidades y presupuesto, el PAP de ITESO que funge como facilitador en cuanto a conocimiento y propuestas de diseño para las distintas vertientes del proyecto y la asociación civil Selva Negra que los conocimos en la primera visita, en donde los principales líderes son Lupita Zavala y Rene que son intermediarios entre los ejidatarios, la población y los colaboradores de ITESO.

### *Investigación*

Para entrar en el contexto de la problemática del agua y concientizar a los alumnos involucrados que estarán trabajando en los distintos proyectos el día 9 de junio de 2021 se realizó una reunión con el profesor Xavier Clausen, experto en temas de hidrología y agua subterránea en donde nos explicó la importancia de la cuantificación y el monitoreo de la extracción y recarga del agua subterránea ya que es lo que sustenta los mantos freáticos que alimentan los pozos de extracción.

Después de tener conciencia de la problemática, conocer a los involucrados e investigar acerca de los entregables de PAP pasados se estableció un plan de trabajo en relación al tiempo de verano para dar seguimiento a la propuesta de un humedal comunitario en el terreno ejidal, que consta de las siguientes etapas y objetivos.

### *Propuestas y objetivos*

- Revisión de propuesta pasada del tren de tratamiento según las necesidades de la calidad del agua
- Proyección de la población de Navajas y Ahuisculco
- Anteproyecto arquitectónico
- Detalles constructivos y presupuesto proyecto: tomando en cuenta las características del terreno, disponibilidad económica del municipio y viabilidad estructural.

#### 1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Debido a nuestro crecimiento poblacional, nuestras actividades productivas y de consumo nuestro entorno se ha visto afectado por la capacidad de carga que se les ha dado, poniendo en riesgo la calidad del aire, la tierra y el agua, así como el riesgo que eso representa para los seres vivos y su equilibrio natural. El agua es un recurso y un derecho vital que asegura una calidad de vida digna, mismo recurso que se ve involucrado en todas nuestras actividades, nuestros productos, el consumo y para nosotros mismos. Todas estas mismas actividades también han representado una amenaza para este recurso tan preciado, ya que nuestras malas prácticas, poca regulación y educación en el tema nos ha llevado a contaminar nuestros ríos, lagos, arroyos y reservas subterráneas limitando aún más nuestra disponibilidad al agua dulce de calidad.

El agua salada representa un 7.5% es agua salada y el agua dulce un 2.5% y de ésta casi el 70% no está disponible para consumo humano debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo, como se muestra en la figura 3 en anexos.

Como se ve en la figura 1 se tiene muy poca disponibilidad del agua dulce, lo que nos reta a tomar nuevas perspectivas en nuestro consumo y generación de residuos, así como las prácticas que se utilizan en la industria y las comunidades en relación a las descargas de aguas con altas concentraciones de contaminantes, por lo que se debe de buscar nuevas prácticas en el tratamiento de estas descargas para evitar la sobrecarga de los acuíferos que terminan en nuestras casas, causan enfermedades y la muerte de otros seres vivos.



Algunas de las alternativas que se tienen para este tratamiento son la construcción de plantas de tratamiento que constan de hasta 4 o 5 etapas para la eliminación de nutrientes, contaminantes y patógenos, otra alternativa que se tiene para el tratamiento de las descargas es la implementación de humedales artificiales que imitan un sistema natural que se autorregula y en donde crecen y se desarrollan diferentes tipos de vegetales, animales y microorganismos adaptados a estas condiciones de inundaciones temporales y/o permanentes. En este tipo de ecosistema se desarrollan también determinados procesos físicos y químicos capaces de depurar el agua ya que eliminan grandes cantidades de materia orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo e incluso productos tóxicos. (iAgua, 2013)

Los humedales están compuestos principalmente por:

- Sustrato granular: funciona como un soporte para la vegetación y facilita la fijación de la bacteriana presente en el agua a tratar. Principalmente el sustrato puede ser de arena, grava o tezontle.
- Vegetación: se utilizan plantas macrófitas emergentes que contribuyen a la oxigenación del sustrato a nivel de la rizosfera, a la eliminación de nutrientes por absorción/extracción y al desarrollo de la biopelícula bacteriana.
- Influyente: agua a tratar que circula a través del sustrato y la vegetación.

Existen distintos tipos de humedales según el flujo de agua y la dirección, por lo que se encuentran estos tipos en función de la profundidad del flujo:

- Humedales artificiales de flujo superficial: el agua pasa por encima del sustrato continuamente. Se favorecen las condiciones aerobias al estar el agua directamente expuesta a la atmósfera.
- Humedales artificiales de flujo subsuperficial: el agua circula a través del sustrato.

Existen estos dos tipos según la dirección del flujo de agua.

- Humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical: el agua circula verticalmente a través del sustrato de manera intermitente. Se suelen incluir chimeneas de aireación para favorecer las condiciones aerobias.

- Humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal: el agua circula horizontalmente a través del sustrato de manera continua. Se favorecen las condiciones anaerobias al mantenerse el nivel del agua por debajo del sustrato.

El pueblo de Ahuisculco está ubicado en el municipio de Tala, Jalisco con 2, 381 habitantes y es un lugar en donde se ha desarrollado una lucha por la defensa del agua desde 2015 debido a que una empresa pretendía instalar unos tanques de melaza en un predio ejidal cercano al Río Ahuisculco y que podría contaminar con el mal manejo de la sustancia, ya que se tenía como antecedente en 2013 un derrame de melaza en la presa del Hurtado en San Pedro de Valencia que se encuentra muy cercana a la zona y que causó la muerte de quinientas toneladas de peces.

El proyecto de la instalación de los tanques de melaza en Ahuisculco fue frenado por la denuncia ciudadana y plantones realizados por más de tres meses, ya que si esto sucedía hubiera sido una amenaza para los mantos freáticos y agua de manantial que se encuentra en la zona.

A raíz de este acontecimiento se creó el lazo entre los colaboradores del PAP en ITESO y los pobladores del Valle de Mazatepec para trabajar en distintas comunidades en la reactivación económica y educación ambiental por medio de la planeación de actividades turísticas, mejor manejo de los residuos y los recursos hídricos.

Por la comunidad de Ahuisculco cruzan dos ríos, el río frío que viene de la comunidad de Navajas y el río agua caliente que nace en el cerro de La Campana. El agua que llega a Ahuisculco por medio de estos efluentes es administrada por un patronato local, por lo que no se tiene un registro o papeleo oficial de la disposición de la misma.

Durante el periodo de verano de 2018 el PAP se enfocó en la cuantificación y cualificación de la información geográfica por medio de visitas y procesamiento de datos para delimitar la cuenca, subcuenca y microcuenca del Valle de Mazatepec y encontrar los puntos importantes. Al platicar con los ejidatarios, profesores y pobladores se notó la preocupación por el incremento de invernaderos de berries en la zona, lo que es una amenaza para el

aprovechamiento del agua de buena calidad, por lo que con este proyecto se busca que con la implementación del humedal se logren reducir los contaminantes presentes para el consumo humano y uso agrícola.

## 1.2 Caracterización de la organización

Se busca llegar a un acuerdo con la organización que se está colaborando para poder realizar un trabajo de investigación, así como de valor para la propuesta de los humedales comunitarios para el beneficio del pueblo de Ahuisculco, además de platicar con los residentes del poblado para conocer sus necesidades y lograr planearlos junto con las organizaciones,

El propósito es crear el plan de trabajo ideal para la realización y organización del proyecto de los humedales comunitarios para beneficio de la comunidad, junto con la razón de ser que es cumplir y proyectar las necesidades de los habitantes de la comunidad, así como trabajar de la mano con ellos y las organizaciones con las que se colabora.

Las actividades que se llevarán a cabo son las siguientes:

- Visitar la zona donde se realizarán los humedales comunitarios para hacer un reconocimiento de campo y estar comprender como se podría desarrollar el proyecto y conocer el terreno a intervenir.
- Platicar con la comunidad para conocer sus necesidades y saber y contestar las dudas junto con las inquietudes que se tengan.
- Junto con las organizaciones con las que se trabajará, llegar a acuerdos para comprender tanto su punto de vista como las necesidades de la zona y llegar a la mejor solución para la comunidad de Ahuisculco.

En el proyecto participará el equipo que compone el PAP, así como los profesores encargados de supervisar el proyecto, junto con las organizaciones mencionadas anteriormente.

### 1.3 Identificación de las problemáticas

Tras haber trabajado con la comunidad y a través del estudio de la zona, se identificó que el principal problema dentro de Ahuisculco es el río contaminado que suministra agua a la población, ya que debido a las descargas residuales sin tratar de las casas habitación cercanas, así como la infiltración de fertilizantes y pesticidas que se utilizan en la zona, está provocando el deterioro de la calidad del agua afectando de forma considerable a la comunidad.

Se localizaron 3 problemas consecuentes a la contaminación del agua:

1. Enfermedades: Se desarrollan enfermedades en habitantes y especies que conviven con el río debido a la mala calidad del agua.
2. Deterioro de la agricultura en la zona: El agua para el uso agrícola es de mala calidad, afectando el riego de cultivos de caña, berries y todo tipo de sembradíos dentro de la zona.
3. Falta de agua limpia: El agua potable poco a poco está perdiendo su calidad, afectando al pueblo por las altas concentraciones de 21 patógenos, nitratos y fosfatos.

Asimismo, una problemática adicional a la contaminación es que existe una gran demanda de concesiones de pozos afectando al agua subterránea de la localidad.

Las causas principales en el mismo orden son la descarga sin tratamiento del drenaje municipal al río, que no existe una regulación en el uso de pesticidas y fertilizantes que se infiltran al subsuelo y al río y la última causa es que hay poca educación ambiental para reconocer la importancia de recoger y no tirar basura.

Debido a la falta de educación ambiental, el desperdicio del agua y la contaminación de la misma, Ahuisculco se está volviendo una entidad a la que cada vez se le escasea más el agua limpia y potable, teniendo repercusiones en el medio ambiente, así como en la calidad de vida de sus habitantes. Es por ello que es indispensable la solución de estos problemas de forma sencilla y eficaz para la comunidad, tal y como se ha estado trabajando en el proyecto PAP desde hace ya varios meses.

A través de acuerdos hablados con los representantes de la comunidad, se ha llegado a una propuesta con tres principales puntos que servirían para la solución a estos problemas, abordando los objetivos principales de este periodo. Las propuestas para solucionar las problemáticas son:

- Abordar y solucionar la falta de educación ambiental en la comunidad.
- Proponer y llevar a cabo las inexistentes y urgentes regulaciones y legislaciones para cuidar el recurso del agua.
- Trabajar en la infraestructura que ayudaría a frenar el evidente problema de agua contaminada, tales como los humedales comunitarios y buscar en un futuro lograr implementar también un humedal por vivienda.

#### 1.4. Planeación de alternativas

Después de analizar la problemática que se encuentra en el río de Ahuiscolco se comenzará a trabajar en la planeación de los dos humedales colectivos; se está analizarán el terreno a profundidad en donde se construirán y las diferentes etapas en las que pasará el agua para poder ser tratadas. También nos pusimos una meta de hasta donde creemos llegar ya que el tiempo de verano es muy corto y honestamente no creemos que se puede llevar una construcción de esa dimensión para el tiempo que nos queda por lo que nos establecimos que la meta sería tratar de alcanzar el diseño y presupuesto del humedal.

De ahora en adelante lo primero que se hará es conseguir los levantamientos topográficos que existen en la ubicación en la que se definió donde se iba a construir, se medirá el caudal y se platicará con las personas necesarias (colectivo, presidencia, ejido).

Para posteriormente empezar a realizar el diseño del humedal, ya con la información recabada correctamente (medidas, orientación, tipo de plantas que se van a usar, dimensionamiento.) Su interacción correcta con el agua, sus plantas con el propósito de mejorar la calidad del agua residual y proveer un mejoramiento ambiental en la zona.

El humedal es adecuado en la zona que se propone ya que ese espacio no es privado y se encuentra disponible y aceptado para el proyecto, los humedales son construcciones que en el momento de construirse pueden ser costosos, pero son sistemas que los mantenimientos, chequeos y la manera de entender cómo funciona es muy fácil para cualquier persona, además de utilizar a la propia naturaleza para restaurar la calidad del agua no es un proceso en el que se necesite energía o combustible. Esto nos hace llegar a que es la mejor opción si se quiere mejorar la calidad del agua.

Con esto lograremos una excelente capacidad de eliminación de componentes y lograr un alto potencial ecológico estético y beneficios sociales.

Para lograr como objetivo final, un sistema de tratamiento diseñado para remover la mayor parte de los patógenos y nutrientes contenidos en el agua y lograr tener un agua más limpia.

El orden cronológico para alcanzar los objetivos propuestos será el siguiente, se analizarán los datos de la investigación del semestre pasado para así poderle dar una continuidad al proyecto, se irá a visitar la zona para entender la problemática y poder dimensionar con lo que se está trabajando, se propondrá un diseño basado en la topografía del lugar ya sea con un sistema de bombeo o con la pura pendiente del terreno, se hará un estudio de población a futuro y se realizará un presupuesto de lo que la obra costará.

### 1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Para comenzar con la propuesta integral de diseño para el primer humedal comunitario en el poblado de Ahuisculco, Jalisco. Tomamos como punto de partida el trabajo previo de nuestros compañeros, particularmente, el concepto o diagrama ilustrativo del funcionamiento de un humedal subsuperficial, y las coordenadas en Excel provenientes del levantamiento topográfico sobre el terreno otorgado por la comunidad.

El primer paso para poder trabajar sobre dicho levantamiento fue convertir las coordenadas de Excel en AutoCAD, para tenerlas de forma gráfica y de esta forma tener la base para trabajar en el anteproyecto arquitectónico. Al comenzar hicimos una lluvia de ideas para

conceptualizar y proyectar, pero nos encontramos con dudas que nos impidieron profundizar en aspectos de diseño, ya que necesitábamos más información para poder dimensionar el tamaño del humedal y saber si este requeriría de más elementos o sistemas de filtración adicionales para llegar a un mejor resultado. Es entonces cuando decidimos hacer un paréntesis para obtener información sobre el volumen de agua a tratar, esto con el apoyo de nuestros compañeros de Ing. Civil, y a su vez, trabajar con compañeros de Ing. Ambiental para la consulta sobre el correcto funcionamiento de un humedal y los elementos que complementarían el correcto funcionamiento de un humedal artificial.

#### 1.5.1 Anteproyecto

Para continuar con el anteproyecto del sistema de saneamiento comunitario mejoramos el plano base del predio en cuestión, agregamos contexto y delimitamos zonas para hacerlo más fácil de entender, esto con ayuda de vistas aéreas y de visitas al sitio para una mejor comprensión. El análisis en sitio también determinó que lo mejor para manipular el flujo del agua en el río sería separarlo del cauce natural hacia el sistema de saneamiento para eventualmente redirigirlo hacia su cauce natural una vez ha sido tratada. En teoría existe un doble propósito en la redirección del agua, ya que nos permite cancelar el flujo de agua hacia el sistema de saneamiento en caso de que exista un excedente superior a lo esperado.

Una vez identificados los elementos adicionales que necesitarían para que los humedales trabajaran más eficientemente, comenzamos a dibujarlos en planta con la ayuda de AutoCAD, utilizando medidas provisionales para poder zonificar y distribuir dichos elementos de saneamiento sobre el terreno, cuidando que fueran lo más aproximados a las medidas finales para evitar demasiados cambios cuando obtuviéramos los resultados del volumen máximo de agua a tratar. Aunado a esto, también se comenzó con la elaboración de tablas de cálculo para la cuantificación de áreas y los trabajos necesarios para su ejecución, así como las cantidades de material necesarios, con el fin de poder elaborar un presupuesto paramétrico del anteproyecto. Si bien el presupuesto no resultaría en un dato específico, tiene el fin de mostrar un panorama cercano a lo que implicaría ejecutar el proyecto.

#### 1.5.1 Calidad del agua y su relación con el anteproyecto

Se realizó una revisión de la propuesta de validación que se tenía del periodo de otoño con el fin de mejorar la propuesta previamente aprobada por los ejidatarios. Se tomó como ejemplo un proyecto aplicado de la misma naturaleza en Michoacán, el cual contempla más

fases de tratamiento, tales como el pretratamiento, el tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento de lodos, esto como una etapa preliminar del desarrollo, ya que se recomienda indagar mejoras conforme la información se actualice, es decir, se escalen los procesos de tratamiento a algo más específico.

Para lograr una mayor exactitud en el proceso aunado al anteproyecto, uno de los pasos importantes fue la estimación de las dimensiones de las etapas de tratamiento, y para esto, fue necesaria la proyección de la población, obtenida por medio de ecuaciones con base en la tasa de crecimiento y de la población esperada en el futuro. De esta forma se generaron tablas de resultados obtenidas en relación a la población total calculada para el año 2031. También se contempló la estimación del caudal máximo ordinario aprovechando la temporada de lluvias para obtener los valores máximos que se pueden presentar durante el año, así como el volumen de aguas residuales para poder determinar los límites máximos permisibles con base en la **norma** para saber los requerimientos necesarios en relación a los contaminantes.ap

#### 1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Al realizar el entendimiento de la problemática y las necesidades de la población se puede observar cómo es que los principales actores que lograrían posible la construcción del humedal para el tratamiento de cierto porcentaje del caudal del río serían los pobladores y ejidatarios dueños de los terrenos, ya que el presupuesto dispuesto para su construcción vendría de ellos, así como el involucramiento para su mantenimiento, cuidado y expansión futuro, ya que para lograr un diseño final más acertado a los requerimientos según la NOM-001-SEMARNAT-1996 es de vital importancia para la continuidad del proyecto el desarrollo de un protocolo de toma de muestras en el río para conocer la calidad específica en la que se encuentra y hacer una estimación de las dimensiones de las etapas de tratamiento específica, así como la medición del caudal del río en temporada de lluvia y en temporada de sequía.



Para fines de un primer anteproyecto de la futura construcción del humedal, se basó en los siguientes productos que se trabajaron a lo largo del periodo de verano del equipo multidisciplinario que lo conforma.

#### 1.6.1 Validación de etapas de tratamiento

En relación a las etapas de tratamiento propuestas en el periodo pasado de primavera 2021 y las necesidades en relación al uso que se le dará al agua según la NOM-001-SEMARNAT-1996 que entra en la clasificación de Ríos tipo A en donde los límites máximos permisibles se encuentran en el anexo 6 en la tabla de concentraciones establecidos por la ya mencionada Norma Mexicana.

También se estableció en comparación con un proyecto ya aplicado en San Francisco Urico en Erongaricuaró, Michoacán (Irleth Segura Estrada, 2018), así como en consideración del presupuesto y los acuerdos previamente acordados con los ejidatarios por el poco mantenimiento que se le desea dar, por lo que se estableció que el mejor tren de proceso para el influente sería el siguiente:

En donde se plantea que se pueda obtener una remoción de contaminantes según se muestra en el anexo 7, en donde se alcanzan niveles óptimos de concentración según la norma.

Cada etapa se especifica en el anexo 5.

- Pretratamiento: Contará de dos rejillas para la remoción de basura y sólidos grandes que vengan en el río, seguirá en un desarenador de tipo canal con compuertas para su limpieza y desazolve, seguido de un canal Parshall para la medición del caudal recibido
- Tratamiento primario: Constará con un sedimentador simple con un tiempo de retención entre 1.5 a 2.5 horas según las dimensiones finales con una válvula para la purga de lodos, así como una válvula superior para la remoción de las grasas que se colectaran para llevarlas a una unidad de tratamiento externa al sitio
- Tratamiento secundario: la influente ira a los humedales que contará de dos humedales de tratamiento de flujo subsuperficial con las plantas propuestas en el periodo pasado que son: *Strelitzia reginae*, *Zantedeschia esthiopica*, *Canna hybrids*

*Anthurium andreanum*, *Hemerocallis*, *Dumortieri* (F. Zurita, 2006), después de pasar por estos dos humedales el influente será contenido en un tanque de liberación del caudal para generar la presión suficiente sin necesidad de una bomba para su reincorporación en el Río Ahuisculco

- Tratamiento de lodos: El tratamiento de lodos se llevará en dos lechos de secado en donde se depositará las arenas de desarenador y los lodos del sedimentador en donde se dejarán evaporando el agua hasta que solo queden los lodos, se recolecten y se lleven al área de composta de estos mismos.

### 1.6.2 Proyección de población

Para lograr un anteproyecto que fuera útil y con la capacidad necesaria para las necesidades futuras de las comunidades de Navajas y Ahuisculco, se realizó la proyección de la población a 10 años con la información de INEGI de los censos de 2005, 2010 y 2020 para sacar la tasa de crecimiento de estas comunidades y que las capacidades del humedal de tratamiento fueran las adecuadas.

Se obtuvieron las gráficas de la proyección para Ahuisculco y Navajas que se encuentran en el anexo 11 y 13 en donde se puede observar que la población esperada para el año 2031 en Ahuisculco y Las Navajas será de 2439 y 2797 habitantes respectivamente, lo que nos lleva a un caudal medio de generación de aguas residuales de ambos de 5.08 y 5.85 L/s. Por lo que a este caudal esperado de ambas poblaciones se le deberá sumar el cálculo del caudal estimado y medido del Río Ahuisculco, así como la suma de la precipitación máxima de la zona para evitar cualquier inundación en los humedales ya que eso resultaría en un problema para las plantas y la carga del sistema y todas sus etapas de tratamiento.

### 1.6.3 Anteproyecto del humedal

Tras haber analizado las necesidades de saneamiento de agua en Ahuisculco, conocer las posibilidades económicas de la comunidad y estudiar los medios con los que cuenta la localidad, se consideró un predio propuesto desde el PAP pasado, el cual es de carácter

público y cuenta con acceso al río. A partir del mismo, se diseñó una planta de tratamiento de agua mediante el sistema de humedales suficientemente grande para tratar parte del agua que pasa por el río y reducir el impacto ambiental por parte de la comunidad de Ahuisculco y sus alrededores.

El anteproyecto del humedal busca integrar todas las etapas necesarias para que funcione correctamente el sistema de saneamiento, estas constan de una tubería para la recolección del agua; rejillas como filtro de basura y materia sólida; un desarenador con lecho de lodos; un sedimentador; 2 humedales con sus respectivas plantas; y dos áreas de salida del agua, así como una bodega para el almacenaje de las herramientas necesarias para su mantenimiento. Se optó por el sistema de humedales, ya que es de bajo costo y no requiere ningún sistema de bombeo (lo cual la comunidad especificó que no querían).

Se llegó a una propuesta final de anteproyecto (véase Figura 15) que incorpora los elementos básicos de un humedal, explotando las posibilidades que se tienen dentro del predio y cuidando que se logre tratar gran cantidad de agua para su tratamiento.

#### 1.6.4 Detalles constructivos y presupuesto paramétrico

Con base en el primer diseño que estamos proponiendo nos pudimos dar cuenta que el área donde se plantea poner los humedales es una zona de material rocoso el cual investigando podemos decir que será un proyecto costoso ya que se tiene que meter maquinaria pesada para poder romper, extraer y dejar en óptimas condiciones el terreno.

Este presupuesto cabe recalcar que es un aproximado sin embargo está basado en todos las acciones requeridas para que el diseño se pueda llevar a cabo, con este presupuesto los alumnos del siguiente semestre podrá comenzar a investigar servicios o empresas que realicen el trabajo requerido sin necesidad de investigar precios unitarios; ya que lo único que tendrían que investigar es la actualización de los precios de los productos específicos ya

que varían con el paso del tiempo, además si en un futuro el modelo del proyecto se modifica lo único que se haría es cambiar la cantidad unidades.

Se asegura la continuidad del proyecto ya que gracias a este presupuesto los alumnos del siguiente semestre se podrán dar una idea de que es lo que se requerirá para poder llevar acabo un presupuesto exacto o mejor aproximado que el que se plantea, junto con esto logrando que se generen más propuestas de diseño para poder reducir costos y asegurar que el proyecto sea costeable.

## 1.7. Bibliografía y otros recursos

- Irleth Segura Estrada, E. C. (2018). Operación y Mantenimiento Básico de un Humedal: El caso de San Francisco Uricho. Progreso, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- F. Zurita, J. A. (2006). Performance of Laboratory Scale. Wetlands planted with tropical ornamental plants to treat domestic wastewater.
- Blazquez, J. R. (2016). *Analisis de los sistemas naturales de depuración*. España: Universidad de Alicante.
- Fondo para la educacion y comunicación ambiental. (2020). *Agua.org*. Obtenido de <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- iAgua. (01 de Enero de 2013). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/carolina-miguel/los-humedales-artificiales-componentes-y-tipos>

## 1.8. Anexos generales

### Árbol de problemas

<b>Consecuencias</b>	Enfermedades en habitantes y especies cercanas al río	Agua de uso agrícola es de mala calidad para el riego de cultivos de caña, berries y otros.	Mala calidad del agua potable en el pueblo por altas concentraciones de patógenos, nitratos y fosfatos.
<b>Problema central</b>	Contaminación del Río que suministra a la población de Ahuiculco por las descargas residuales sin tratar de las casas habitación cercanas, así como la infiltración de fertilizantes y pesticidas que se utilizan en la zona.		
<b>Causas</b>	Descargas sin tratamiento del drenaje municipal al río	No existe regulación en el uso de pesticidas y fertilizantes que se infiltran al subsuelo y al río	Poca educación ambiental para reconocer la importancia de recoger y no tirar basura
	Falta de infraestructura	No está regulado (legislación)	Educación ambiental

Figura 1. “Tabla sobre el árbol de problemas”. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2				
<b>PROBLEMÁTICA GENERAL</b>		No hay un sistema de saneamiento que incluya a la cuenca del río que cruza por la localidad		
<b>FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO</b>		Proponer un sistema de humedales colectivos para sanear el agua del río.		
	<b>OUTPUT</b>	Toda la localidad se verá beneficiada con esta propuesta ya que el agua del río se podrá usar tanto para casa habitación como para riego de ejidos.		
	<b>OUTCOME</b>	Toda la localidad lo usará ya que todos necesitan esa agua para cumplir con sus necesidades primarias y laborales.		
	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Se deberá hacer un mantenimiento cada cierto tiempo de estos 2 humedales para que su vida útil sea mayor y pueda brindar más beneficios.		
		<b>RESULTADO 1</b>	<b>RESULTADO 2</b>	<b>RESULTADO N</b>
<b>LUGAR EN EL QUE SE REALIZA</b>		Ahuiscalco, Tala		
<b>DESTINATARIOS FINALES</b>		A todos los habitantes de Ahuiscalco		
<b>DESTINATARIOS DIRECTOS</b>		Comunidad de ahuisulco y siguientes localidades en utilizar agua del río.		
<b>ORGANIZACIONES ALIADAS</b>		Iteso, Colectivo Selva Negra		

Figura 2. “Tabla de objetivos”. Fuente: Elaboración propia.

## EL AGUA EN EL MUNDO

**70%**

de su superficie  
está cubierta de agua



**97.5%**  
es agua salada



**2.5%**  
es agua dulce



DEL TOTAL DE **AGUA DULCE** EN EL MUNDO

**70%**



son glaciares, nieve  
o hielo

casi el

**30%**



son aguas subterráneas  
de difícil acceso

menos del

**1%**



es agua disponible para  
consumo humano y los  
ecosistemas

SU EXTRACCIÓN POR **USO** ES



**69%**

Sector Agropecuario



**19%**

Sector Industrial



**12%**

Sector Municipal

Centro Virtual de Información del Agua, 2017

**AGUA**  
.org.mx

Figura 3. “Infográfico de disponibilidad del agua en el mundo”. Fuente: Fondo para la educación y comunicación ambiental, 2020



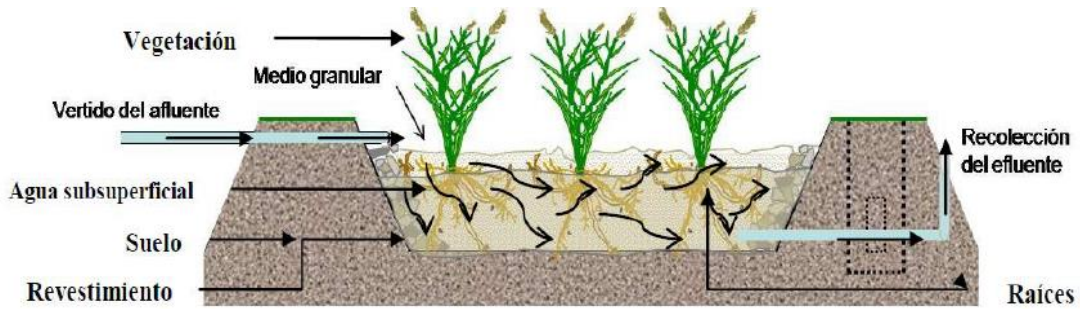


Figura 4. “Diagrama ilustrativo del funcionamiento del humedal”. Fuente: Blazquez, J. R. 2016

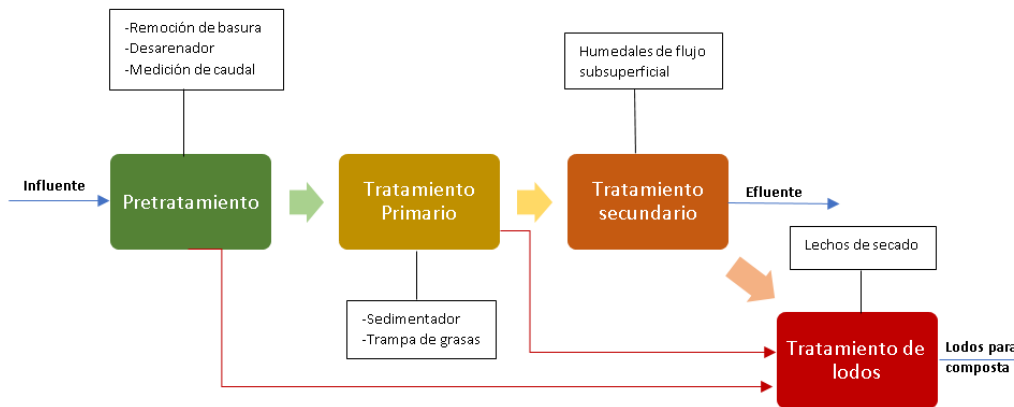


Figura 5. “Diagrama ilustrativo de tren de tratamiento del humedal”. Fuente: Elaboración propia

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																						
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS				SUELO							
	Uso en riego agrícola (A)		Uso Público Urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)			
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.		
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	1	2
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Figura 6. “Tabla de límites máximos permisibles para contaminantes básicos”. Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996

Parámetro	Promedio en el afluente (mg/L)	Promedio en el efluente (mg/L)
Sólidos en Suspensión (mg/l)	28** (5 a 51)***	8** (1 a 15)***
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	60 (23 a 118)	10 (3 a 23)
N-NTK (mg/l)	15 (5 a 22)	9 (2 a 18)
N-NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> (mg/l)	5 (1 a 10)	5 (2 a 10)
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	9 (1 a 18)	3 (0,1 a 13)
N-total (mg/l)	20 (9 a 48)	9 (7 a 12)
P-total (mg/l)	4 (2 a 6)	2 (0,2 a 3)
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	270000 (1200 a 1380000)	57000 (10 a 330000)

Figura 7. “Parámetros de calidad del agua esperados al pasar por un humedal de flujo subsuperficial”. Fuente: Blazquez, J. R. 2016

$$P_n = P_0(1 + i)^n$$

donde:

$P_n$	Población en $t = n$ (años)
$P_0$	Población en $t = 0$
$i$	Tasa de crecimiento actual (fracción)
$n$	No. de años

Figura 8. “Ecuación de Proyección de población”. Fuente: José de Jesús, 2020

$$i = (P_n/P_0)^{1/n} - 1$$

Figura 9. “Ecuación de índice de tasa de crecimiento”. Fuente: José de Jesús, 2020

$$Q_{AR} = P D G$$

donde:

- $Q_{AR}$  = Caudal medio de aguas residuales (l/s)
- $P$  = Población (hab.)
- $D$  = Dotación agua potable (l/hab./día)
- $G$  = Generación de aguas residuales (fracción).

Figura 10. “Ecuación de Generación de Aguas Residuales”. Fuente: José de Jesús, 2020

Año	n	i	Poblacion (hab)	Dotacion (L/hab/dia)	Generación AR	Qmed AR (L/s)
2020	0	0.22%	2381	240	0.75	4.96
2021	1	0.22%	2386	240	0.75	4.97
2022	2	0.22%	2391	240	0.75	4.98
2023	3	0.22%	2397	240	0.75	4.99
2024	4	0.22%	2402	240	0.75	5.00
2025	5	0.22%	2407	240	0.75	5.02
2026	6	0.22%	2413	240	0.75	5.03
2027	7	0.22%	2418	240	0.75	5.04
2028	8	0.22%	2423	240	0.75	5.05
2029	9	0.22%	2429	240	0.75	5.06

2030	10	0.22%	2434	240	0.75	5.07
2031	11	0.22%	2439	240	0.75	5.08

Figura 11. “Tabla de resultados de proyección de población de Ahuisculco al año 2031”. Fuente: Elaboración propia

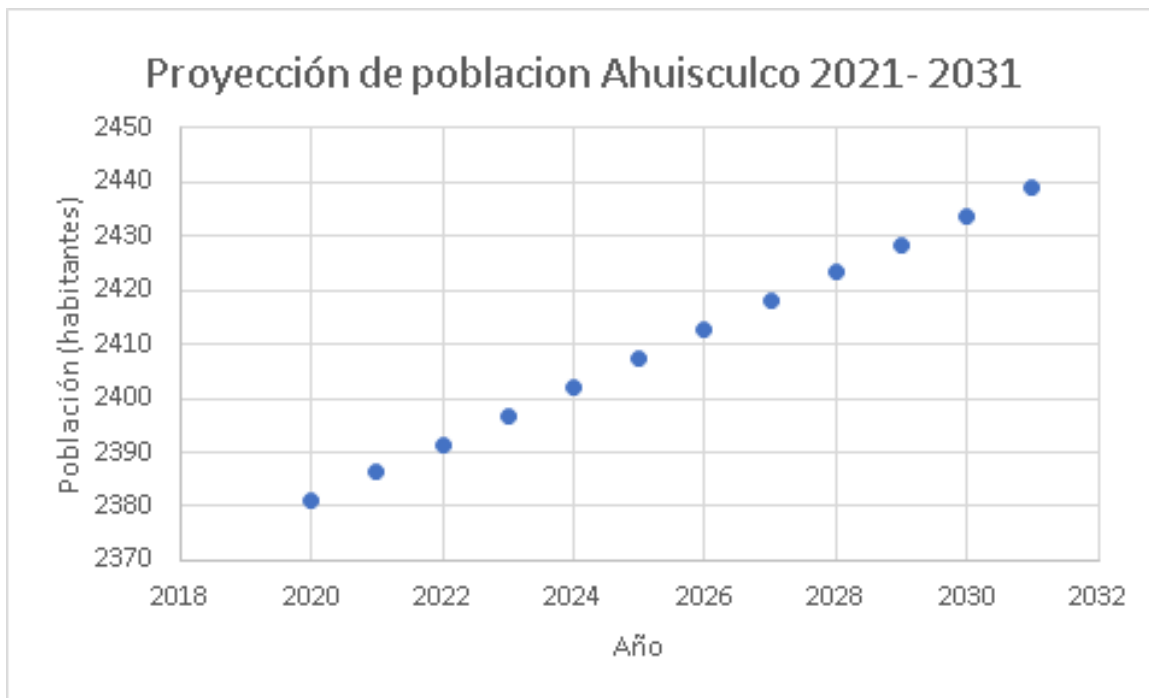


Figura 12. “Gráfica de proyección de población de Ahuisculco al año 2031”. Fuente: Elaboración propia

Año	n	i	Poblacion (hab)	Dotacion (L/hab/dia)	Generacion AR	Qmed AR (L/s)
2020	0	1.52%	2369	240	0.75	4.94
2021	1	1.52%	2405	240	0.75	5.01
2022	2	1.52%	2442	240	0.75	5.09
2023	3	1.52%	2479	240	0.75	5.16
2024	4	1.52%	2516	240	0.75	5.24
2025	5	1.52%	2555	240	0.75	5.32
2026	6	1.52%	2593	240	0.75	5.40
2027	7	1.52%	2633	240	0.75	5.49
2028	8	1.52%	2673	240	0.75	5.57
2029	9	1.52%	2713	240	0.75	5.65
2030	10	1.52%	2755	240	0.75	5.74
2031	11	1.52%	2797	240	0.75	5.83

Figura 13. “Tabla de resultados de proyección de población de Las Navajas al año 2031”. Fuente: Elaboración propia

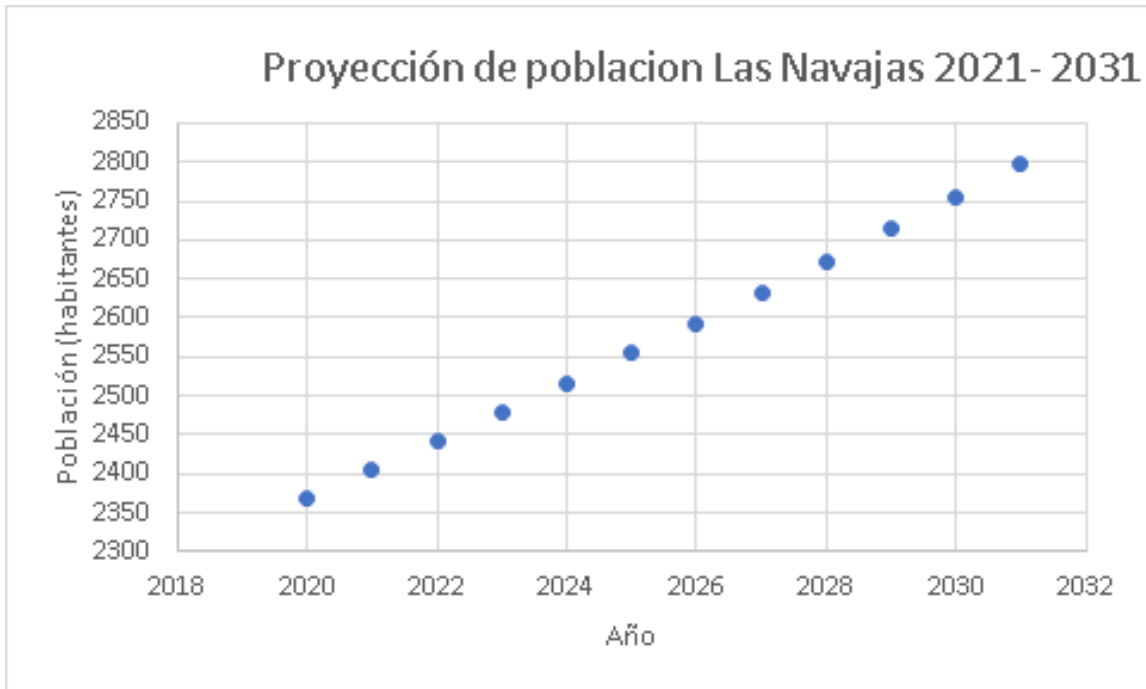


Figura 14. “Gráfica de proyección de población de Las Navajas al año 2031”. Fuente: Elaboración propia

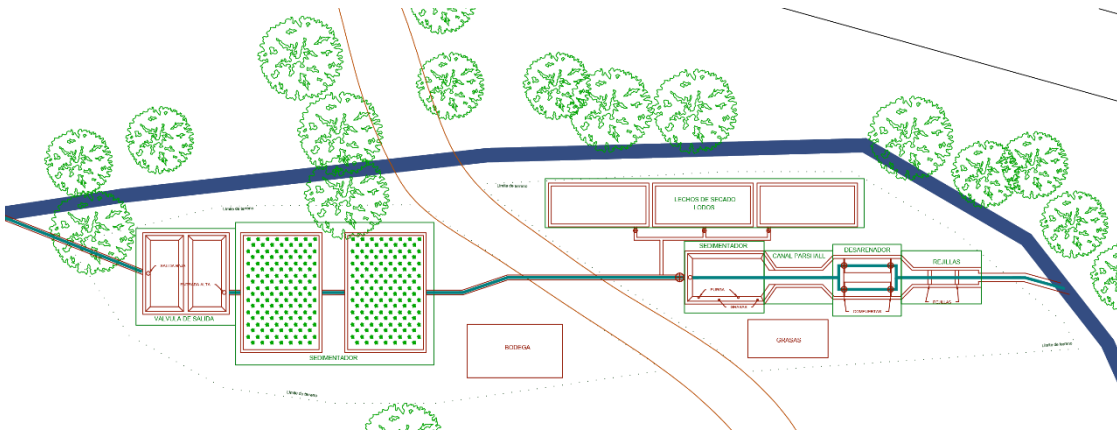


Figura 15. “Diagrama ilustrativo del anteproyecto de humedal”. Fuente: Elaboración propia.



## 2. Productos

### Producto 1: 2.1 Validación de etapas de tratamiento

La validación de las etapas de tratamiento se llevó a cabo mediante la revisión de información referente a plantas de tratamiento municipales, así como ejemplos de la implementación de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en Michoacán, así como un manual de diseño de humedales de tratamiento para sus diferentes tipos y requerimientos. En base a la NOM-001-SEMARNAT-1996 para ríos tipo A por ser para uso agrícola, se establecieron los parámetros requeridos y se cotejo con información de porcentaje de remoción de las plantas, para finalmente establecer que las etapas de tratamiento consistirían en un pretratamiento, tratamiento primario, secundario y un tratamiento de los lodos generados, en donde se encuentra en un documento word con la información recopilada.

Título	DESCRIPCIÓN
Investigación de etapas de tratamiento	1. Límites máximos permisibles por la Norma 2. Información recopilada de Primavera 2021 en relación al uso del agua 3. Etapas de tratamiento propuestas 4. Pretratamiento 5. Tratamiento primario 6. Tratamiento secundario 7. Tratamiento de lodos
Formato	
Documento Word	
Extensión	
8 páginas	

### Producto 2: 2.2 Proyección de población

La proyección de la población es un paso importante para la estimación de las dimensiones de las etapas de tratamiento, por lo que por medio de ecuaciones de la tasa de crecimiento y la población esperada se generó un Excel con las tablas de resultados obtenidas en relación a la población total esperada para el año 2031, así como la generación de aguas residuales esperada para los poblados de Navajas y Ahuisculco, así como la estimación del caudal máximo ordinario.

Título	DESCRIPCIÓN
--------	-------------

Proyección de población	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proyección de población al año 2031</li> <li>2. Generación de aguas residuales</li> <li>3. Estimación de caudal máximo ordinario de aguas residuales</li> <li>4. Graficas de proyección de población y caudales</li> </ol>
Formato	
Documento Excel	
Extensión	
2 páginas	

### Producto 3: 2.3 Anteproyecto del humedal

Para la propuesta del humedal, se pretende desarrollar un sistema en el cual se lleve el agua de un lugar a otro mezclando el ecosistema terrestre con el acuático, de esta forma y gracias a su diseño rectangular, nos hace aprovechar más los espacios y de esta manera conservamos la biodiversidad y bienestar de las comunidades aledañas al proyecto.

Así bien en esta propuesta incluimos dos humedales, a su vez con su trampa de grasas y sus dos válvulas de salida, haciendo así la mejor optimización de espacios y mayor agua limpia producida.

Título	DESCRIPCIÓN
Anteproyecto de humedal comunitario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación del predio con coordenadas y levantamiento topográfico.</li> <li>2. Anteproyecto del humedal con medidas estimadas de acuerdo al caudal del río.</li> </ol>
Formato	
Documento en AutoCAD (Dwg.) y pdf	
Extensión	
1 lámina	

### 2.4 Detalles constructivos y presupuesto paramétrico

El producto que se realizó para el presupuesto paramétrico fue una plantilla con generadores el cual está conformado por precios unitarios actualizados y la cantidad de unidades que se utilizan en cada área, tomando en cuenta la mano de obra junto con sus sobrecostos específicos, se anexa al proyecto un documento de Excel modificable para adaptarse a cualquier cambio del futuro proyecto.

(por cuestiones de tiempo seguimos trabajando en este producto ya que para generar el presupuesto necesitábamos determinar el diseño de los humedales)



### 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.

Desde el inicio del dialogo con la comunidad, ejidatarios y actores sociales acerca de la problemática presente en la zona de Ahuisculco en 2019, se comenzó a plantear la necesidad de actuar en favor de la calidad y disponibilidad del agua, lo que ha ido evolucionando en las distintas propuestas y colaboraciones con los actores principales de esta problemática en específico.

Las propuestas anteriores y en la que se trabajó este ciclo plantea el reconocimiento y autonomía en la toma de decisiones en relación al recurso del agua, ya que en Ahuisculco se tiene muy clara la lucha que puede haber por este bien común y los riesgos a toda la comunidad si este llegará a faltar, ya que se tiene un antecedente de lucha por el mismo. Nuestra colaboración en este proyecto aporta hacia una organización social, una autonomía y autogestión de sus recursos hídricos, así como una participación social en velar por la integridad, calidad y disponibilidad del agua en la comunidad, ya que es algo que es trabajo de todos y que finalmente beneficiaría a todos los involucrados.

Las implicaciones éticas de nuestro aporte en esta problemática social fueron la ejecución y revisión de las necesidades de la población y como es que se pude adaptar nuestros conocimientos técnicos a una propuesta de solución precisa, eficaz y efectiva que puedan considerar como una opción viable a sus posibilidades de organización.

#### 3.1 Sensibilización ante las realidades

La participación en un proyecto de aplicación profesional (PAP) en medio de una pandemia, sumó algunos retos adicionales en temas de comunicación relacionados con la practicidad a

la hora de compartir y dialogar las problemáticas y entender su contexto para poder trabajar en propuestas. Sin embargo, se lograron concretar visitas de campo para poder evaluar y observar de primera mano las condiciones actuales de la comunidad, escuchar sus necesidades y a su vez, tener una más clara de cómo continuar con los trabajos realizados previamente en semestres anteriores.

Las visitas a campo en la comunidad de Ahuisculco, Jal. Nos permitieron visualizar la falta de infraestructura y la desigualdad social que contrasta con ciudades altamente desarrolladas a pocos kilómetros, en lo que conocemos como Zona Metropolitana de Guadalajara. El acercamiento nos hizo darnos cuenta de que como aspirantes a profesionistas tenemos el poder de ayudar, al darle voz a los habitantes de las comunidades y al sumar conocimientos entre todos los involucrados en el proyecto PAP San Pedro Valencia para cambiar su realidad en la medida de lo posible.

El tomar acción para mejorar la calidad de vida de las personas mediante la solidaridad es parte de la visión y filosofía de la comunidad universitaria del ITESO. Es por ello que como parte de esta comunidad, es importante fomentar el trabajo colectivo que busca el mejoramiento de la vida tanto nuestra como de aquellos que lo necesiten, y ser activos y participar en acciones que promuevan esta filosofía.

### 3.2 Aprendizajes logrados

El PAP representó grandes retos además de una oportunidad de autocrecimiento para todos los integrantes del equipo. Los retos iban desde el aprender a realizar trabajos, a llevar a cabo actividades solamente estudiadas a lo largo de la carrera. También se adquirieron nuevos conocimientos tanto de los profesores del PAP, entre nosotros como compañeros con diferentes habilidades y de diferentes licenciaturas, así como de la comunidad a la que estuvimos ayudando a lo largo del verano.

Uno de los retos más complejos al inicio fue el estudiar todo el trabajo anterior que se hizo en semestres pasados. Debido al cambio constante de los integrantes de los equipos, el material parecía un poco abstracto y la información un poco desordenada. Sin embargo, se

resolvieron todas las dudas y creemos que logramos remontar el proyecto de los humedales de forma completa, dejando trabajo de buena calidad para que se siga trabajando.

Otro gran aprendizaje se dio a través del reto de acercarnos a la comunidad y escuchar que es lo que ellos requieren y, a raíz de esto, generar un proyecto que abarque lo acordado con la comunidad y busque la mejor solución para ellos. Así fue como se desarrolló el proyecto del humedal colectivo de ahuisculco. En el proyecto principalmente aprendimos de que tratan los humedales, su funcionamiento y sus elementos para su correcta función. Logramos pulir los aprendizajes que en algún punto tuvimos en la carrera y los llevamos a una escala real. Vimos los alcances, las ventajas y desventajas del sistema, así como aprendimos a ordenar el proceso en el que se trabajaría, desde el levantamiento topográfico, las pruebas del agua, el diseño del humedal y la estimación del anteproyecto, todo esto trabajando en conjunto, mostrando los conocimientos de cada integrante y dando lo mejor de cada uno.

Así mismo, aprendimos a buscar soluciones creativas ante los distintos retos que se presentaron y fue uno de los primeros acercamientos que tuvimos a trabajar en conjunto con más profesionistas para ayudar a comunidades pequeñas y a entender el entorno desde sus ojos, buscando preservar lo que nos rodea y ayudando a las personas y organizaciones que realmente buscan generar un cambio en la manera en que vivimos.